

GNEPHOEK

DEELRAPPORTAGE BODEM, WATER EN KLIMAAT

Versie 3.0



Datum 26 juni 2023

Gemeente Alphen aan den Rijn

## INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING .....	4
1.1	Algemeen.....	4
1.2	Leeswijzer .....	8
2	BELEIDSKADER.....	9
2.1	Water en bodem sturend.....	9
2.1.1	Wat is water en bodem sturend?.....	9
2.1.2	Lagenbenadering in de ruimtelijke planning.....	10
2.1.3	Beleid Provincie Zuid-Holland .....	11
2.2	Beleid van Hoogheemraadschap van Rijnland .....	12
2.3	Convenant Klimaatadaptief Bouwen.....	13
3	INVENTARISATIE .....	14
3.1	Dataverzameling en -beheer .....	14
3.2	Bodem .....	16
3.2.1	Bodemopbouw .....	17
3.2.2	Bodemmilieu .....	24
3.2.3	Archeologie.....	25
3.3	Water.....	28
3.3.1	Watersysteem .....	28
3.3.2	Waterveiligheid .....	31
3.3.3	Waterkwaliteit.....	37
4	Ontwerpen .....	38
4.1	Water.....	38
4.1.1	Oppervlaktewatersysteem .....	38
4.1.2	Bergingscapaciteit en voorkomen wateroverlast .....	41
4.1.3	Omgaan met droge periodes.....	42
4.1.4	Waterveiligheid .....	42
4.1.5	Waarom niet in de Vrouwgeestpolder? .....	43
4.2	Bouwrijp maken .....	43
4.3	Bovengrondse en ondergrondse infrastructuur.....	44
5	Analyse .....	46
5.1	Klimaatadaptatie .....	46
5.2	Blauwe Lens - beleid HH Rijnland.....	48
5.3	Energiesysteem .....	49
5.3.1	Benodigde energie .....	50
5.3.2	Energieconcepten.....	50

5.4	Beheer .....	52
5.5	De onderzoeksvragen en de antwoorden .....	53
6	Advies .....	56
BIJLAGEN	.....	58
	Referenties .....	58
	Berekening verwerkingscapaciteit maatgevende bui .....	59
	Deelrapporten / notities behorend bij dit rapport.....	62

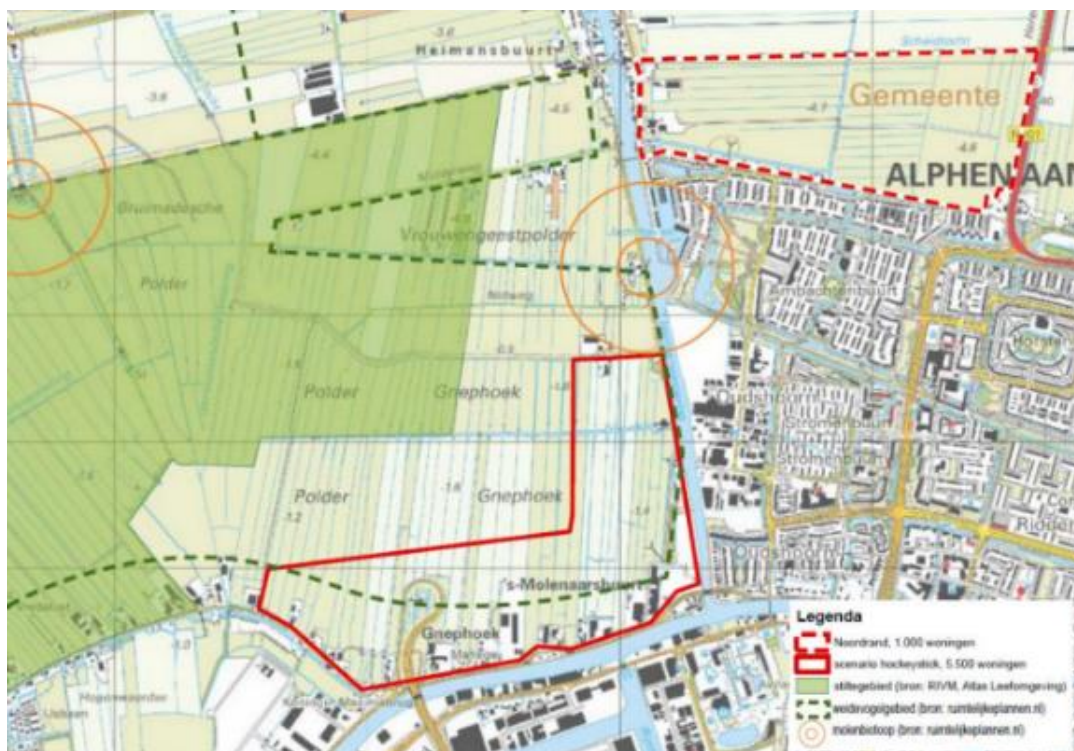
# 1 INLEIDING

## 1.1 Algemeen

Gemeente Alphen aan den Rijn heeft het plan opgevat om de planlocatie Gnephoek te transformeren naar een woongebied met circa 5.500 woningen en bijbehorende voorzieningen. Tevens zal een deel van het plangebied worden ingericht als groenblauw netwerk. In het voorjaar van 2022 is op basis van een eerste schets voor de ontwikkeling van de Gnephoekpolder een advies uitgebracht door dhr. Kuijken, adviseur voor de minister van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening.

Het advies luidde daarbij als volgt:

*“Beperkte en gerichte ontwikkeling en ontsluiting van het zuidoostelijke deel van de Gnephoekpolder (de ‘hockeystick’ op kleigrond) en de bouw van ca. 5.500 woningen in de periode 2028/2030-2040”.*



*Figuur 1.1: Perspectief voor de Gnephoek, voorkeursscenario 3.1*

Hiervoor is een stappenplan (spoorboekje) ontwikkeld dat invulling moet geven aan het zogenaamde Contourenplan voor de Gnephoekpolder. Het eindresultaat van dit stappenplan moet zijn dat het Contourenplan door de betrokken partijen (Rijk, provincie, waterschap, gemeente en ontwikkelende partijen) wordt gedragen.

De uitwerking hoeft daarbij nog geen tot in detail uitgewerkt masterplan te zijn, maar dient wel die onderzoeken en uitwerkingen te bevatten op basis waarvan in het bestuurlijk overleg geconcludeerd kan worden dat er sprake is van een haalbaar en praktisch uitvoerbaar plan voor de Gnephoekpolder.

Hierbij is als opdracht meegegeven dat aangetoond moet worden dat grootschalige, betaalbare, goed bereikbare, klimaat-adaptieve woningbouw in combinatie met landschap- en natuurontwikkeling in de Gnephoek financieel haalbaar en praktisch uitvoerbaar is, waarbij:

- voldoende invulling is gegeven aan de aandachtspunten die in het advies van dhr. Kuijken zijn meegegeven;
- voldoende invulling is gegeven aan de uitgangspunten die Gedeputeerde Staten van de provincie Zuid-Holland in de brief van 19 april 2022 aan Provinciale Staten hebben aangegeven;
- er sprake is van een haalbaar scenario op met name de aspecten: technische haalbaarheid, ruimtelijke haalbaarheid, financiële haalbaarheid en organisatorische haalbaarheid;
- het voorkeursscenario voor de ontwikkeling van Gnephoek verder uitgewerkt kan worden in een concreet uitvoeringsplan dat voor verdere besluitvorming en participatie aan de bestuurlijke tafels kan worden voorgelegd.

Vervolgens is door de gemeente Alphen aan den Rijn en de ontwikkelaars een programma opgezet voor het uitwerken van bovengenoemde opdracht. Hiervoor is een zogenaamd procesteam en een projectteam opgezet. Het proces team draagt zorg voor het proces om tot het Contourenplan te komen. Het projectteam stuurt op de voortgang van de verschillende werkgroepen die het kader van de opdracht zijn ingesteld.

Het betreft de volgende werkgroepen:

- werkgroep functionele en technische kwaliteit;
- werkgroep ruimtelijke kwaliteit en planologie;
- werkgroep marktkwaliteit en programmering;
- werkgroep financiële haalbaarheid.

De resultaten en inzichten die door de verschillende werkgroepen zijn verkregen, hebben als input gediend voor het zogenaamd "Ontwerpend onderzoek" dat door het betrokken stedenbouwkundig bureau is begeleid en uitgevoerd. Op basis van het ontwerpend onderzoek is vervolgens het Contourenplan ontwikkeld.

Dit rapport beschrijft met name de resultaten van het onderzoek naar de water en bodem aspecten voor de ontwikkeling van een klimaatbestendig en waterrobuust woongebied met voldoende ruimte voor groen blauwe netwerken waarbij het principe van "water en bodem sturend" is toegepast.

### Bodem, water en klimaat

1. Duidelijk moet worden hoe omgegaan wordt met de **bodemgesteldheid** van de Gnephoek, welke maatregelen daarvoor worden getroffen en hoe die maatregelen gefinancierd worden.
2. Duidelijk moet worden in hoeverre het plan **klimaatrobuust** is op de korte, middellange en lange termijn. Daarbij zijn op dit moment de uitgangspunten van het

convenant **klimaatadaptief** leidend maar het is niet uit te sluiten dat die in de nabije toekomst verder aangescherpt en/of aangevuld worden.

3. De **waterstructuur** en de bijbehorende te nemen maatregelen moeten dermate uitgewerkt zijn dat het Hoogheemraadschap van Rijnland daar een concreet advies over kan geven.

### Nadere uitgangspunten

1. Dat vraagt om nader onderzoek naar:
  - De bodemgesteldheid.  
Goed begrip krijgen van de situatie van landschap (peilen), bodem (grond en grondwater) en waterstructuur (HHR!). Hoe zit bodem (peil, opbouw en draagkracht) en watersysteem in elkaar.
2. En het vinden van duurzame oplossingen voor:
  - Een klimaatrobuust plan op de korte, middellange en lange termijn.  
Een duurzaam en veilig watersysteem met positief advies van het HHR. Voor woningen, uitgeefbaar- en openbaar gebied. Als basis en onderdeel van het ruimtelijke plan zonder afwenteling op, of – nog beter– verbetering van locatie en omgeving.

### De onderzoeksvraag

#### Hoofdvraag

- Hoe ziet het bodem- en watersysteem er in de Gnephoek (en omgeving) uit en wat betekent dit voor bodem- en watergestuurde ontwikkeling van woningbouw?

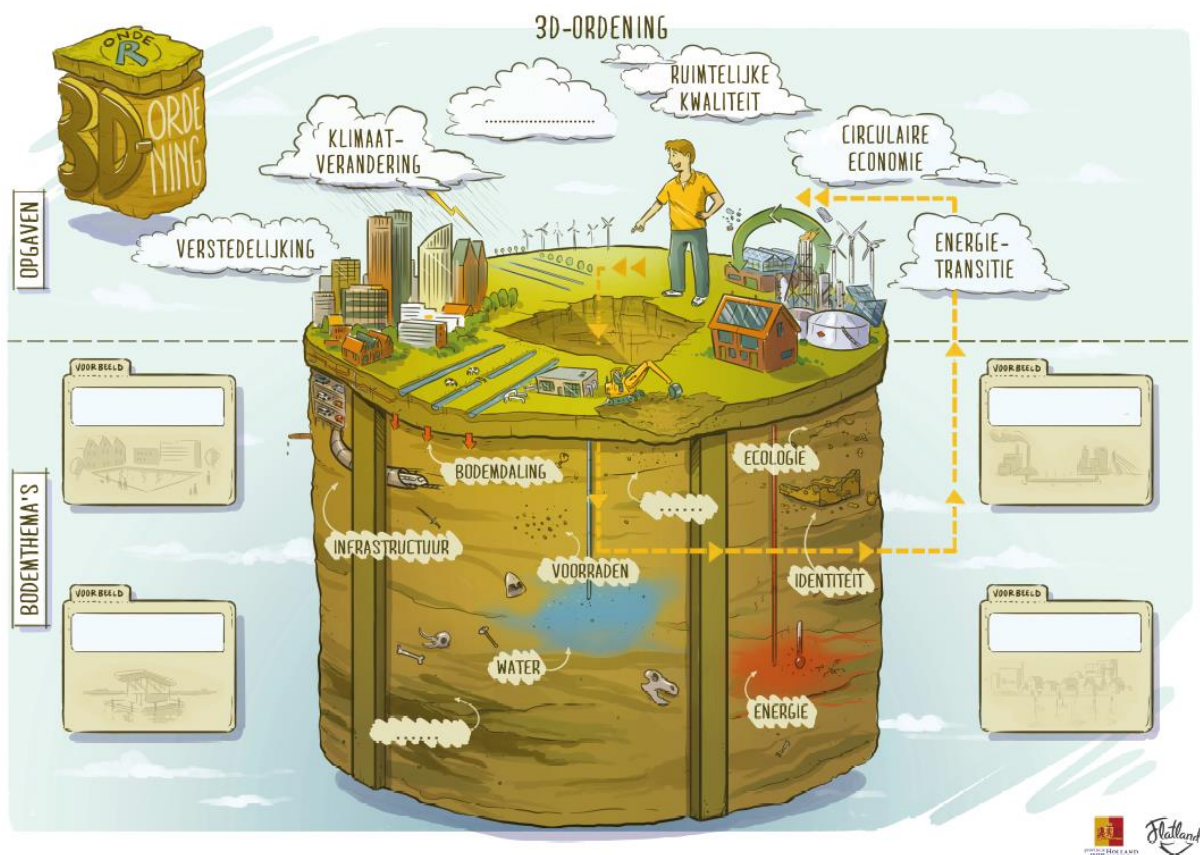
#### Subvragen:

- Wat is de bodemgesteldheid binnen de Gnephoek?
- Welke maatregelen moeten er getroffen worden om (woning)bouw in de Gnephoek mogelijk te maken? En hoe worden deze maatregelen gefinancierd?
- Hoe kwetsbaar is het gebied voor extreme neerslag, hitte, droogte en overstroming?
- Welke maatregelen moeten er getroffen worden (uit het convenant klimaatadaptief) om de Gnephoek klimaatrobuust/adaptief te laten zijn? Welke van deze maatregelen moeten ook getroffen worden, wanneer ontwikkeling van woningbouw niet plaatsvindt en welke aanvullende maatregelen moeten getroffen worden als gevolg van de ontwikkeling?
- Wat is het advies van het Hoogheemraadschap Rijnland op de uitgewerkte maatregelen?

Daarnaast komen in dit rapport een aantal aspecten/thema's aan de orde in relatie tot de inrichting van niet alleen de bovengrondse ruimte, maar ook van de ondergrond. Net zoals bovengronds de ruimte wordt geordend, wordt ook ondergrondse ordening steeds belangrijker. De ondergrondse ruimte wordt steeds voller. Tegelijkertijd wordt voor de grote maatschappelijke opgaven steeds vaker een beroep op de ondergrond gedaan.

Dit vraagt om het ordenen van de ondergrond om te voorkomen dat bovengrondse wensen door belemmeringen in de ondergrond niet uitvoerbaar zijn.

Belangrijk is dat boven- en ondergrond in samenhang wordt bekeken bij het maken van ruimtelijke plannen en bij de inrichting van de openbare ruimte. Een aantal van deze aspecten wordt ook in deze rapportage nader geduid. Dit mede gebaseerd op het concept van 3D-Ordening dat de provincie Zuid-Holland hanteert voor het ontwikkelen van gebieden.



Figuur 1.2: Concept van 3D-Ordening, provincie Zuid-Holland.

## 1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 gaat in op de voor dit proces meest relevante beleidsstukken.

In hoofdstuk 3 wordt beschreven hoe de inventarisatie heeft plaatsgevonden en tot welke resultaten dat heeft geleid.

In hoofdstuk 4 wordt aangegeven hoe de uitwerking van water en bodem sturend tot het huidige globale (stedenbouwkundige) ontwerp heeft geleid.

In hoofdstuk 5 analyseren we hoe het ontwerp invulling geeft aan de verschillende beleidsvoornemens en wat de consequenties voor beheer zijn.

Vervolgens wordt in hoofdstuk 6 een doorkijk gegeven hoe het proces in de toekomst mogelijk verder een vervolg kan krijgen en wat daarbij de onderwerpen zijn die nader onderzoek vragen.

De onderzoeksvraag met de daarbij behorende subvragen worden, voor zover dat bij het vaststellen van het contourenplan al kan, beantwoord in de hoofdstukken 5 en 6.



## 2 BELEIDSKADER

Binnen de Gemeente Alphen aan den Rijn zijn voor de mogelijke gebiedsontwikkeling met name de omgevingsvisie en het duurzaamheidsprogramma van de gemeente van belang. Hierna wordt ingegaan op relevant beleid van rijk, provincie en hoogheemraadschap.

### 2.1 Water en bodem sturend

Door de geschiedenis heen heeft Nederland geleerd om met uitdagingen te leven met op het gebied van water en bodem – de kern van ons bestaan. Wij hebben in Nederland geleerd om water en bodem naar onze eigen hand te zetten, maar het is duidelijk dat de grenzen van wat nog rendabel, veilig en leefbaar is in zicht zijn.

Daarom willen we nu van deze maakbaarheidsbenadering af, en meer vanuit het bestaande water- en bodemsysteem denken. In november 2022 is de kamerbrief Water en Bodem Sturend (WBS) gepubliceerd waarin structurerende keuzes staan over een passende uitvoering hiervan. Aan de hand van de bottom-up lagen benadering is de invulling van de ontwikkelopgave voor de Gnephoekpolder op basis van het principe Water & Bodem sturend ontwikkeld.

#### 2.1.1 Wat is water en bodem sturend?

Het aanpassen van water- en bodemsystemen heeft niet alleen geleid tot een unieke waterbeheersing, landinrichting en landbouwsector, maar ook tot uitdagingen op het gebied van waterbeheer en milieubescherming. Steeds vaker lopen we tegen de grenzen van het water- en bodemsysteem aan. Lage waterstanden en bodemdaling zorgen voor steeds vaker voor schade aan funderingen van gebouwen en extra onderhoud aan kunstwerken en (spoor)wegen. Bovendien is voldoende goed drinkwater niet altijd meer vanzelfsprekend. Het voortbestaan van planten- en diersoorten staat onder druk. Het veranderende klimaat zet deze ontwikkelingen bovendien op scherp. We krijgen steeds vaker te maken met wateroverlast of extreme droogte waarop we ons zullen moeten aanpassen (klimaatadaptatie).

Als we klimaatadaptatie goed willen aanpakken, zou het water- en bodemsysteem een sturende rol moeten krijgen bij de ruimtelijke ordening. In het planproces moet gekeken worden naar wat de ondergrond van nature te bieden heeft. Zo houd je rekening met de draagkracht van het systeem en kun je er slim gebruik van maken. De puzzel is de juiste functie op de juiste plek.

Om dit vorm te geven kwam op 25 november 2022 de Kamerbrief WBS (Water Bodem Sturend) uit waarin staat waar en hoe rekening gehouden moet worden met de ondergrond. De brief benoemt 33 structurerende keuzes op basis van de Nationale Doelen: *voldoende water; schoon en gezond water; ruimte voor water; bodem; bebouwd gebied*. Ook wordt specifiek gefocust op keuzes voor gebied typologieën. De structurerende keuzes hebben deels betrekking op het nationale beleid, maar kunnen ook richting geven aan of

doorwerking vinden in programma's van provincies, gemeenten en waterschappen, gebiedsprocessen, bedrijven en burgers.

De brief hanteert de volgende uitgangspunten om WBS vorm te geven:

**Niet afwentelen:**

Er mag niet afgewenteld worden op toekomstige generaties. We moeten zo goed mogelijk afwegen wat de beste actie is op een locatie, zonder negatieve effecten elders te creëren. Daarnaast is het niet acceptabel om privaat naar publiek af te wentelen. Investerings voor de lange termijn moeten voldoende rekening houden met klimaatverandering, bodemdaling, grond- en watervervuiling en het natuurlijke waterbergende vermogen van de bodem.

**Meer rekening houden met extremen:**

Worst-case scenario's zijn door het veranderende klimaat veel vanzelfsprekender geworden en maken het noodzakelijk ons daar nog beter op voor te bereiden en mee te nemen in ontwikkelprocessen.

**In samenhang omgaan met wateroverlast, droogte en de bodem:**

Het uitgangspunt is vasthouden-bergen-afvoeren. Dit wordt bereikt door een vitale bodem te bewerkstelligen, die als een spons het water opneemt, maar ook door het realiseren van voldoende buffer- en afvoercapaciteit.

**Meerlaagsveiligheid:**

Preventie, schade beperken door ruimtelijke inrichting en crisesbeheersing wordt op hoofdwatersysteem maar ook op het regionaal watersysteem toegepast.

**Minder afdekken, minder vergraven, niet verontreinigen:**

De bodem minder afdekken, niet onnodig afgraven en niet verontreinigen.

**Integrale aanpak in de leefomgeving:**

Doelen voor klimaatadaptatie, waterkwaliteit en bodem worden niet los gezien van verstedelijking, woningbouw, landbouw, natuur en energievoorziening. Een integrale aanpak met alle opgaven in de fysieke leefomgeving is dan ook noodzakelijk, waarbij het water- en bodemsysteem sturend is.

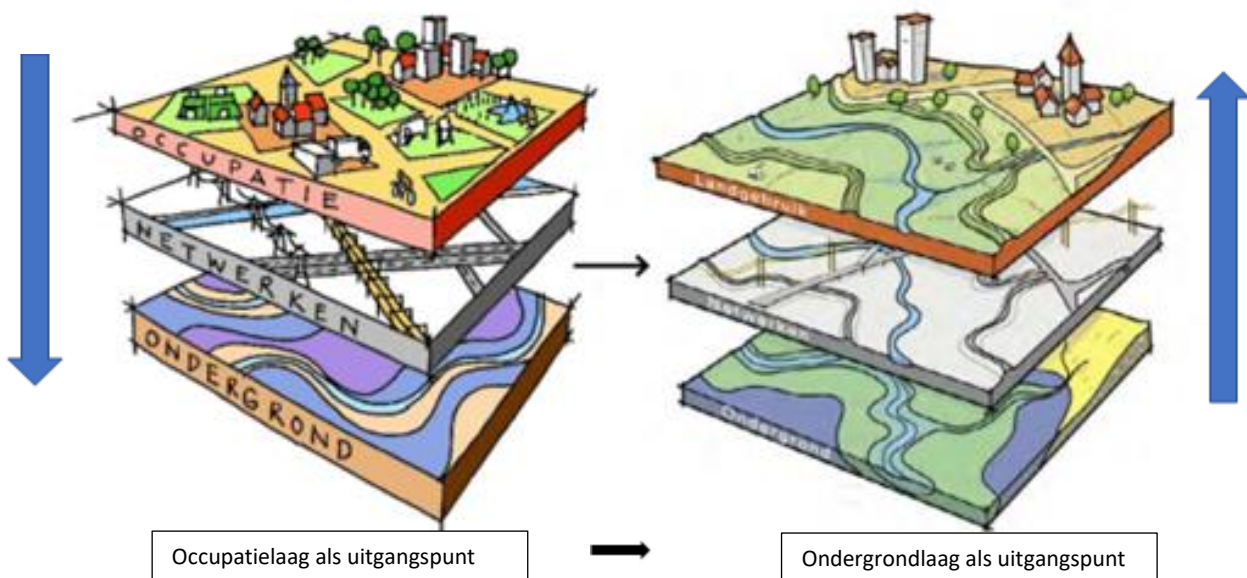
**Comply or explain:**

Veel van de structurerende keuzes hebben het karakter van: 'pas toe of leg uit'. Benadrukt wordt dat voor bepaalde doelen onontkoombare en juridisch afdwingbare maatregelen nodig zijn. Dit betreft doelen die voortkomen uit Europese verplichtingen. Voor andere maatregelen is ruimte voor maatwerk. Wanneer wordt afgeweken geldt dat dit expliciet uitlegbaar en toetsbaar moet zijn en dat doelen nog steeds wel gehaald worden.

### 2.1.2 Lagenbenadering in de ruimtelijke planning

De lagenbenadering is een concept wat vaak als symbool of als werkwijze gebruikt wordt om het Nederlandse landschap te representeren. De lagenbenadering is een samenspel van drie lagen: een ondergrondlaag (fysiek milieu), een netwerkenlaag (infrastructuur) en een occupatie laag (ruimtegebruik). Elke laag wordt gekenmerkt door een eigen dynamiek met een eigen ontwikkel- en hersteltijd van de betreffende functies. In deze benadering wordt weinig rekening gehouden met de ondergrond en watersystemen. Landgebruik en de infrastructuur zijn vaak losgekoppeld van de natuurlijke omstandigheden van de ondergrond.

Om water en bodem sturend (WBS) verder vorm te geven is het noodzakelijk de ruimtelijke ordening vorm te geven volgens het principe "op waterbasis". In tegenstelling tot wat de naam suggereert wordt in deze benadering rekening gehouden met de gehele fysieke ondergrond – zowel watersystemen als bodemtypen en capaciteit. De volgende figuur geeft beide benaderingen weer.



Figuur 2.1: Van de traditionele lagenbenadering naar een lagenbenadering "op waterbasis" (Deltares, 28 juli 2021)

### 2.1.3 Beleid Provincie Zuid-Holland

De provincie Zuid-Holland en de waterschappen hebben samen een **klimaatonderlegger** ontwikkeld. Dit is een set kaarten, die op basis van de laatste kennis, inzicht verschaft in de uitdagingen die water, bodem en klimaat meegeven voor bebouwing, landbouw en natuur. Sommige delen van Zuid-Holland zijn wellicht meer geschikt voor de ene functie, andere delen zijn meer geschikt voor andere functies. Aan de basis ligt een set kaarten die klimaateffecten weergeeft tot 2100 ten aanzien van verzilting, verdroging, hitte, bodemdaling, wateroverlast en waterveiligheid.

De klimaatonderlegger helpt om vanuit de genoemde invalshoeken de juiste kansen te benutten als het gaat om de ontwikkeling van Zuid-Holland. Het is een uitwerking van het leidende principe 'Water en Bodem sturend' dat het Rijk op de agenda heeft gezet en daarmee vertrekpunt is voor bijvoorbeeld 'de ruimtelijke puzzel' en gebiedsontwikkelingen. De **klimaatonderlegger** is bedoeld om te benutten in **processen met een ruimtelijke component**, zoals de woningbouwopgave, het natuurbeleid, het Zuid-Holland Programma Landelijk Gebied en de Ruimtelijke puzzel Zuid-Holland.

In de paragraaf '**Optimaal benutten en beheren van de bodem en ondergrond**' van het **Omgevingsbeleid Zuid-Holland** (7.1.4.) geeft Provincie Zuid-Holland een toelichting op een beleidskeuze met als doel het duurzaam beschermen, benutten en beheren van de kwaliteit van het bodem- en grondwatersysteem in relatie tot het verantwoord aanbrengen, beheren en afbouwen van functies in de ondergrond. Duurzaam, veilig en efficiënt gebruik van

bodem en ondergrond wordt daarbij aangeduid als 3D-Ordening. Het provinciaal belang is gelegen in het op een rechtvaardige manier benutten van potenties van bodem en ondergrond voor de maatschappelijke opgaven op regionale schaal. Daarmee beoogt Provincie Zuid-Holland – in samenwerking met andere overheden – om 3D-Ordening standaard en structureel onderdeel te laten worden van alle relevante ruimtelijke planprocessen in Zuid-Holland.

In directe relatie tot voorgaande alinea over 3D-Ordening heeft Provincie Zuid-Holland in 2021 een artikel 6.27a '**Risico's van klimaatverandering**' toegevoegd aan de **Omgevingsverordening Zuid-Holland**. In betreffende artikel wordt verzocht om rekening te houden met de gevolgen van de risico's van klimaatverandering ten aanzien van: wateroverlast door overvloedige neerslag; overstroming; hitte en droogte. Daarbij wordt tevens verzocht rekening te houden met de effecten van voorgenoemde risico's in relatie tot het risico op bodemdaling.

## 2.2 Beleid van Hoogheemraadschap van Rijnland

Het waterbeheerprogramma – **Water wijst de weg – (WBP6) 2022 – 2028** vormt het huidige kader voor het beleid van Rijnland. Om water meer sturend te laten zijn in de ruimtelijke ordening is Rijnland begonnen met een traject klimaatbestendige regels. De brief water en bodem sturend, de landelijke maatlat en het Convenant Klimaatadaptief Bouwen zijn daarbij belangrijke kaders. Voor Rijnland zijn de kaders beschreven in "**De Blauwe Lens**". In de zomer van 2023 zullen de klimaatbestendige regels worden vastgelegd in de **waterschapsverordening**. Deze regels gelden voor ontwikkelingen groter dan 5.000 m<sup>2</sup>, zoals de Gnephoek, en bevatten naast de bestaande compensatieplicht (15% water ten opzichte van verharding) ook regels omtrent waterberging (minimaal 90 mm), droogte (flexibel peil (+/- 15 cm) en biodiversiteit (brede watergangen met natuurvriendelijke oevers).

### De Blauwe lens

De komende jaren verandert de ruimtelijke inrichting van ons gebied ingrijpend. Ondertussen verandert het klimaat. In het rapport 'De Blauwe Lens' (2021), worden de gevolgen, kansen en oplossingen voor heel het gebied van het Hoogheemraadschap van Rijnland in kaart gebracht om een aantal ruimtelijke perspectieven te ontwikkelen.

De ontwikkelingen en gevolgen verschillen per gebied. In regionale klimaatvisies is per gebied beschreven en uitgelegd wat er nu en in de toekomst gedaan moet worden om ermee om te gaan. Het uitgangspunt is altijd dat water en bodem meer sturend moeten worden in de ruimtelijke inrichting.

Voor ons gebied is in december 2022 '**De blauwe lens op het groene hart**' uitgebracht. De Blauwe lens op het Groene Hart focust specifiek op klimaatadaptatie en op die aspecten, die een ruimtelijke impact hebben.

De Rijnlandse doelen voor klimaatadaptief inrichten zijn:

- Waterrobuuste inrichting: Rijnland wil dat hevige neerslag nu en in de toekomst geen schade veroorzaakt in en aan gebouwen, wegen, voorzieningen, natuur en landbouw. Rijnland wil dat de gevallen neerslag zoveel als mogelijk wordt vastgehouden en/of geborgen voor nuttig gebruik (van steen naar spons), en dat de gevolgen van overstromingen worden beperkt/voorkomen door een duurzame ruimtelijke inrichting van het gebied. Voor vitale en kwetsbare functies, zoals ziekenhuizen, gelden aanvullende (beschermde) eisen.
- Droogtebestendige inrichting: Rijnland wil dat langdurige droogte niet of slechts beperkt leidt tot schade aan bebouwing, wegen, natuur, landbouw en vitale en kwetsbare functies. Daarom moeten de verwachte grondwaterstanden en de zoetwaterbeschikbaarheid sturend zijn voor de inrichting van het gebied.
- Natuurinclusieve inrichting: Rijnland wil dat de inrichting van ons watersysteem minimaal aan de wettelijke vereisten voldoet (m.n. de kaderrichtlijn Water). Een natuurinclusieve inrichting moet leiden tot verbetering van de waterkwaliteit en de biodiversiteit. Dan draagt de inrichting van gebieden (en groenblauwe verbindingen tussen gebieden) bij aan een gezonde leefomgeving, aan water robuustheid, verkoeling en aan behoud of ontwikkeling van natuurwaarden, landschap en cultuurhistorie.

### 2.3 Convenant Klimaatadaptief Bouwen

Nieuwbouwlocaties in Zuid-Holland worden zoveel mogelijk klimaatadaptief gebouwd, zodat deze bestand zijn tegen weersextremen als gevolg van klimaatverandering. Deze ambitie is vastgelegd in het Convenant Klimaatadaptief Bouwen. Dit convenant is mede ondertekend door de Gemeente Alphen aan den Rijn. Het doel is het verminderen van wateroverlast door hevige neerslag, hittestress, droogte en bodemdaling, het vergroten van de biodiversiteit en gevolgbeperking overstromingen.

Het proces start met onderzoek van de (fysieke) eigenschappen én de relevante thema's en doelen voor duurzaamheid en klimaatadaptatie. Deze analyse is een belangrijk onderdeel van klimaatadaptief bouwen, om de fysieke eigenschappen van een gebied zo goed mogelijk te benutten. Zo wordt klimaatadaptatie betaalbaar, adaptief (op de relevante thema's) en integraal opgenomen in de ontwikkeling.

## 3 INVENTARISATIE

Om het principe van water en bodem sturend (WBS) toe te passen, is het van cruciaal belang om te begrijpen hoe het fysieke systeem precies functioneert en hoe er momenteel gebruik van wordt gemaakt. Een systeemanalyse is daarbij essentieel. Hiervoor zijn data en kaarten van de bodem- en ondergrondkwaliteiten en ondergrondse watersystemen nodig. Daarnaast is het van belang om vanuit verschillende perspectieven naar het water- en bodemsysteem te kijken. Zo kan ook gebruik worden gemaakt van de al bestaande systemen om water en bodem optimaal te benutten. Bijvoorbeeld voor bodemenergie of het leveren van zoetwater aan omliggende natuurgebieden. Aan de andere kant is het ook belangrijk om op grotere schaal naar het gebied te kijken met een systeemdenken-benadering. Denk hierbij aan wat de impact en de toegevoegde waarde kan zijn voor het omliggende gebied, bijvoorbeeld aan het realiseren van zogenaamde groen blauwe netwerken. In de volgende paragraaf wordt ingegaan op welke wijze de gemeente Alphen aan den Rijn omgaat met dataverzameling en databeheer.

### 3.1 Dataverzameling en -beheer

De lat ligt hoog voor Alphen aan den Rijn. Van de ondergrond tot het gebruik bovengronds; op ieder fysiek domein ligt een ambitie. Wat weten we hierover, welke gegevens zijn al beschikbaar en wat weten we nog niet? Data inventarisatie en beheer van data is hiervoor noodzakelijk. De gemeente heeft hiervoor een structurele aanpak ontwikkeld met als doel om meer data-gestuurd te gaan werken. Dit heeft de volgende toegevoegde waarde

- *Het verhogen van kwaliteit van ontwerp en besluitvorming:* data helpt primair met het inzichtelijk maken van waarde-afwegingen en consequenties van voorziene keuzes. Door verschillende soorten data met elkaar te confronteren en combineren, kunnen afwegingen en kansen zich openbaren.
- *Heldere en transparante communicatie:* data in visuele vorm kan gebruikt worden voor presentaties, dashboards en rapporten voor inwoners, bestuurders en specialisten.
- *Integraal werken:* denk hierbij aan het verbeteren van collectieve bewustwording van de beschikbaarheid van gegevens en de mogelijkheid om vanuit een eigen domein ook andere afwegingen inzichtelijk te maken doordat deze data beschikbaar is.
- *Verbeteren data-uitwisseling:* het gestructureerd bijhouden van bronnen en de relevante gegevens hierover (metadata), verhoogt de kwaliteit van data-uitwisseling.
- *Efficiënter werken:* Het zorgvuldig ontsluiten van relevante data leidt ertoe dat data makkelijk deelbaar is met externen. Voorwaarde is dat deze data uitwisselbaar is.
- *Transparantie en reproduceerbaarheid:* een gestructureerde data-aanpak is noodzakelijk om de onderliggende data van gemaakte keuzes makkelijk te kunnen benaderen. Dit verhoogt de reproduceerbaarheid van analyses en afwegingen.

De gemeente heeft hiervoor een GIS-Atlas (Gnephoek atlas) ontwikkeld. In beginsel is het streven om deze GIS Atlas openbaar beschikbaar te stellen tenzij dit vanwege verschillende redenen van wordt afgeweken (bijv. privacy, data-contracten etc.). Voor de ontwikkeling van plannen voor de Gnephoekpolder is betrokken partijen, zoals bijvoorbeeld waterschap en provincie, toegang verleend tot deze GIS Atlas via een 'Gnephoekaccount'.

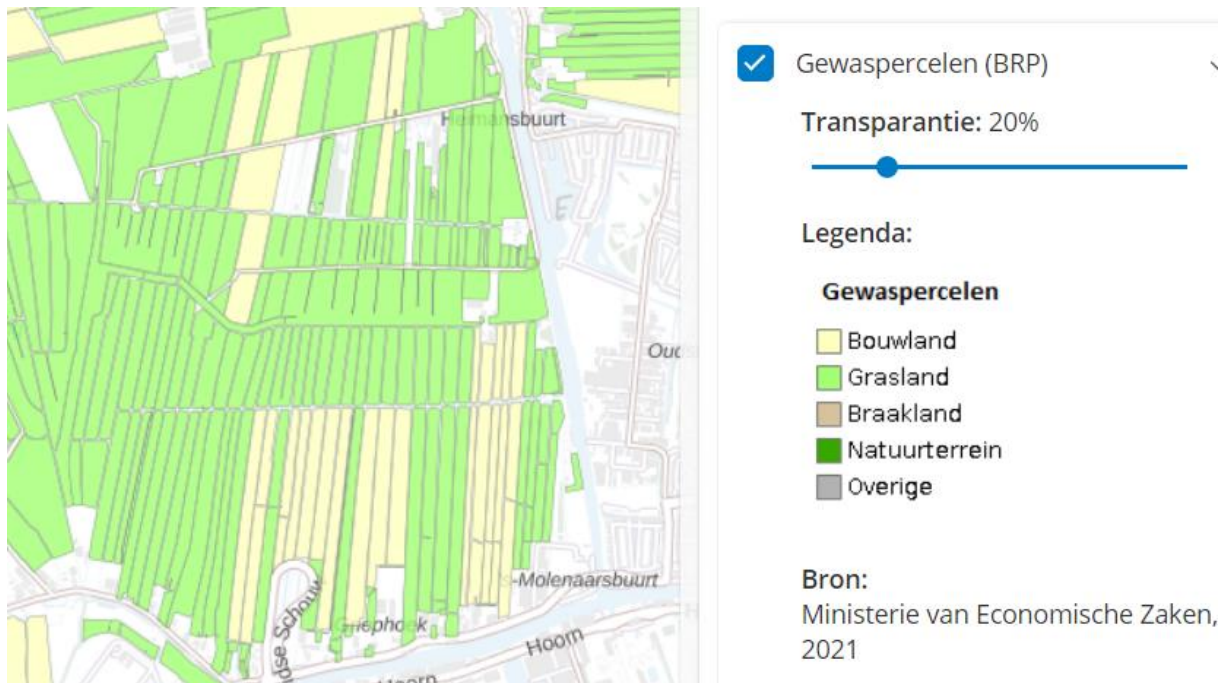
Voor de inventarisatie voor het onderdeel bodem en water t.b.v. het opstellen van het Contourenplan zijn de volgende stappen doorlopen:

- *Stap 1: Data-analyse:* er is een inventarisatie gemaakt van de verschillende beschikbare datasets en hun kenmerken. Denk daarbij aan de ontsluitingswijze, brongegevens, waar deze op gebaseerd is en een indicatie van betrouwbaarheid. Hoe data is ontsloten, is bepalend voor de mate van uitwisselbaarheid, integraliteit en digitaliseringsopgave (indien niet digitaal).
- *Stap 2: Digitaliseren van data volgens GIS-standaarden.* Nadat inzichtelijk is waar de bruikbare data staat, is de vervolgstap om te streven naar digitale uitwisselbaarheid. In het geval van oude (analoge) historische kaarten, rapporten of webgegevens houdt dit in dat bewerkingslagen zijn uitgevoerd om de gegevens in gewenst digitaal bestandsformaat te verkrijgen.
- *Stap 3: Inventaristie ontbrekende data:* er is samen met partners een analyse gemaakt van aanvullende wenselijke gegevens ten behoeve van de plannen en mogelijke beschikbare gegevenssets voor specifiek de Gnephoekpolder. Op basis hiervan is een onderzoeksvoorstel Bodem en Water opgesteld voor het verkrijgen van aanvullende data.

De beschikbare data zijn vervolgens ingebracht en gebruikt tijdens het proces van 'Ontwerpend onderzoek' voor het opstellen van het Contourenplan voor de Gnephoekpolder.

## 3.2 Bodem

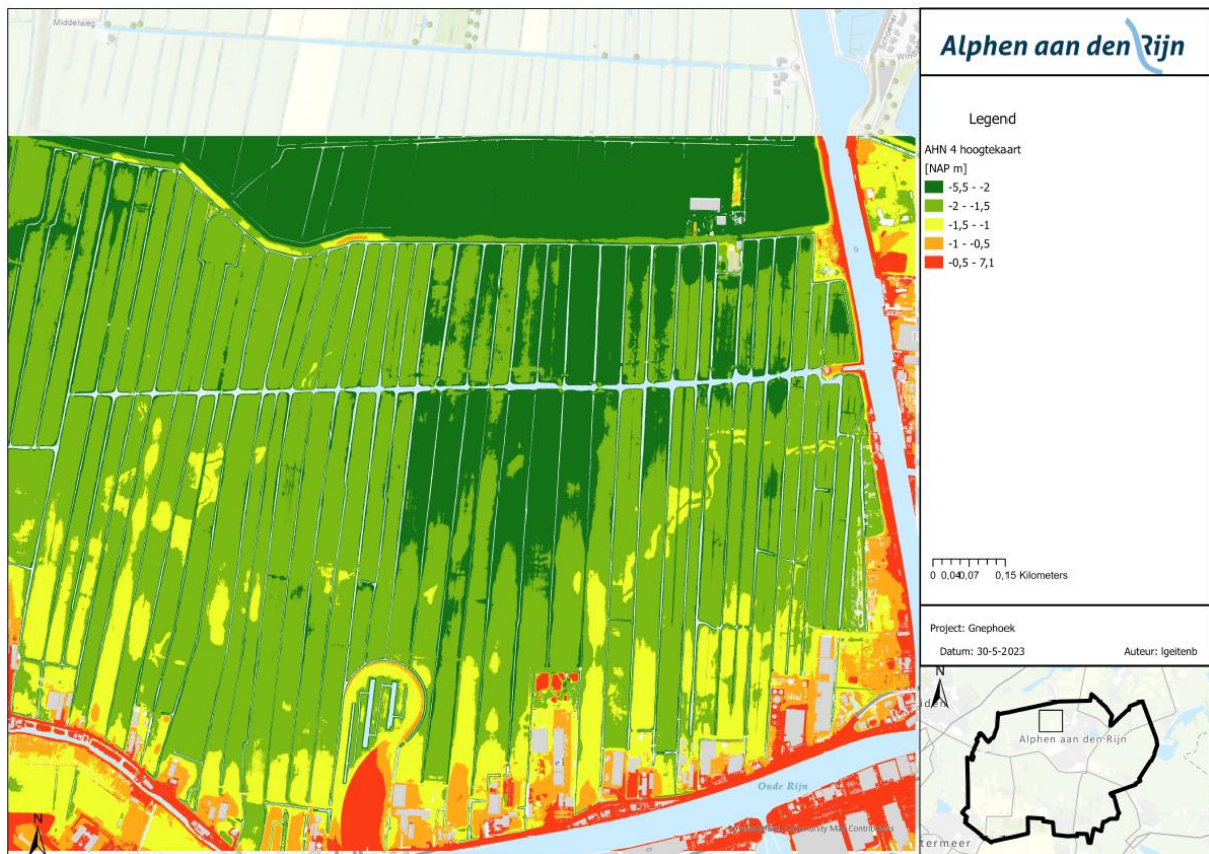
Gnephoekpolder en Vrouwgeestpolder worden op dit moment vooral agrarisch gebruikt. Het grootste gedeelte is bestemd als agrarisch grasland. Een gedeelte wordt gebruikt voor het verbouwen van gewassen (o.a. mais).



*Figuur 3.1 Gewaspercelen (Atlas van de leefomgeving)*

De maaiveldhoogte in Polder Gnephoek varieert van ca. NAP -1,5 m tot NAP - 2,0 m. In de Vrouwgeestpolder bedraagt de maaiveldhoogte circa NAP -4,3 m. Deze polder ligt aanzienlijk lager als gevolg van de vroegere veenontginning. In figuur 3.2 is een uitsnede van de AHN-4 opgenomen. In polder Gnephoek ligt het maaiveld langs de Oude Rijn en in het westelijk deel hoger. Ook komen in het centrale deel hogere stroomruggen voor (zie ook bijlage 1). De weg langs de Oude Rijn loopt van oost naar west van NAP circa -0,4 m tot aan de Leidse Schouw op tot circa NAP +0,2 m. De boezemkade langs de Heimanswetering ligt op circa NAP -0,3 à NAP +0,0 m.





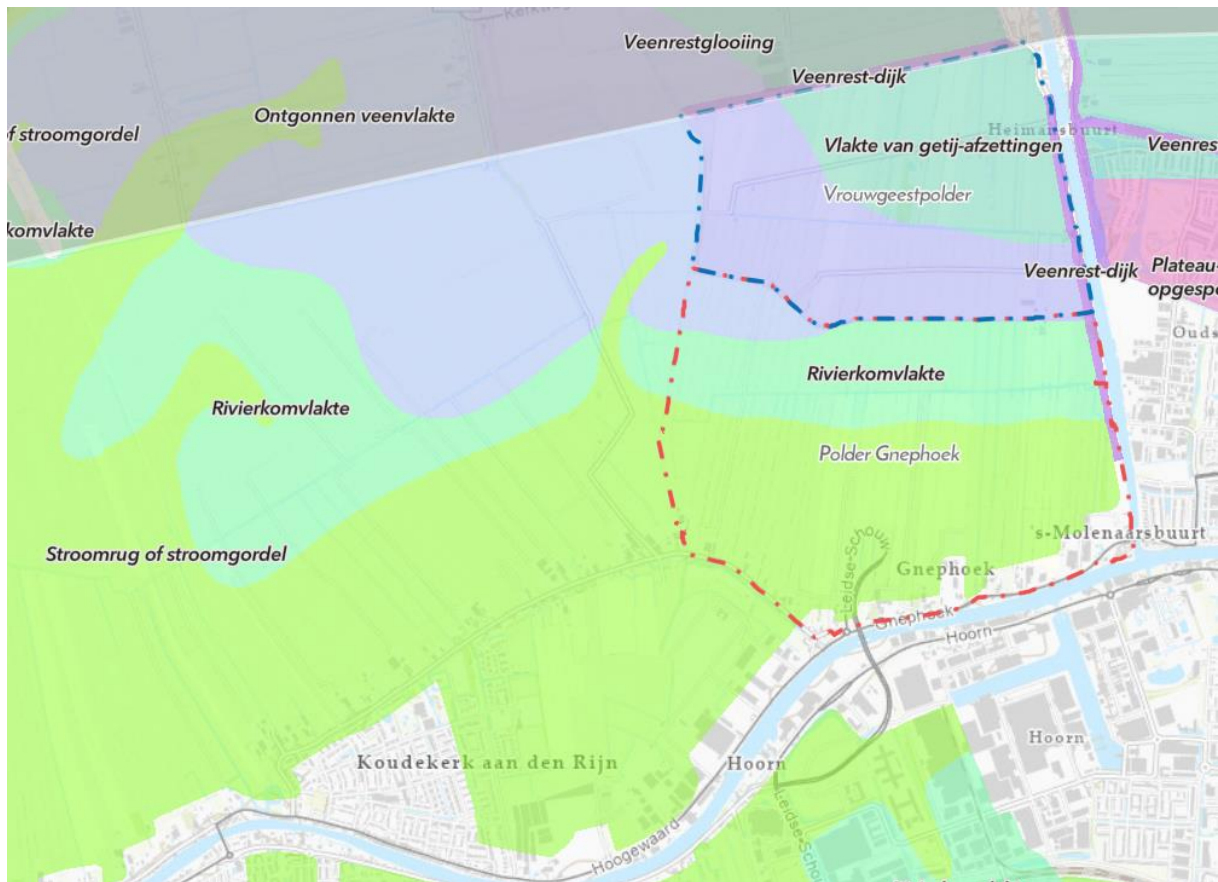
Figuur 3.2 Hoogtekaart (AHN) Gnephoekpolder

### 3.2.1 Bodemopbouw

Het pleistocene dekzand ligt in het plangebied op 10 tot 12 m -NAP. Door klimaatverandering aan het begin van het Holoceen steeg de zeespiegel. Onder invloed van deze stijging trad een vernatting van het landschap op en heeft zich op het dekzand een veenpakket ontwikkeld (het Basisveen van de Formatie van Nieuwkoop). Door toenemende stijging van de zeespiegel kwam het plangebied binnen de invloed van de zee te liggen en vormde zich uiteindelijk op het Basisveen een waddenlandschap met kreken. Deze wadafzettingen worden gerekend tot het Laagpakket van Wormer van de Formatie van Naaldwijk. In de omgeving van Alphen aan den Rijn zijn dergelijke mariene wadafzettingen zeer kleiig en voornamelijk in een subgetijdenmilieu afgezet. Vanwege het dynamische karakter door het getijdenmilieu was dit gebied niet geschikt voor bewoning.

Door de zeespiegelstijging en de vorming van strandwallen langs de kust, steeg de grondwaterspiegel waardoor vernatting in het gebied optrad. Hierdoor ontstond op grote schaal hoogveen, het zogenaamde Hollandveen (Formatie van Nieuwkoop). Dit gebeurde ook in het onderzoeksgebied vanaf circa 3500 voor Chr. Door het veengebied liepen rivieren die vooral meanderend van aard waren. De Rijn is een dergelijke rivier en deze is van grote invloed geweest op de landschappelijke situatie in het plangebied. Het riviersysteem van de Oude Rijn functioneerde van circa 3500 v. Chr. tot 1122 n. Chr., dus in de periode van het Midden-Neolithicum tot en met de Late Middeleeuwen. Op dat moment wordt namelijk de

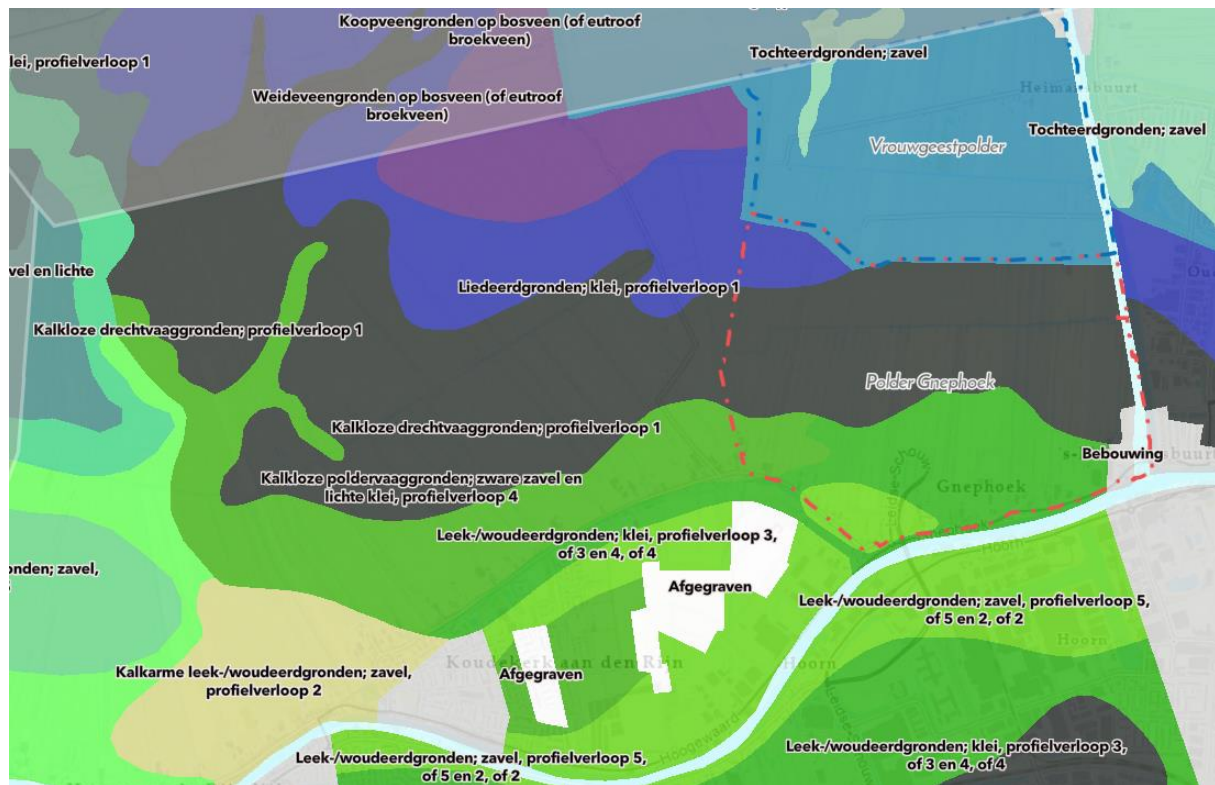
Kromme Rijn bij Wijk bij Duurstede afgedamd. Hierdoor vindt er geen actieve sedimentatie meer plaats en verplaatst de rivier zich niet of nauwelijks meer.



*Figuur 3.3 Geomorfologische kaart Gnephoekpolder*

Op de geomorfologische kaart is te zien dat het zuidelijk deel van Polder Gnephoek ter plaatse van een stroomrug ligt en het noordelijk deel ter plaatse van een rivierkomvlakte. De stroomrug heeft in het algemeen de meeste draagkracht en rivierkomvlakte de minste draagkracht. De dijk langs de oostelijk gelegen Heimanswetering betreft een veen-restdijk. Een restant dat om praktische redenen tijdens de vervening is achtergebleven. Een geomorfologische kaart geeft met name de ontstaansgeschiedenis van de vorm van het aardoppervlak. Sonderingen en boringen geven een meer gedetailleerd beeld van de opbouw van de bodem en dikte van lagen.

Voor de bovenste 1,2 m geeft figuur 3.4 een inzicht in de bodemopbouw.



Figuur 3.4 Bodemsoorten Gnephoekpolder

Hierna volgt een korte beschrijving van de in het onderzoeksgebied voorkomende bodemsoorten:

*Leek-/woudeerdgronden bestaande uit klei (pRn86)*

Deze gronden liggen in het zuiden langs de Oude Rijn. De profielen hebben een 15 à 30 cm dikke, kalkloze, duidelijk donkere, humushoudende bovengrond, met 25–40% lutum en 12–20% humus, waarin een duidelijke zand bijmenging (toemaak) aanwezig is. Onder de bovengrond komt humusarme, soms matig humeuze, kalkloze, zware klei (35 a 60% lutum) voor, die plaatselijk tot minstens 120 cm kalkloos en zwaar blijft maar elders tussen 60 en 120 cm overgaat in al dan niet kalkrijke, lichte klei of zavel.

*Leek-/woudeerdgronden; zavel (code pRn59)*

Deze eenheid ligt in het zuidwestelijke deel en vormt de oeverwal van de Oude Rijn. De 20 à 35 cm dikke, duidelijk donkere, humushoudende bovengrond is kalkloos en bevat 17,5 – 25% lutum en 10 – 15% humus. De ondergrond bestaat uit lichte klei overgaand in zavel of geheel uit zavel (profielverloop 5). Soms komen er dunne zandlagen in het profiel voor of is de zavel sterk gelaagd. Plaatselijk gaat de lichte klei of de zavel binnen 80 cm over in rivierzand.

*Kalkloze poldervaaggronden; zware zavel en lichte klei (code eRn94C)*

Deze gronden liggen in de meest zuidwestelijke hoek. De bovenste 30 à 40 cm van deze gronden bestaat uit kalkloze, lichte zeeklei. Op 30 à 40 cm diepte begint de kalkloze, zware rivierklei met 2 – 5% humus; deze laag gaat door tot tenminste 120 cm. Tussen 80 en 120 cm komen soms wat minder stevige lagen voor.

#### *Liedeerdgronden; klei (code pRv81)*

Deze gronden komen in het centrale deel en vormen de overgang van de stroomgordel naar het oorspronkelijke veengebied. De bovengrond is 20 à 35 cm dik en heeft een humusgehalte van 15 à 22% en een lutumgehalte van 25 tot 40%. Het gehalte aan matig fijn en matig grof zand is hoog. Dit zand is afkomstig van de toemaak, een mengsel van stalmest, bagger en duin- of rivierzand, dat door de boeren in het verleden op het land is gebracht. Onder de bovengrond ligt zeer humeuze tot humusrijke, kalkloze, matig zware tot zware klei met een naar beneden toenemend humusgehalte. Tussen 40 en 80 cm begint het bosveen, dat steeds een aanzienlijke hoeveelheid minerale bestanddelen bevat, en waarin soms humusrijke, kalkloze kleilagen worden aangetroffen.

#### *Moerige eerdgronden met een moerige bovengrond of moerige tussenlaag op niet-gerijpte zavel of klei (code dWo)*

Deze gronden liggen in het noordelijk deel van het onderzoeksgebied. Ze hebben een 25 à 40 cm dikke, goed veraarde bovengrond, die overal 10 à 40% matig fijn en matig grof zand bevat. Meestal bestaat deze bovengrond geheel uit venige klei met veel zand; slechts plaatselijk is de bovengrond humusrijk en pas daaronder venig. Onder de moerige bovengrond ligt vrijwel altijd een 10 à 20 cm dikke, kalkloze, zware kleilaag. Deze gaat vrij abrupt over in zavel die hier en daar bovenin ontkalkt is. De profielen zijn veelal vanaf 30 à 40 cm dieptematig slap en/of matig stevig. De bovengrond is gevoelig voor verdroging.

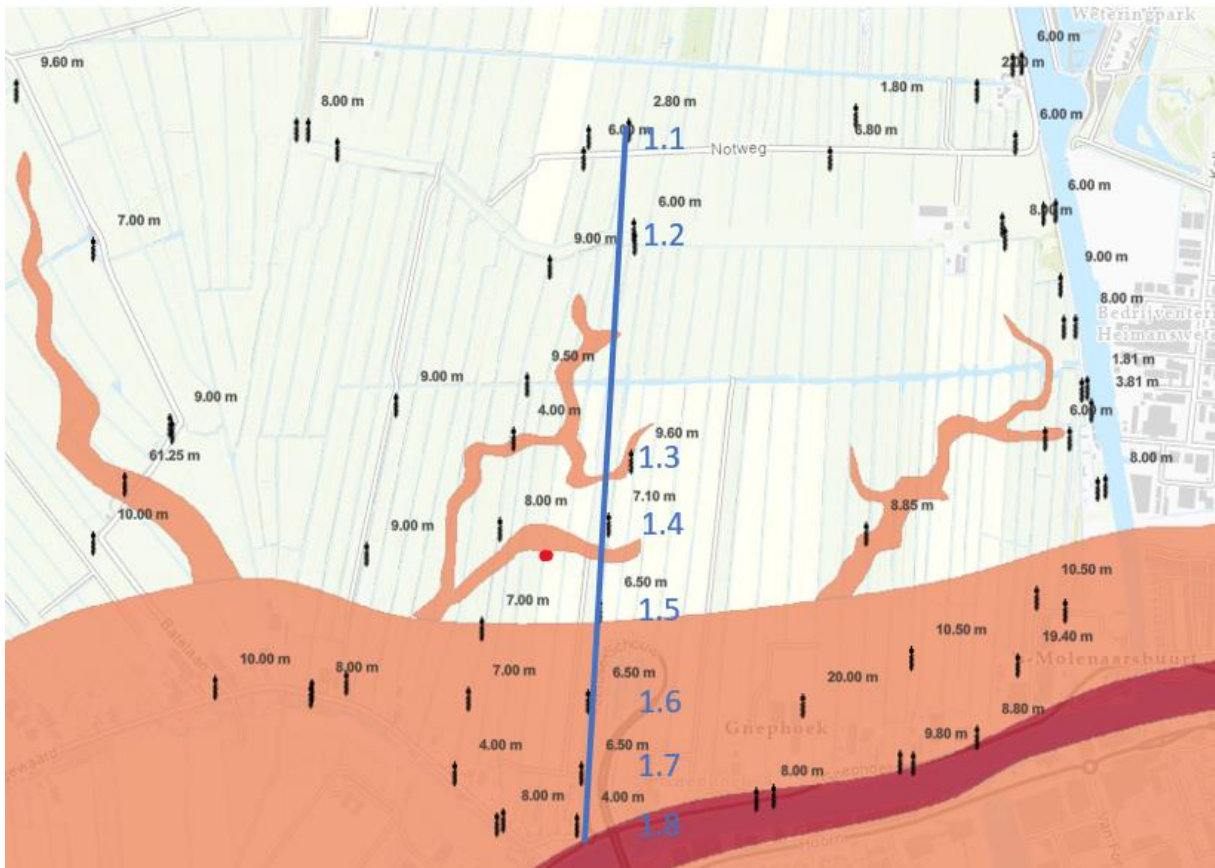
#### **Inventarisatie**

Om het beeld van de ondiepe en diepere bodemlagen te verbeteren is gebruik gemaakt van bodemgegevens uit DINOloket/Basisregistratie Ondergrond. Deze gegevens zijn aangevuld met sonderingen uit het gemeentelijk archief, sonderingen t.b.v. onderzoek naar keringen (Rijnland), ondiepe boringen die in 2023 door Deltares zijn uitgevoerd en de 20 sonderingen die in het kader van dit onderzoek zijn uitgevoerd. De aanvullende data en onderzoeken waren bedoeld om met name de overgangen tussen de verschillende gebieden met meer of minder stevige ondergrond beter in beeld te krijgen. En om meer inzicht te krijgen in de dikte van de verschillende bodemlagen op verschillende locaties. Door de Gemeente Alphen aan den Rijn is ook opdracht gegeven om aanvullend nog twee geotechnische boringen uit te voeren.

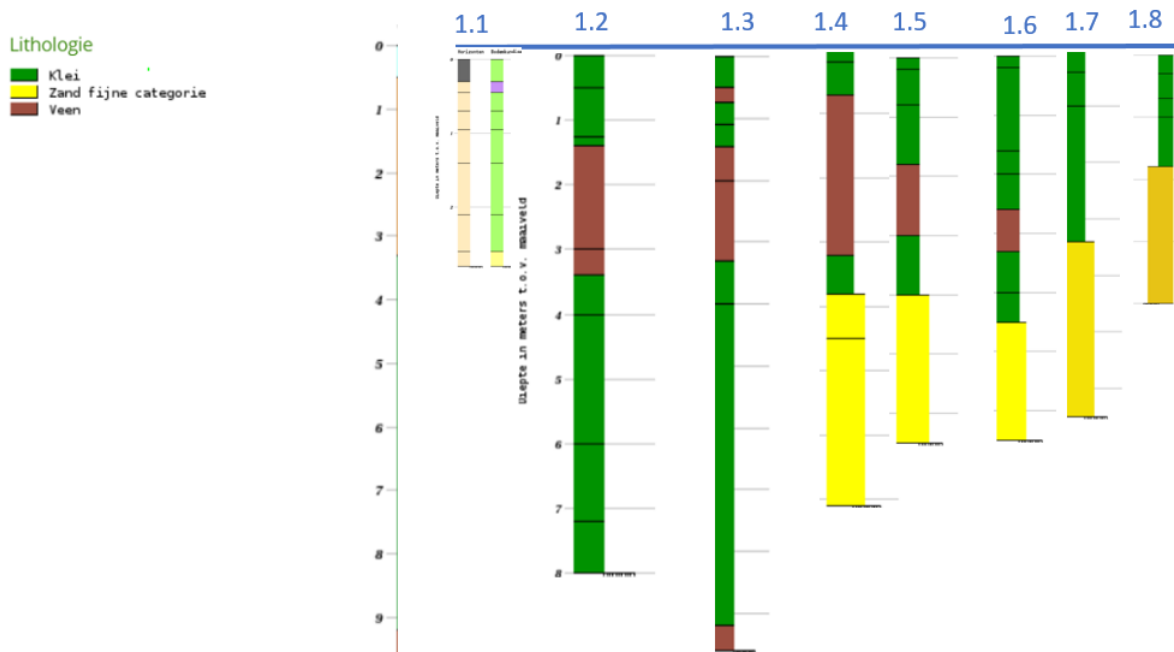


*Figuur 3.5 Uitgevoerd bodemonderzoek Gnephoekpolder 2023*

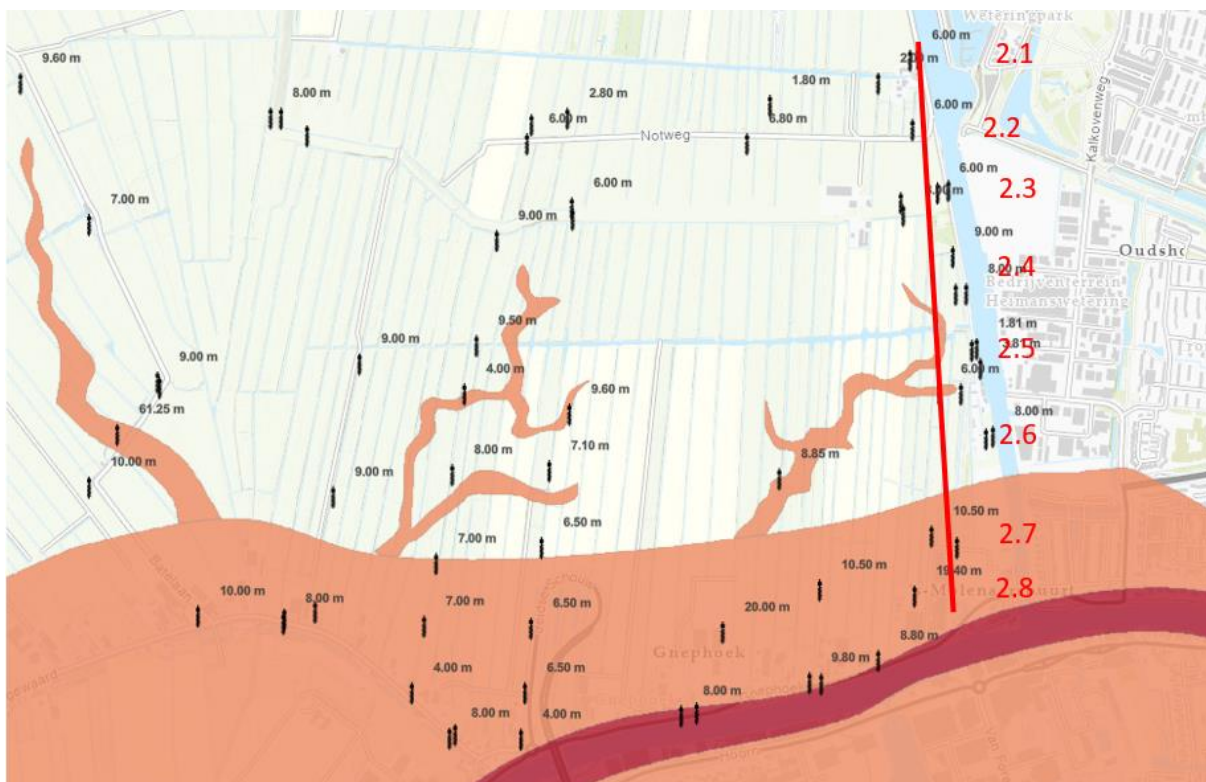
Aanvullend zullen bodemonsters worden genomen, samendrukkingsproeven worden uitgevoerd en peilbuizen worden geplaatst (freatisch en eerste watervoerende pakket en indien van toepassing in tussenzandlagen). De figuren 3.6 en 3.7 geven een indruk van de dwarsdoorsneden over de bovenste 8 a 10 m van het gebied.



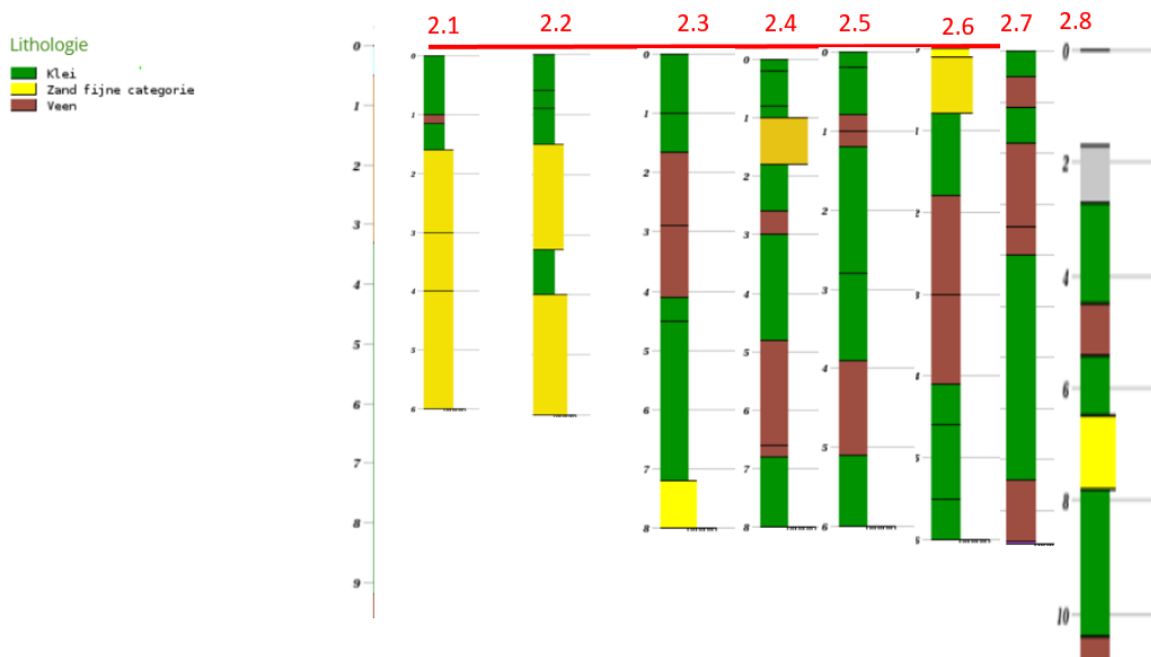
Figuur 3.6a Dwarsdoorsnede bodemprofielen 1.1 t/m 1.7



Figuur 3.6b Gegevens bodemopbouw profiel 1.1 t/m 1.7



Figuur 3.7a Dwarsdoorsnede bodemprofielen 2.1 t/m 2.8



Figuur 3.7b Gegevens bodemopbouw profiel 2.1 t/m 2.8

Voor inzicht in het bodemsysteem is gebruik gemaakt van informatie uit de Basisregistratie Ondergrond (BRO). Deze informatie is aangevuld met data verkregen uit de archieven van Gemeente Alphen aan den Rijn en Hoogheemraadschap van Rijnland. Bovendien is aanvullend veldwerk (20 sonderingen) uitgevoerd.

Het recente uitgevoerde geotechnisch bodemonderzoek is terug te vinden in bijlage W5.

Het meest zuidelijk deel van de Gnephoekpolder ligt op een stroomrug. Deze kent over het algemeen de minst zettingsgevoelige bodem. Binnen een beperkt aantal meters worden de zandlagen aangetroffen.

In het midden gedeelte – globaal tot aan de watergang die oost-west door de Gnephoek loopt – is de stroomrug minder duidelijk aanwezig en kom je de restanten van een krekenslandschap tegen. Zandlagen worden afgewisseld door klei – en veenlagen. De dikte van de (hogere holocene) veenlagen lijkt beperkt te blijven tot ongeveer 1 m.

Het noordelijk deel van de Gnephoekpolder ligt in een voormalige rivierkomvlakte. Dit is de meer zettingsgevoelige bodem. De aangetroffen veenlagen zijn meestal afgedekt met een kleilaag van 1 a 2 meter. De dikte van de holocene veenlagen varieert van 1 tot 3 meter.

De Vrouwgeestpolder ligt ook in een voormalige rivierkomvlakte. De polder is een droogmakerij. Dat betekent dat bovenste veenlagen zijn weggegraven.

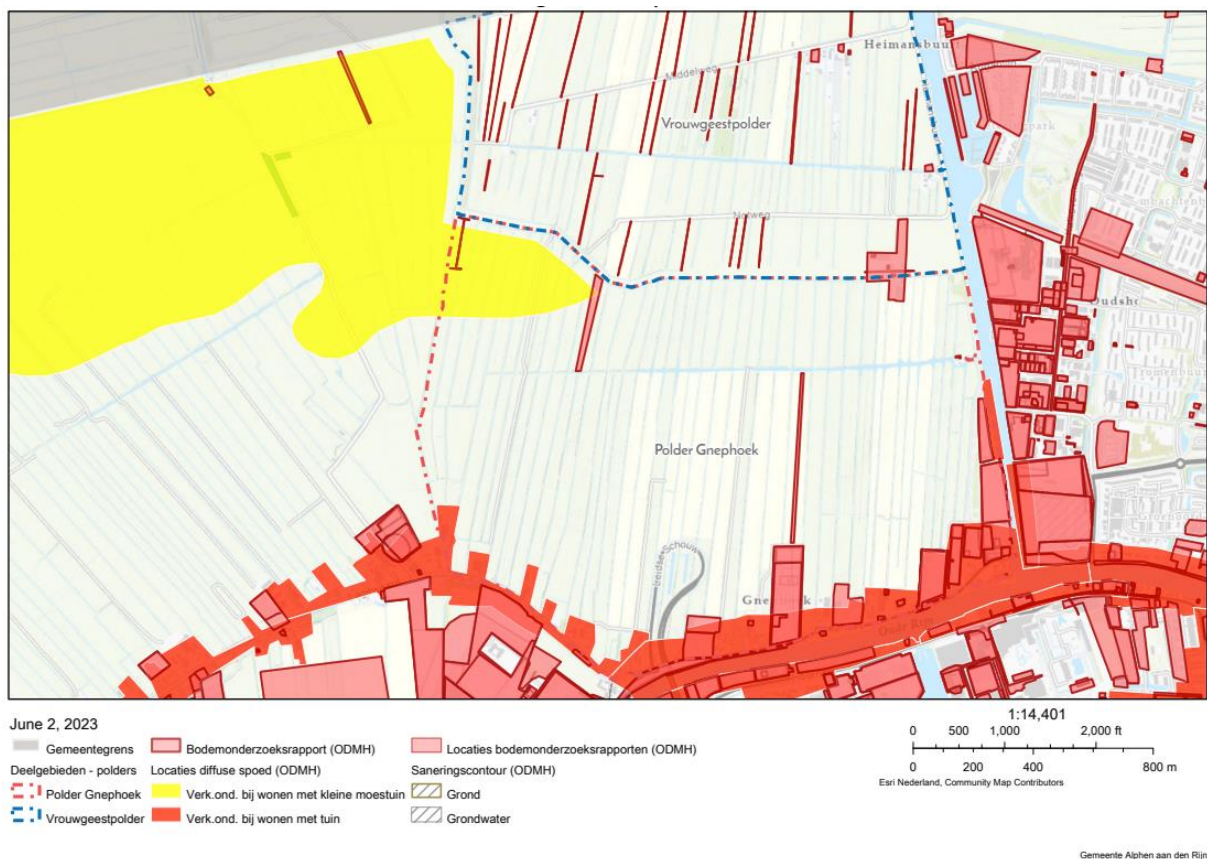
Voor nadere bepaling van de zettingsgevoeligheid worden nog samendrukkingsproeven uitgevoerd.

### 3.2.2 Bodemmilieu

De tot nu toe uitgevoerde milieukundige bodemonderzoeken binnen het gebied van de Gnephoekpolder zijn beperkt. Dat was te verwachten, omdat het gebruik van deze polder in de afgelopen decennia nauwelijks is gewijzigd.

In figuur 3.8 is een indruk gegeven van de door Omgevingsdienst Midden Holland (ODMH) geregistreerde milieukundige bodemonderzoeken.





*Figuur 3.8 Geregistreerde milieukundige onderzoeken ODMH*

In de zone langs de Oude Rijn wordt aangegeven dat nader onderzoek nodig is bij functieverandering. Dat heeft te maken met een algemene risicobeoordeling op onder andere lood voor gebieden en wegen, die al lang geleden zijn aangelegd. In een later stadium zullen indicatieve milieukundige bodemonderzoeken moeten worden uitgevoerd. Gedeeltes – waar in het verleden slootdempingen hebben plaatsgevonden – zullen daarbij extra aandacht krijgen vanwege de verdenking van bodemvreemde, potentieel verontreinigende materialen. Onderzoek is tevens nodig bij grootschalig grondverzet (partijkeuringen (AP04)).

### 3.2.3 Archeologie

In het kader van de voorbereiding van het Contourenplan is door de Omgevingsdienst Midden Holland (ODMH) in mei 2023 een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd.

Deze regio was van oorsprong een woest gebied tussen, en langs, de rivieren de Hollandse IJssel, de Gouwe en de Oude Rijn. In de Romeinse tijd was al sprake van bewoning in deze regio. Alphen aan den Rijn lag langs de Limes, de noordelijke grens van het Romeinse rijk. In de middeleeuwen was de regio een moerassig gebied. Vanaf de 11e eeuw begon men met het ontginnen van veen. Deze ontginningen gebeurden vanaf de hoger gelegen rivieroeveren zoals onder andere de Oude Rijn. Het projectgebied ligt van origine deels in een veengebied en bedijkte kwelders en riviervlakten.

Als gevolg van de veenontginning is het landschap in het noordelijk deel veranderd naar een droogmakerij. Rond 1500 begon men de veengronden af te graven om turf te winnen dat als brandstof werd gebruikt. Ook in het onderzoeksgebied heeft dat plaatsgevonden. De polder Vrouwgeest (nu Vrouwgeestpolder) werd in circa 1634 gesticht. Het consent tot vervenen, bedijken en droogmaken werd in 1756 door hoogheemraden van Rijnland verleend. Na de uitvening is de polder tussen 1797 en 1799 drooggemaakt door de nieuwgebouwde Vrouwgeestmolen.

De binnen het veengebied gevormde rivierafzettingen van de Oude Rijn worden gerekend tot de Formatie van Echteld en waren vanwege de hogere ligging waarschijnlijk geschikt voor bewoning vanaf het Neolithicum of de Bronstijd. De oude noordelijke oeverwal is ook heel bepalend geweest voor de Middeleeuwse agrarische bebouwing en bebouwing. Waarschijnlijk heeft de oeverwal gefungeerd als ontginningsas voor de ontginning van het achterland.

De Heimanswetering is aan het einde van de Middeleeuwen, vermoedelijk aan het begin van de 13e eeuw, gegraven als afwatering en verbinding tussen de Oude Rijn en het IJ. Hierbij werd gebruik gemaakt van al bestaande watergangen Oude Wetering en de Goog. De Heimanswetering vervulde lange tijd een belangrijke rol in de afwatering richting het IJ. De doorstroming moest, getuige enkele archiefstukken uit de 16e eeuw, goed blijven.

In de polder Gnephoek is zowel veen als klei gewonnen. De veenwinning is goed terug te zien in de Vrouwgeestpolder in het noorden van het gebied. Ten noorden van de Ringdijk ligt het maaiveld gemiddeld genomen 3 meter lager dan het zuidelijke gebied. In het zuiden van het plangebied is waarschijnlijk geen veen gewonnen, maar juist wel klei. De klei, afkomstig van overstromingen van de Oude Rijn, was erg geschikt voor het maken van dakpannen en bakstenen. Langs de Heimanswetering stond een grote pannenbakkerij. De ontginningen zijn behalve in NAP hoogtes ook goed terug te zien in het slagenlandschap. De langgerekte percelen herinneren ons aan deze grondwinning.

Uit het archeologisch onderzoek blijkt dat in de polder Gnephoek diverse gebieden aan te wijzen zijn waar nog archeologische resten aangetroffen kunnen worden. Sommige gebieden hebben een hoge verwachting op deze resten en andere middelhoog of laag.

In figuur 3.8 is een kaart opgenomen met de verschillende zones waar vervolgonderzoek noodzakelijk is. De kaart is gebaseerd op de archeologische waardenkaart, de bodemkaart van Cohen en Stouthamer (2012) en het AHN.

- **Hoge verwachting:** De zones met een hoge verwachting betreffen de brede zone langs de Oude Rijn, de crevasse-afzettingen en de (verdwenen) molenlocaties in het gebied. Bij werkzaamheden in deze zones is het noodzakelijk dat een verkennend en/of karterend booronderzoek wordt uitgevoerd. Vooral ter hoogte van de crevasses kan het handig zijn direct een karterend booronderzoek uit te voeren, zodat de ligging ervan meteen goed kan worden vastgesteld.



### 3.3 Water

Veel informatie over het watersysteem is van het Hoogheemraadschap van Rijnland in memo's en gesprekken verkregen. Daarnaast zijn onder andere gegevens van AHN4 en het dinoloket.nl gebruikt en geïnterpreteerd.

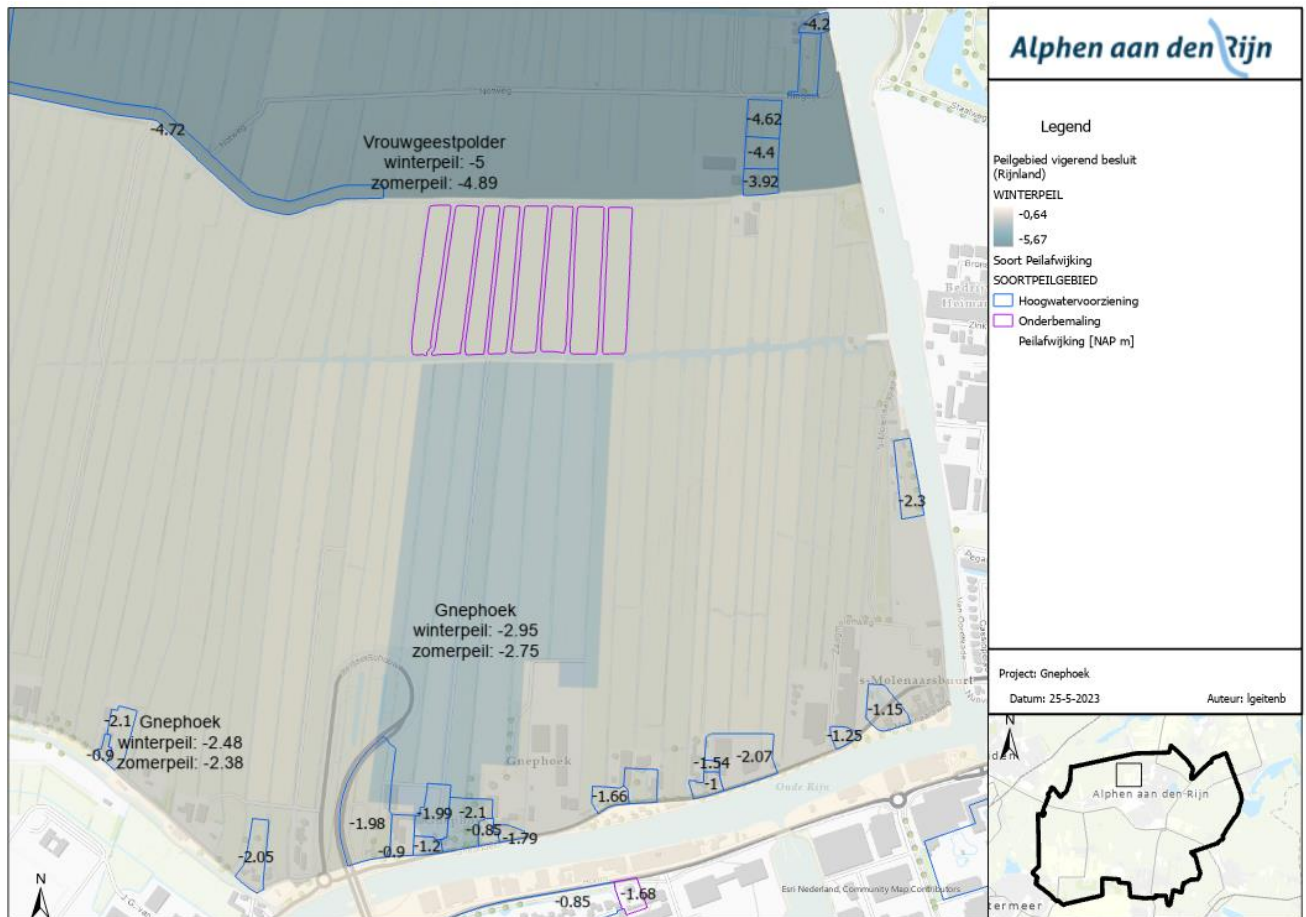
#### 3.3.1 Watersysteem

Het onderzoeksgebied betreft de Gnephoekpolder in het zuiden en de Vrouwgeestpolder in het noorden. De Vrouwgeestpolder onderscheidt zich doordat dit een droogmakerij is en daarmee aanzienlijk dieper is.

De Gnephoekpolder grenst in het oosten aan de Heimanswetering en in het zuiden aan de Oude Rijn en Luttike Rijn, allen behorend tot het Boezemsysteem van HH Rijnland met als zomerpeil NAP -0,61 m en winterpeil NAP -0,64 m. Ten westen van de Gnephoekpolder ligt de Bruimadeschepolder.

De Gnephoekpolder bestaat uit het hoofdpeilvak, een inliggend, lagergelegen peilvak in het midden van de polder en een aantal hoogwatervoorzieningen langs de Oude Rijn en Heimanswetering (zie figuur 3.9). Daarnaast is er in het noorden van de polder nog een gebied met bemalen drainage. In het hoofdpeilvak is het winterpeil NAP -2,48 m en het zomerpeil -2,38 m. In het lager gelegen peilgebied is het winterpeil NAP -2,95 m en het zomerpeil NAP -2,75 m. In het gebied met bemalen drainage wordt de grondwaterstand actief onderbemalen. Dit is nodig om het huidige landgebruik mogelijk te maken. Dat is ook de reden voor het lagere peil in het inliggende peilgebied.

De hoogwatervoorzieningen worden door particulieren in stand gehouden doormiddel van inlaten en stuwen. Ze dienen voor het instant houden van de funderingen van de bestaande oude bebouwing. Het peil is lager dan het boezempeil maar hoger dan het polderpeil.



Figuur 3.10 Polderpeilen en peilafwijkingen in de Gnephoekpolder.

Het watersysteem van de Gnephoekpolder wordt op peil gehouden via inlaten langs de Rijnlandse boezem: de Oude Rijn en Heimanswetering. De afwatering is richting het noorden en wordt via poldergemaal Gnephoek naar de Heimanswetering afgevoerd. Vanuit de Gnephoekpolder bevinden zich ook twee inlaten naar de Vrouwgeestpolder. Een deel van het water wordt naar de Vrouwgeestpolder geleid.

In het gebied zijn een beperkt aantal stuwen aanwezig. Vooral langs de Oude Rijn zijn stuwen ten behoeve van de particuliere hoogwatervoorzieningen aanwezig. De benodigde inlaten en stuwen van de peilafwijkingen worden door particulieren gehandhaafd. De werkelijke aanwezig peilen zijn daarom onzeker en niet altijd bekend. Voor nauwkeurige beoordeling van de peilen moeten deze ingemeten worden.

Ten noorden van de Gnephoekpolder bevindt zich de diepe Vrouwgeestpolder met als winterpeil NAP  $-5,00$  m en als zomerpeil NAP  $-4,89$  m, ten westen van de polder bevindt zich de Bruidemaschepolder met een zomerpeil van NAP  $-2,30$  m en een winterpeil van NAP  $-2,38$  m. Daarmee heeft de Bruidemaschepolder een iets hoger waterpeil dan de Gnephoekpolder. De Bruimadesche polder voert af naar de Vrouwgeestpolder. De Vrouwgeestpolder voert af via een gemaal naar de Heimanswetering. Er liggen meerdere onderbemalingen in de Vrouwgeestpolder, waar het peil omwille van het faciliteren van de agrarische functie lager wordt gehouden.



van brakke kwel. Vanwege de kweldruk dient er ook rekening gehouden te worden met opbarstrisico van de waterbodem bij brede watergangen.

### 3.3.2 Waterveiligheid

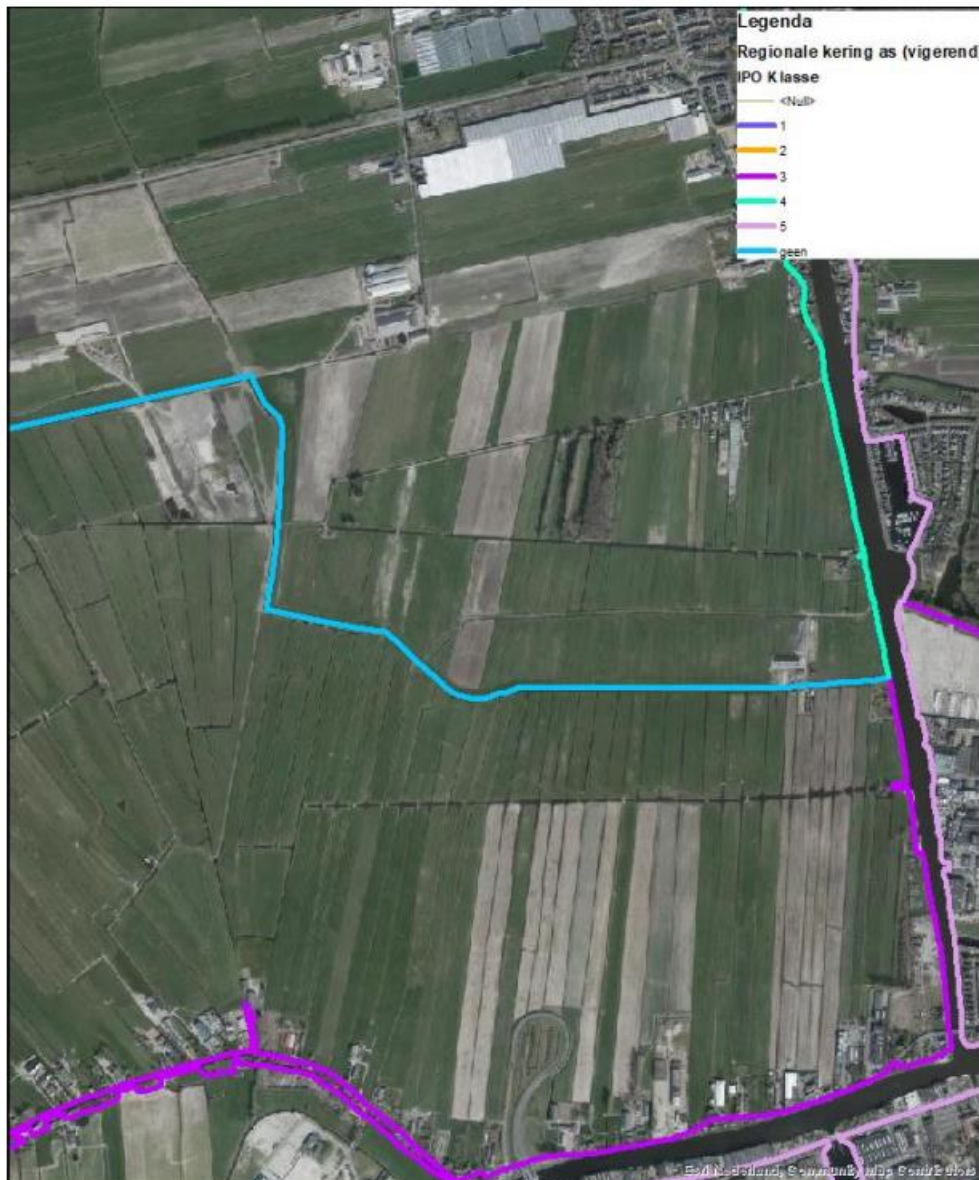
Langs de Gnephoekpolder bevinden zich een aantal regionale waterkeringen:

- Boezemkades Gnephoekpolder:
  - Het traject langs de Oude Rijn is ongeveer 1.500 m
  - Het traject langs de Lagewaardse (Luttike) Rijn is ongeveer 900 m
  - Het traject langs de Heimanswetering (gedeelte Gnephoekpolder is 900 m
- Boezemkade Vrouwgeestpolder:
  - De dijk langs de Heimanswetering met een lengte van ongeveer 1.200 m
- Polderkades:
  - Polderkade Gnephoekpolder – Vrouwgeestpolder:
  - Polderkade Bruimadeschepolder – Vrouwgeestpolder

De veiligheidsnorm voor de regionale waterkeringen wordt vastgelegd als de gemiddelde overschrijdingsfrequentie per jaar (kans van voorkomen van een bepaalde waterstand). Het wenselijke veiligheidsniveau is gerelateerd aan de economische schade die bij het falen van de waterkering kan optreden. Hiertoe zijn de regionale waterkeringen naar gelang de mogelijke optredende schade in een aantal klassen ingedeeld. De huidige normering van de regionale keringen, zoals is vastgesteld door de provincie Zuid-Holland, is:

- IPO 3: een overschrijdingskans van 1 x per 100 jaar
- IPO 4: een overschrijdingskans van 1 x per 300 jaar.
- IPO 5: een overschrijdingskans van 1 x per 1.000 jaar

De huidige toegekende veiligheidsklasse waaraan de keringen rondom de Gnephoek moeten voldoen zijn weergegeven in figuur 3.12. Bij realisatie van de gebiedsontwikkeling Gnephoek moet de normering worden aangepast, omdat de economische waarde van het gebied is toegenomen. Dat betekent waarschijnlijk IPO 5. De kering tussen de Gnephoekpolder en de Vrouwgeestpolder is van de categorie Polderkering. Deze kering beschermt de Vrouwgeestpolder tegen overstroming vanuit Gnephoekpolder en heeft geen IPO veiligheidsniveau toegekend.



*Figuur 3.12: Huidige toetsingsniveau waterkeringen rondom de Gnephoek ( Bron HH Rijnland, PZH 2018)*

De belangrijkste criteria waarop wordt getoetst zijn: macrostabiliteit binnentalud, hoogte en piping. In de loop van 2023 worden de resultaten van de toetsing regionale waterkeringen bekend. De huidige toetsing van de keringen is uitgevoerd op basis van de normen die verbonden zijn aan het huidige veiligheidsniveau en bevat de volgende resultaten:

- In de hoogtoets voor nieuwe toetsronde (2024, nog in concept) worden de keringen langs de Oude Rijn grotendeels goedgekeurd op hoogte (minimaal benodigde hoogte), alleen nabij de aftakking met de Heimanswetering zitten twee lagere plekken.
- Langs de Luttike Rijn heeft de waterkering aan de polderzijde onvoldoende stabiliteit. Hiervoor is de dijkversterking in de ontwerpfase;



- Langs de Heimanswetering zitten in de keringen langs de Gnephoek polder enkele lage plekken met een hoogtetekort tot 10 cm. (zie figuur 3.13). Indien echter bebouwing/infrastructuur in de beschermingszone van de waterkering komt moet deze, in beginsel, buiten het profiel van vrije ruimte blijven.
- Over een kort gedeelte van de kering van de Gnephoekpolder langs de Heimanswetering is er risico op piping geconstateerd. Aandachtspunt hierbij is dat voor het faalmechanisme piping binnen de huidige legger geen ruimte is gereserveerd. Dit betekent dat er mogelijk ruimte nodig is buiten de huidige beschermingszone. Bijvoorbeeld in het dempen van een (teen)sloot in het achterland of doorzetten van ophoging buiten de beschermingszone.
- Het gedeelte van de waterkering van de Vrouwgeestpolder langs de Heimanswetering vanuit het zuiden tot aan de Middelweg voldoet de kering niet door onvoldoende stabiliteit aan de polderzijde en risico op piping;
- Het westelijk deel van de polderkade tussen de Gnephoekpolder en de Vrouwgeestpolder is er risico op piping. De (polder)kering tussen polder Gnephoekpolder en Vrouwgeestpolder bestaat uit een zandige kruin met daaronder veenlagen tot ca. maaiveldniveau Vrouwgeestpolder, onder dit niveau wordt klei aangetroffen.
- De kruinhoogte van het Profiel van Vrije Ruimte (PvVR) is NAP 0,1 m. De minimaal gehanteerde hoogte (toetshoogte) is vaak, ook nu, lager dan de kruin. Indien men bijvoorbeeld een weg op of naast de kruin van de kering wil aanleggen moet deze dus buiten het PvVR worden aangelegd (inclusief marge voor zetting).



*Figuur 3.13: Hoogtetoets 2024 (concept); oranje strekkingen hebben hoogtetekort tot 10 cm*

Door het Hoogheemraadschap van Rijnland zijn de volgende algemene aandachtspunten meegegeven:

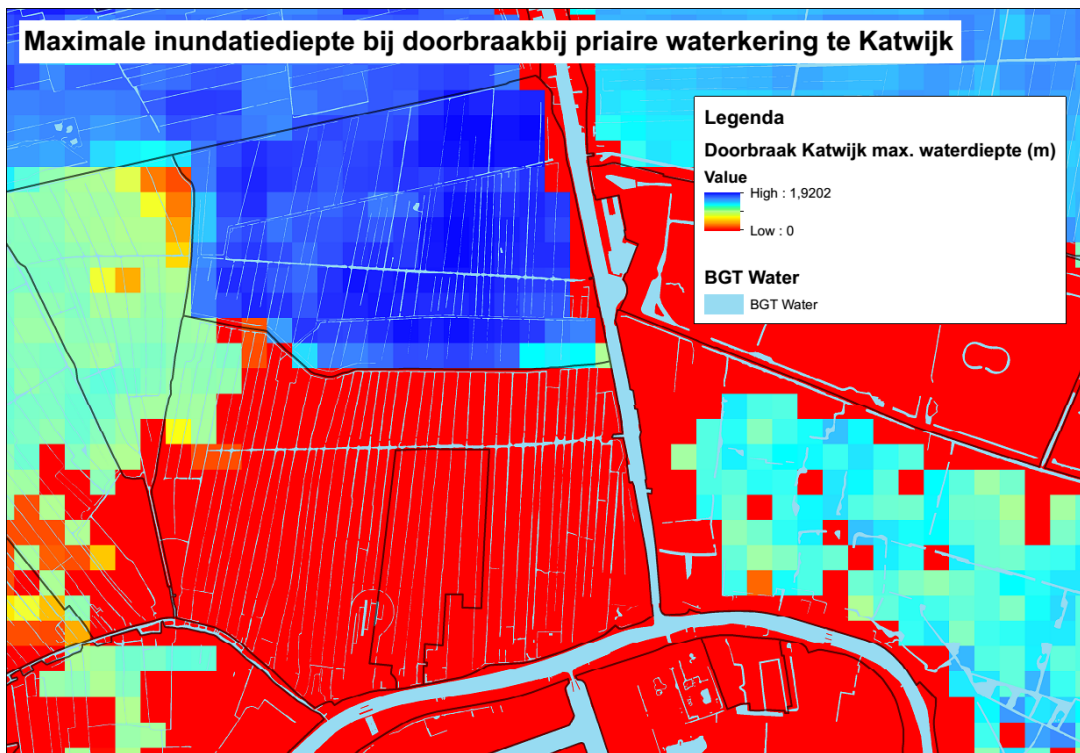
- Bij realisatie van nieuwe infrastructuur op de kruin of dicht op buitentalud moet ook aandacht worden gegeven aan de stabiliteit buitenwaarts en met name aan de invloed op de stabiliteit van reeds aanwezige damwandconstructies. Dit kan leiden tot aanvullende maatregelen;
- Door de toetsing op een hoger veiligheidsniveau kunnen aanvullende verbeteringsmaatregelen noodzakelijk zijn;

- Door het toekennen van een hoger veiligheidsniveau aan de waterkeringen verandert ook het profiel van vrije ruimte, welke moet worden meegenomen bij de uitwerking van de locaties moet worden meegenomen;
- Het herwaarderen of versterken van de bestaande polderkering tussen de Gnephoekpolder en de Vrouwgeestpolder kan een negatief effect hebben op waterveiligheid in Gnephoek.

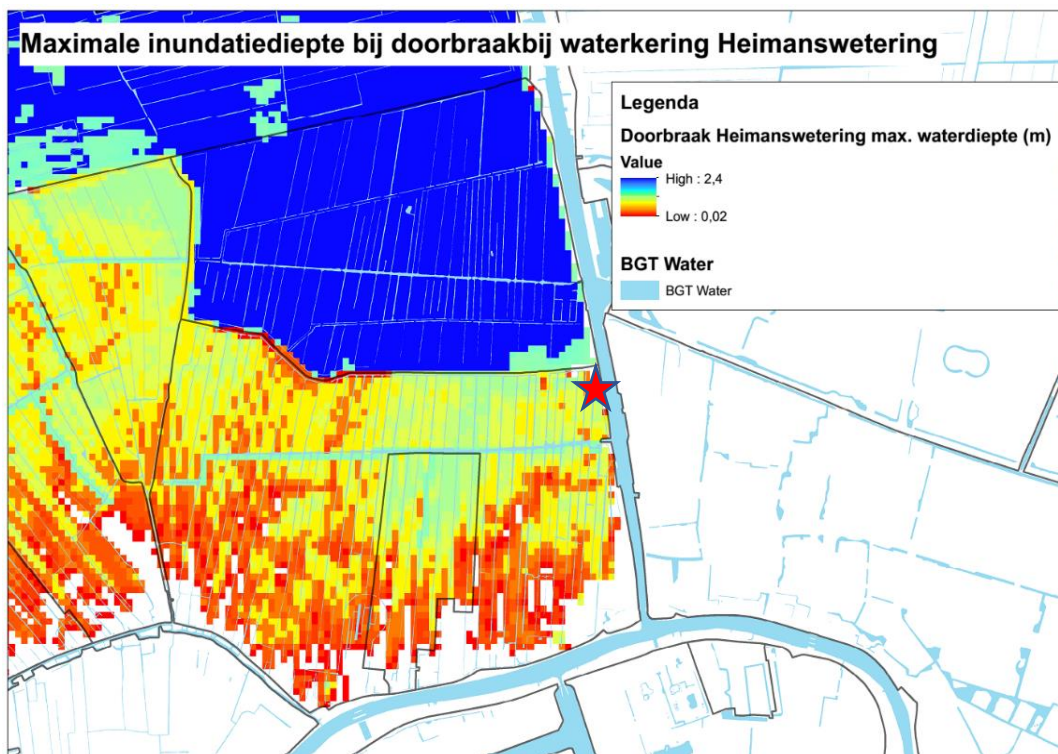
### **Inundatie bij dijkdoorbraak**

Door HH Rijnland zijn indicatieve berekeningen uitgevoerd naar de waterhoogte op maaiveld ten gevolge van een dijkdoorbraak. Daarbij is zowel gekeken naar een doorbraak vanuit zee ter plaatse van de primaire waterkering Katwijk, als een lokale dijkdoorbraak bij de Heimanswetering. Het betreffen 2 specifieke locaties. Dijkdoorbraken op andere locaties en met andere omvang kunnen tot andere resultaten leiden. De berekende waterdieptes zijn indicatief en afhankelijk van veel factoren, die niet allemaal zijn meegenomen in het model. Het betreft ook de huidige situatie.

De uitkomsten (zie de figuren 3.14a en 3.14b) verschillen voornamelijk van elkaar ten gevolge van het verschil in faalmechanisme: bij een dijkdoorbraak vanuit zee bij Katwijk wordt het toestromende water over een veel groter gebied uitgespreid dan bij een lokale dijkdoorbraak in een dijkkring van een regionale waterkering. Daarnaast stroomt het water vanuit de Oude Rijn ten westen van de Gnephoekpolder al richting de veel lageregelegen Vrouwgeestpolder en naburige diepe polders waardoor er vrijwel geen water over de Gnephoekpolder stroomt. Tot slot is de grootte van het rekengrid van de berekening van een dijkdoorbraak in een primaire waterkering groter dan die bij een dijkdoorbraak in een regionale kering. Dit middelt lokale verschillen in het maaiveldniveau meer uit dan bij het fijnere grid van de berekening met een doorbraak in de regionale waterkering.



Figuur 3.14a: Inundatiediepte na 48 uur na falen primaire waterkering Katwijk. Databron: HH Rijnland.



Figuur 3.14b: Inundatiediepte na 48 uur na falen secundaire waterkering Heimanswetering ter plaatse van de rode ster. Databron: HH Rijnland.

Uit de indicatieve berekeningen blijkt dat de Gnephoekpolder bij een dijkdoorbraak in een primaire waterkering relatief veilig is. Bij een lokale dijkdoorbraak komt er afhankelijk van het lokale maaiveldniveau wel tot 0,9 m water te staan. Voor de Vrouwgeestpolder is de situatie anders. In beide gevallen zal er een serieuze waterdiepte van ten minste 1,9 m ontstaan. Het water zal ten westen van de Gnephoekpolder al richting de veel lagergelegen Vrouwgeestpolder en naburige diepe polders stromen. Omdat het water ook over een veel groter gebied wordt verdeeld zal in de Vrouwgeestpolder een waterdiepte van 1,9 m of meer ontstaan. Bij een gelijke veiligheidsnorm voor de regionale waterkering langs beide polders betekent dit dat bij een dijkdoorbraak de Gnephoekpolder veiliger is om te verblijven dan de Vrouwgeestpolder.

Tabel 3.1: Inundatiediepte bij dijkdoorbraak in primaire en regionale waterkering.

Scenario	Waterdiepte 48 uur na dijkdoorbraak	
	Gnephoekpolder	Vrouwgeestpolder
Falen primaire waterkering Katwijk	0,0 tot 0,1 m	tot 1,9 m
Falen regionale waterkering Heimanswetering	0,0 tot 0,9 m	tot 2,4 m

### 3.3.3 Waterkwaliteit

Binnen Gnephoekpolder en Vrouwgeestpolder liggen geen waterlichamen die vallen onder de Kaderrichtlijn Water. (KRW). Er is daarom geen goed beeld van de waterkwaliteit in het gebied.

Bij een verdere uitwerking van de plannen zal de waterkwaliteit in het onderzoek worden meegenomen om schone en gezonde watergangen en waterpartijen te realiseren. Het gaat daarbij niet alleen om de chemische waterkwaliteit, maar ook om de ecologische waterkwaliteit.

## 4 Ontwerpen

De ontwerpkeuzes en uitwerkingen, die in het proces van het komen tot een Contourenplan en het beantwoorden van de onderzoeksvragen van de provincie gemaakt zijn, worden in dit hoofdstuk toegelicht. Hierbij zijn het beleidskader uit hoofdstuk 2, de inventarisatie zoals die is toegelicht in hoofdstuk 3 en de interpretatie, ontwerp- en rekenstappen zoals die de afgelopen zes maanden in diverse (sub)werkgroepen zijn gemaakt leidend geweest.

In het ontwerpproces is gekeken naar de kwaliteiten en mogelijkheden van zowel de Gnephoekpolder en de Vrouwgeestpolder. Ook is gekeken of de afzonderlijke kwaliteiten van beide polders elkaar kunnen versterken. Als resultaat van het proces is naar voren gekomen dat het Contourenplan zich richt op de inrichting van de Gnephoekpolder. De motivatie hiervoor is, voor zover van toepassing is, bij de verschillende onderdelen gegeven.

### 4.1 Water

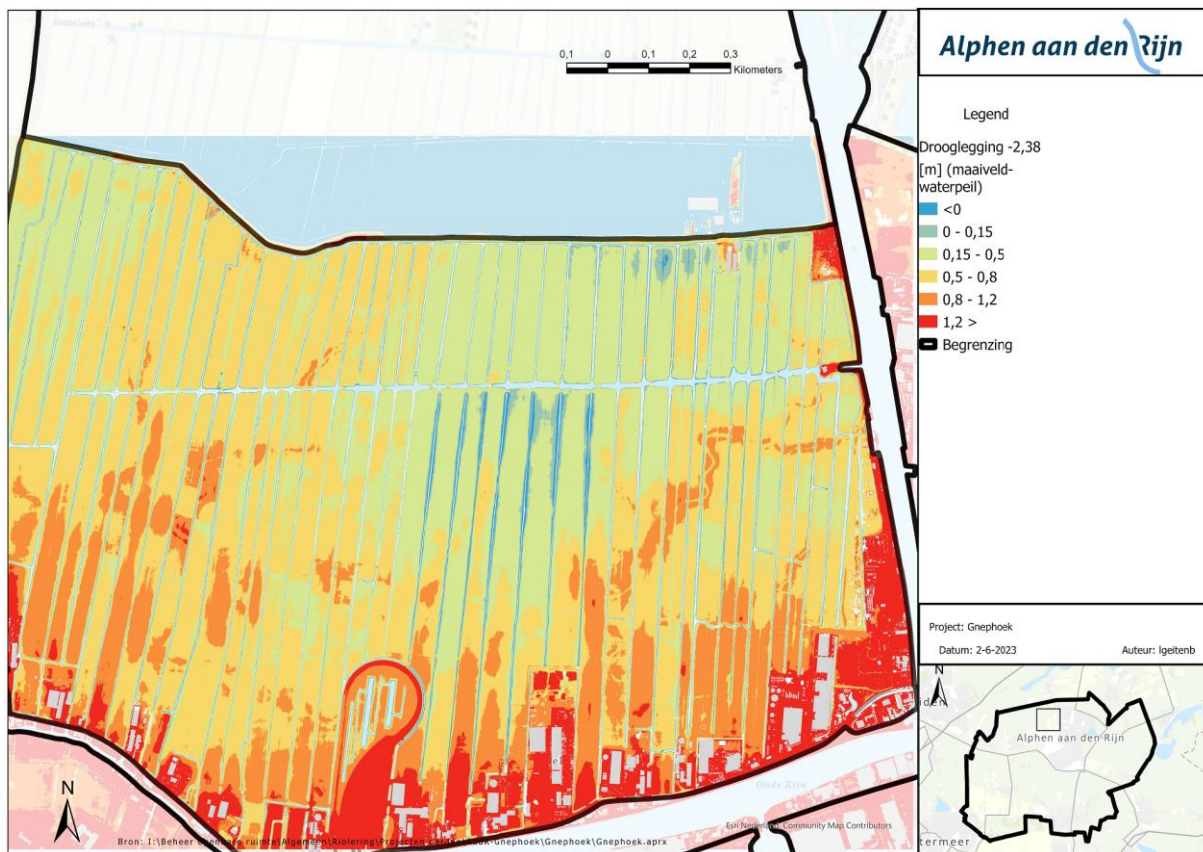
Voor het onderdeel water is voor het ontwerp gekeken naar het watersysteem, de waterbergingscapaciteit en hoe wordt omgegaan met droogte. Daarnaast wordt ook ingegaan op de waterveiligheid.

#### 4.1.1 Oppervlaktewatersysteem

De Gnephoek bestaat nu nog uit verschillende peilgebieden. Het watersysteem zal robuuster worden door in de polder zoveel mogelijk één polderpeil toe te passen. Dit betekent dat het inliggende, lagere peilgebied en de bemalen drainagevoorziening komen te vervallen. De hoogwatervoorzieningen voor de te handhaven bestaande bebouwing in de strook langs de Oude Rijn blijven echter gehandhaafd.

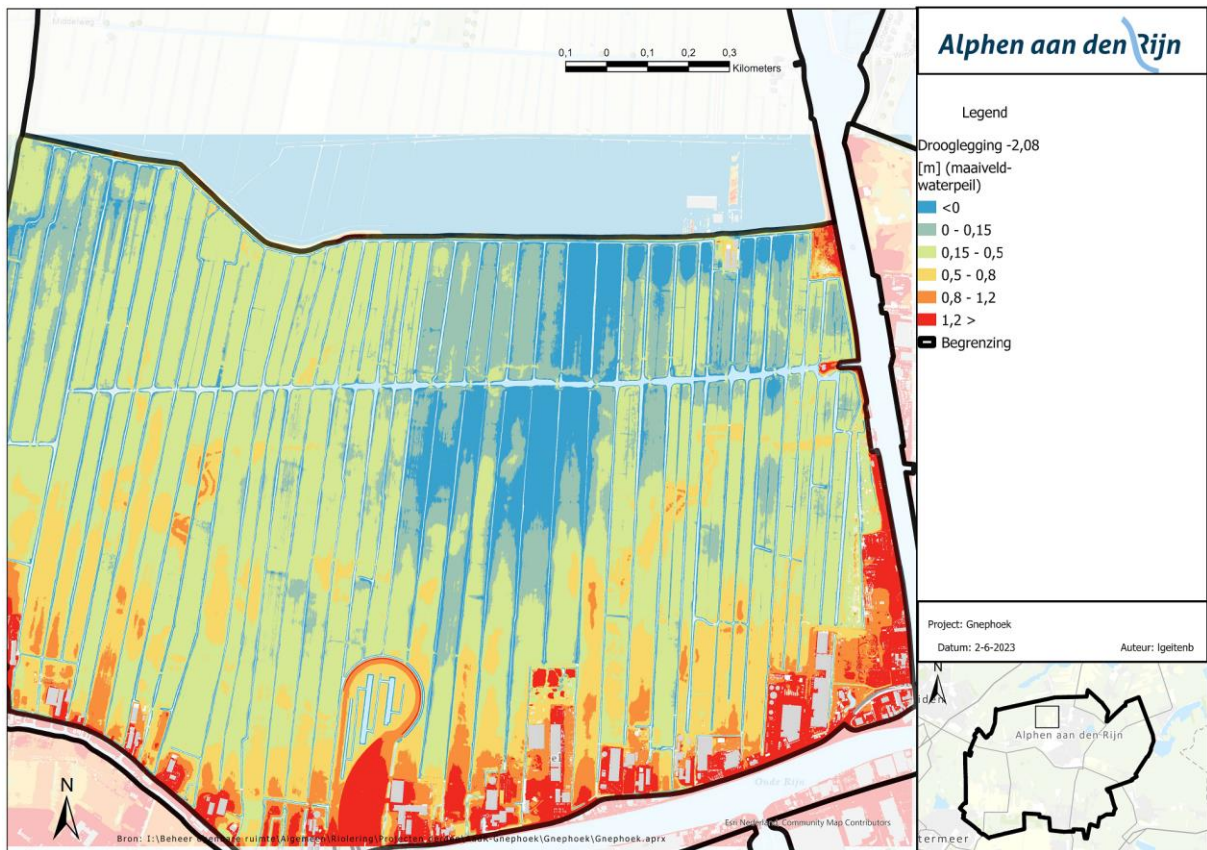
Er is gekeken naar de effecten van een aantal polderpeilen op de drooglegging (maaiveldniveau minus polderpeil) ten opzichte van het bestaand maaiveldniveau. Hierbij ontstaat de kleinste drooglegging in het gebied van het huidige lagere peilgebied en bemalen drainage. Dit gebied kan daardoor met beperkte inspanning omgevormd worden tot een plas-drasgebied of nat hooiland zoals in de deelrapportage Ecologie wordt benoemd. Dit gebied wordt ook gezien als het gebied met de minst draagkrachtige grondslag.

Op basis van het huidige maaiveldniveau is de drooglegging bij het toepassen van het huidige zomerpeil van NAP -2,38 m over de gehele polder in figuur 4.1 weergegeven. Een heel klein deel van de watergangen worden breder doordat land onder water komt. Een wat groter deel van het gebied heeft een zeer geringe drooglegging (<15 cm) en een nog groter deel heeft een matige drooglegging (15–50 cm). Het lage gebied ligt nadrukkelijk in het midden en noordelijk deel van de polder. Als dit gebied wordt gebruikt voor een groen-blauwnetwerk en niet wordt opgehoogd in het kader van het bouw- en woonrijpmaken, dan zal het bij een peilstijging tot 50 cm bij een piekbui, bijvoorbeeld de maatgevende 120 mm in 24 uur, ook onder water komen te staan. Het kan daarmee bijdragen aan de benodigde bergingscapaciteit. Dit gedeelte inundeert alleen tijdens de piekbui. Voor het bouw- en woonrijpmaken van de woongebieden zal voor de wegen een drooglegging van ten minste 120 cm worden gecreëerd.



*Figuur 4.1: Drooglegging van huidig maaiveldniveau en bij waterpeil NAP -2,38 (huidig zomerpeil) in de gehele Gnephoekpolder.*

In de deelrapportage Ecologie is aangegeven dat voor het verwijderen van nutriënten uit het systeem een deel van het gebied afgeplagd moet worden. Om de impact hiervan op de drooglegging te beoordelen is uitgegaan van het verwijderen van 30 cm bouwvoorn. De drooglegging die dan ontstaat is berekend door op basis van het bestaande maaiveld, het waterpeil op NAP 2,08 m te zetten. Dit is 30 cm hoger te zetten dan het zomerpeil. De berekende situatie is weergegeven in figuur 4.2. Hierin is te zien dat door het afplaggen een groter gebied in feite oppervlaktewater wordt. Ook het plas-drasgebied met een drooglegging < 15 cm neemt toe. Het resterende gebied heeft grotendeels een drooglegging van < 50 cm. Dit betekent dat het afplaggen binnen het gebied van het groen-blauwe netwerk een positief effect heeft op de bergingscapaciteit van het watersysteem.



*Figuur 4.2: Drooglegging van huidig maaveldniveau en waterpeil NAP -2,08 in de gehele Gnephoekpolder.*

In het ontwerp is ervoor gekozen om de verschillende droogleggingen te kunnen combineren worden met verschillende natuurtypes en grondgebruik:

- Oppervlaktewater: hier staat permanent water. Het oppervlaktewater zal grotendeels worden uitgediept tot 1 á 1,5 meter diep. Hier kan het natuurtype zoete plas worden toegepast.
- Plasdras zone: dit zijn zones 15 cm boven en onder het vastgestelde polderpeil, deze zones lopen regelmatig onderwater.
- Inundeerbaar land: dit zijn zones tussen de 15-50 cm boven het vastgestelde polderpeil, deze zones lopen alleen aan het einde van de winter of tijdens piekbuien onder water. Zo kan een piekbui van 120 mm in 1 dag verwerkt worden. Hier kan het natuurtype vochtig hooiland worden toegepast.
- Droog land of openbare weg: dit zijn zones tussen de 80-120 cm boven het vastgestelde polderpeil, deze zones lopen nooit onder water, wel kunnen ze als infiltratievelden of wadi's voor de hoger gelegen bebouwing dienen, hier kunnen de natuurtypes kruiden- en faunarijk grasland (nat) of ruigtevelden (droog) worden toegepast.
- Binnen het bebouwde deel van de Gnephoek worden zoveel mogelijk brede sloten met natuurvriendelijke oevers aangelegd.



#### 4.1.2 Bergingscapaciteit en voorkomen wateroverlast

Om voldoende water te kunnen bergen zijn grote oppervlaktes noodzakelijk. Als reguliere berging hanteert de gemeente 90 mm in dag. Het hoogheemraadschap heeft voor dit gebied gesteld dat voor dit gebied bij een piekbui van 120 mm in een dag een maximale peilstijging van 50 cm wordt geaccepteerd. Deze berging kan conform het beleid van HH Rijnland zowel in oppervlaktewater, als op inundeerbaar land gevonden worden. Een deel van het gebied zal in de toekomst als groen-blauw netwerk worden ingericht. Hierin worden onder andere zoetwaterplassen, plas-dras zones en delen met een geringe drooglegging van 15 cm tot 50 cm opgenomen.

Bij het uitwerken en toetsen van het watersysteem zijn drie randvoorwaarden aangehouden:

1. De Gnephoekpolder moet zijn eigen broek ophouden;
2. Een toelaatbare maximale peilstijging van 50 cm;
3. Het gebied kan een piekbui van 120 mm in 1 dag bergen.

Dit heeft geresulteerd in de uitwerking waarbij de conclusie is dat:

- 20% oppervlaktewater betrokken op het gehele plangebied nodig is;
- 5% inundeerbaar land (MV-niveau 0,15 m boven regulier waterpeil) nodig is;

De berekeningen zijn opgenomen in de bijlagen. Tabel 4.1 geeft een samenvatting van de uitkomsten. In tabel 4.2 zijn voor verschillende buien en daarbij behorende herhalingsfrequenties de optredende peilstijgingen gegeven.

*Tabel 4.1: Bergingsstatistiek Gnephoekpolder 120 mm bui\**

Grondgebruik	Percentage van gebied	Oppervlakte [ha]	Berging [mm]
Oppervlaktewater en plasdraszones	20%	45	100
Inundeerbaar land	5%	11	19
Groen + onverhard deel tuinen	28%	63	4
<b>Totaal</b>	<b>53%</b>	<b>92</b>	<b>123</b>

\*berging op wegen, daken is niet meegenomen.

Tabel 4.2: Optredende peilstijging bij verschillende piekbuien en herhalingsfrequenties.

Neerslagdiepte	mm	38 mm in 45 min.	70 mm in 1 uur	90 mm in 1 uur	120 mm in 1 dag
Herhalingstijd in 2030	1/n jaar	10	150	370	150
Benodigde berging	m <sup>3</sup>	85.349	157.221	202.142	269.523
Benodigde peilstijging watergang	m	0,17	0,29	0,38	0,50
Optredende inundatie	m	0,02	0,14	0,23	0,35
Beschikbare bergingscapaciteit	mm	41	71	93	123

#### 4.1.3 Omgaan met droge periodes

Oppervlaktewater graven bevordert de waterberging in het gebied, maar vergroot ook de verdamping en de daarbij komende watervraag in droge periodes. Een droogtebestendige inrichting kan ontstaan door een flexibel peil in te stellen. In de basis gaat het beleid van Rijnland uit van een peilfluctuatie van 15 cm zowel boven als onder het vastgestelde polderpeil. In de winter zal het peil dus worden opgezet en 's zomers kan het peil weer uitzakken. Het bestaande winterpeil is echter slechts 10 cm lager dan het zomerpeil. Een peilverlaging ten opzichte van de bestaande situatie is daarbij ongewenst. Daarom wordt voorgesteld een flexibel peil toe te passen dat 10 cm kan uitzakken ten opzichte van het toekomstige peil van NAP -2,38 m en 20 cm naar boven kan worden opgezet door minder uit te malen tijdens natte periodes.

In bebouwde omgeving zal zoveel mogelijk water worden geïnfiltreerd en vertraagd worden afgevoerd. Dit kan door het aanleggen van drainage-infiltratie-transport riolering (DIT), wadi's of waterpasserende verharding. Ook wordt geadviseerd om de woning zoveel mogelijk hemelwater te laten infiltreren op eigen perceel. Dit kan bijvoorbeeld door het toepassen van regentuinen of grindkoffers waar nodig met drainage.

#### 4.1.4 Waterveiligheid

Met de realisatie van de Gnephoek zullen de bestaande waterkeringen aan het daaraan gekoppelde veiligheidsniveau moeten voldoen. De vraag is nog bij wie deze taak ligt? De waterbeheerder is verantwoordelijk voor de waterveiligheid. Hiervoor hebben de waterbeheerders een afzonderlijk financieringssysteem van waterschapsbelasting. Via het systeem van waterschapsbelasting dragen de nieuwe bewoners in de Gnephoek bij aan de kosten van het onderhoud, verbeteren en beheer van waterkeringen. Ook zonder de ontwikkeling Gnephoek dienen de waterkeringen aan de normen te blijven voldoen door onderhoud en verbetering. Voor de toetsing van de waterveiligheid in toekomstige situatie zullen de (beoogde) aanpassingen in maaiveld, bebouwing en regionale en polderkeringen moeten worden meegenomen.

In de inventarisatie is aangegeven dat in de huidige situatie de Gnephoekpolder relatief beperkt inundeert bij een dijkdoorbraak in de primaire of regionale waterkeringen. Uit de

indicatieve berekeningen voor de bestaande situatie is de grootste waterdiepte die optreedt 0,9 m. Door te gaan bouwen op de hogere delen van de Gnephoekpolder blijven de lage delen beschikbaar als stroomvlakte en om water te bergen. Hierdoor is er in basis al een goede veiligheid. Doordat het bewoond gebied een grotere drooglegging krijgt ontstaat er ook een meerlaagse veiligheid. Met de ontsluiting over de Oude Rijn via een hooggelegen brug voor auto's, de bestaande Maximabrug, en de nieuwe fietsbrug naar de Van Foreestlaan blijven deze ook functioneel als vluchtroute als er sprake is van een overstroming.

#### 4.1.5 Waarom niet in de Vrouwgeestpolder?

Er zijn vanuit de waterhuishouding een aantal overwegingen geweest, dat in combinatie met andere punten, om de Vrouwgeestpolder buiten het Contourenplan te laten.

- Bij het uitbreiden van het watersysteem in de Vrouwgeestpolder dient rekening gehouden te worden met de kweldruk. Dit kan betekenen dat grotere wateroppervlakten alleen kunnen worden gerealiseerd door het verhogen van het waterpeil. Dit raakt het watersysteem van het gebied in de polder dat niet ontwikkeld wordt en vanwege de gelijkblijvende functie geen hoger waterpeil kan hebben.
- Meerlaagse veiligheid is in deze diepe polder van groot belang. Het betreft immers een veel kleiner systeem van diepe polders dan bijvoorbeeld ten oosten van de Heimanswetering of de Zuidplaspolder. Ondanks de betere grondslag voor wegen en bebouwing zal er daarom wel ophogingen voor woningen en wegen noodzakelijk zijn.

## 4.2 Bouwrijp maken

De ruimtelijke variatie in de kenmerken van het huidige bodemsysteem zijn leidend geweest in het bepalen van het ontwerp van het Contourenplan. Voor het te ontwikkelen groenblauwe netwerk zal de bodem zo min mogelijk worden opgehoogd. Mogelijk moet voor de beoogde ontwikkeling van de biodiversiteit wel de bovenste voedselrijke bodemlaag worden afgeplagd.

Er zijn diverse ophogetechnieken beschouwd voor de Gnephoekpolder. Hierbij is gebruik gemaakt van de factsheet innovatieve ophogetechnieken van het Kenniscentrum Bodemdaling en Funderingen.

De oude stroomrug langs de Oude Rijn is het minst zettingsgevoelig en vormt de beste ondergrond voor bebouwing. Op deze gronden kan traditioneel worden voorbelast met zand met verticale drainage. Een overhoogte van 0,5 m is wenselijk en een totale netto ophoging van 0,5–1 m. De voorbelastings tijd zonder verticale drainage betreft 0,5 tot 1 jaar. In de tuinen zal daarnaast worden opgehoogd met zwarte grond.

De holocene deklaag met klei en veen wordt ten noorden van de Rijn steeds dikker. Uit onderzoek blijkt dat met name in het noordoosten van de Gnephoekpolder grondvervanging de meest kosteneffectieve oplossing lijkt, zowel voor de aanleg als de beheerfase. Voor het

gebied wordt een grondbalans opgemaakt om de uitkomende grond zoveel mogelijk te gebruiken voor het ophogen van parken en binnentuinen. Als alternatief voor grondvervanging kan hier ook traditioneel worden voorbelast met verticale drainage, de benodigde voorbelasttijd is echter langer en bevindt zich tussen de 1,5 jaar en 2 jaar.

Om de toekomstige wijk zoveel mogelijk water en bodem sturend in te richten kan er ook gekozen worden voor partieel bouwrijpmaken (cunettenmethode). De ondergrondse infrastructuur moet zoveel mogelijk zettingsarm worden opgeleverd. Door het combineren van functies kan de openbare ruimte meer integraal worden ingericht. Daarnaast kunnen percelen zo worden ingericht dat achtertuinten kunnen zakken zonder dat dit tot problemen in de fysieke leefomgeving leidt.

Onderzocht moet worden in hoeverre de bestaande bodemstructuur behouden kan blijven ter plaatse van de toekomstige parken/ groenstroken en het aan te leggen natuurgebied. Door de lage ligging kunnen deze groenstroken als waterberging worden ingezet. Door de nabijheid van het oppervlaktewater zullen deze groenstroken minder gevoelig zijn voor droogte.

#### 4.3 Bovengrondse en ondergrondse infrastructuur

Om bovengronds ruimte te scheppen voor vergroening is het een voorwaarde dat de ruimte die ondergronds wordt ingenomen door kabels en leidingen en andere infrastructuur beperkt blijft.

Wanneer bij het ontwerp van de ondergrond de geldende normen en methodes worden gehanteerd zal dit een beperking vormen voor het groen inrichten van de bebouwde gebieden.

In de normen van de Gemeente Alphen aan den Rijn (Dali) is een standaardprofiel voor kabels en leidingen met een breedte van 1,60 m vastgelegd. Dit profiel biedt ruimte aan laagspanningskabels, middenspanningskabels, diverse datakabels, een spanningsnet tbv de openbare verlichting en distributieleidingen voor drinkwater. Afhankelijk van de breedte en de functie van de weg kan dit profiel wel of niet aan beide kanten van de weg (eventueel onder de trottoirs, voor zover aanwezig) nodig zijn.

Bij reguliere aanleg van een gescheiden rioolstelsel met aparte afvoer voor vuilwater (droogweerafvoer) en voor hemelwater is bovengronds een vrije breedte die nodig is afhankelijk van diameter en diepteligging.

Voor verdere inperking van de minimaal benodigde ondergrondse profielruimte moet onderzoek gedaan worden naar verdere optimalisaties:

- Bundeling kabels en leidingen
- Hemelwaterafvoer via oppervlakkige afvoer ipv riolering
- Alternatieve afvoersystemen voor DWA (bv vacuüm riolering)
- Accepteren dat graafwerkzaamheden tbv de riolering met sleufbekisting moeten

Ook andere infrastructuur vraagt ondergronds ruimte waar rekening mee moet worden gehouden:

- Ondergrondse afvalcontainers;
- Trafo's
- Verdeelkasten
- Gemalen of vacuüm stations

Deze kritische benadering van de inrichting van de ondergrond heeft met name voordelen bij de bovengrondse inrichting van woonstraten en voetgangerszones die niet voor gemobiliseerd verkeer toegankelijk zijn. Daarmee wordt een bovengrondse inrichting met veel substantieel groen mogelijk.

## 5 Analyse

De principes van 'Water en bodem sturend' zoals die in hoofdstuk 4 tot de ontwerpkeuzes hebben geleid zijn input geweest voor het bredere ontwerpproces van het Contourenplan. Dit heeft geresulteerd in een ruimtelijke schets voor de Gnephoek waarin de verschillende aspecten terug te vinden zijn. In dit hoofdstuk wordt een analyse gemaakt van dit schetsontwerp ten aanzien van de in hoofdstuk 2 genoemde beleidskaders.



Figuur 5,1: Ruimtelijke schets gebiedsontwikkeling Gnephoek.

### 5.1 Klimaatadaptatie

Bij het Contourenplan gaat het nog om een globaal ontwerp voor de gebiedsontwikkeling Gnephoek. In dit stadium kan voor een aantal eisen vanuit het Convenant Klimaatadaptief Bouwen worden aangegeven, hoe er mee om wordt gegaan. Voor andere eisen zal bij de verdere detailuitwerking worden aangegeven in welke mate en hoe de eisen worden ingevuld.

### **Wateroverlast door neerslag**

Het ontwerp van het watersysteem omvat een robuust systeem met 120 mm berging in de Gnephoek polder. Daarmee is het risico van schade beperkt. In een verdere uitwerking kan worden bekeken in hoeverre het interessant is om de zogenaamde landbouwafvoer via het gemaal te beperken en/of dit gemaal later in te schakelen. Het is het voornemen hemelwater zo veel als mogelijk vast te houden. In een later stadium zal worden ingevuld hoe op privaat terrein de ambities worden ingevuld.

### **Droogte**

Bij het ontwerp van het watersysteem wordt gestreefd zo weinig mogelijk water in te laten. Dit kan door tijdelijk in zomerperiodes een hogere waterstand dan -2,38 m NAP te realiseren. Door water en bodem sturend te laten zijn bij het ontwerp wordt de inrichting mede gekoppeld aan de (grond)waterstanden. Verder wordt ingezet op hergebruik van hemelwater en onderzoek naar behandeling en gebruik van grijs water.

### **Hittestress**

De eisen voor hittestress zullen in een later stadium vorm moeten krijgen. Het gaat daarbij zowel over de invulling in het openbaar gebied, positionering en omvang van het groen en bomen (schaduw) als bij het ontwerp van gebouwen.

### **Bodemdaling**

De concentratie van bebouwing is met name op de stroomruggen geconcentreerd. Meer naar het noorden van de polder bevindt zich rivierklei afgezet op veenlagen. De Vrouwgeestpolder is een droogmakerij waar weinig zetting te verwachten is, maar die wel een stuk dieper ligt. De methode van bouwrijp maken wordt afgestemd op de verschillende ondergronden en het toekomstige gebruik.

### **Biodiversiteit**

Bij het ontwerpproces heeft veel afstemming plaatsgevonden tussen enerzijds de thema's bodem, water en klimaat en anderzijds het thema ecologie en landschap. Dat heeft geresulteerd in een ontwerp met natte natuur in het lager gelegen, noordelijke gebied van de Gnephoekpolder. Drooglegging en natuurontwikkeling worden op elkaar afgestemd. Vanuit het meer stedelijke gebied zullen groenzones ecologische verbindingen naar dit gebied vormen.

## Overstromingen

De verantwoordelijkheid voor de eerste laags veiligheid – de keringen richting Oude Rijn en richting Heimanswetering – ligt bij het Hoogheemraadschap van Rijnland. In 2023 wordt door Rijnland een Toetsing Regionale Keringen uitgevoerd. Door de ontwikkeling van de Gnephoek zal de economische waarde veranderen. Dat zal invloed hebben op de classificatie.

In het kader van stresstesten zijn simulaties uitgevoerd met dijkdoorbraken bij de Oude Rijn en bij de Heimanswetering. Het zuidelijk gedeelte van de Gnephoek ligt relatief hoger dan de rest van de polder. Dat biedt mogelijkheden om de tweede laags veiligheid goed in te vullen. De kleine bypass tussen Koningin Maximabrug en een toekomstige brug of aquaduct richting Burgemeester Bruins Slotsingel zou daarbij een relatief hoger gelegen vluchtroute zijn.

Bij de verdere invulling van het gebied vraagt het de aandacht om vitale en/of kwetsbare functies in het gebied hoger – lees meer naar het zuiden – te plaatsen. Denk daarbij aan voorzieningen zoals scholen, gebouwen voor minder mobiele gebruiker/bewoners, gemalen, trafo's etc.

De Vrouwgeestpolder is door zijn diepe ligging aanzienlijk kwetsbaarder voor overstromingen dan de Gnephoekpolder.

## 5.2 Blauwe Lens - beleid HH Rijnland

Bij het schetsen van het Contourenplan voor een mogelijke gebiedsontwikkeling in de Gnephoek is nadrukkelijk het principe “water en bodem sturend” gehanteerd. Bij dit proces heeft veelvuldig overleg en afstemming plaatsgevonden met het Hoogheemraadschap van Rijnland. Hierbij is over en weer veel informatie aangereikt. Het in een vroeg stadium van de planontwikkeling betrekken van Rijnland zorgt ervoor dat al in een vroeg stadium een goed beeld wordt gegeven van een toekomstig robuust en klimaatadaptief watersysteem.

Het toepassen van het principe “water en bodem sturend” heeft betekend dat de ligging van de stroomrug langs de Oude Rijn voor een belangrijk gedeelte de vorm van de contouren heeft bepaald (Bouwen op zandige ondergrond). Ontwikkelingen buiten dit gebied zijn niet onmogelijk, maar vragen speciale aandacht om invulling te geven aan de klimaatadaptieve opgave. In combinatie met een op de ondergrond afgestemde manier van bouwrijp maken moet zorgen dat aan de zettingseis van maximaal 10 cm in dertig jaar wordt voldaan.

Bij het ontwerp van het watersysteem is sterk rekening gehouden met de trits – vasthouden, bergen, afvoeren – (de stad als spons). Vanuit het zuiden naar het noorden loopt de hoogte wat af. In die gebieden wordt het water zo veel als mogelijk vastgehouden om vervolgens in de vorm van een cascade af te stromen naar de toekomstige grotere wateroppervlakken in het noordelijk gedeelte van de Gnephoekpolder. Deze wateroppervlakken worden gecombineerd met de ecologische (natuur)ontwikkeling van het gebied. Vanuit het bebouwde gebied worden groenblauwe verbindingen gemaakt naar deze wateroppervlakken.



Omdat het water waarschijnlijk rijk aan nutriënten is, moet worden gekeken naar mogelijkheden om de grond te verarmen, waardoor de hoeveelheid **nutriënten** kan afnemen.

Bij de verdere uitwerking wordt gekeken in hoeverre afvoer kan worden vertraagd en/of beperkt om belasting van het boezemsysteem te beperken. Het in de zomer tijdelijk hoger opzetten van het normale toekomstige waterpeil kan een methode zijn **droogteproblemen** en toevoer van water uit de boezem te beperken. Dat moet echter wel worden afgestemd met het vergrote risico op wateroverlast.

Het onderzoek tot nu toe geeft aan dat overal in het rivierkom gebied veenlagen zijn afgedekt met 1 a 2 m klei. Bovendien wordt de grondwaterstand overal minimaal op het huidige zomerpeil gebracht. Uiteraard blijft **oxidatie van veen** verder wel een aandachtspunt, maar dan met name in de situatie waar gegraven wordt en het veen aan het oppervlak komt.

De geplande 5.500 woningen in de Gnephoekpolder kunnen worden aangesloten op het bestaande drinkwaternet van Oasen. Oasen geeft aan voldoende drinkwater beschikbaar te hebben, wel heeft Oasen behoefte aan meer drinkwaterwinputten mocht de volledige woningopgave van de provincie worden gerealiseerd. Het drinkwaterbedrijf Oasen zet actief in op het verduurzamen van de drinkwaterproductie, daarnaast worden lokale drinkwaterbesparingsmethodes onderzocht. De aanleg van eventuele ondergrondse waterbuffers worden onderzocht, de haalbaarheid van dergelijke systemen is onder andere afhankelijk van de grondwatersnelheid en de invloed van waterinfiltratie op de stijghoogte en het opbarstrisico. Ook moet onderzoek plaatsvinden naar de business-case. Bij een waterbuffer is mogelijk infrastructuur nodig voor de distributie. Op perceelsniveau wordt maximaal ingezet op hergebruik van hemelwater. Ook zal verder onderzoek plaatsvinden naar de mogelijkheden van hergebruik van grijs water. Hiermee worden minimaal de doelstellingen voor een reductie van het drinkwatergebruik nagestreefd (**Waterketen**).

### 5.3 Energiesysteem

Voor het energie systeem van de Gnephoek onderscheiden we de volgende mogelijkheden:

1. Woningen en overige gebouwen energieneutraal – nul op de meter (NOM)
2. Uitbreiding op 1. met lokale opwek tbv elektrisch vervoer.
3. Uitbreiding op 2. met energieleverend voor de omgeving.

De gemeente Alphen aan den Rijn heeft de ambitie om voor de gebiedsontwikkeling Gnephoek in de toekomst een energieneutraal (voor woningen, gebouwen en elektrisch vervoer). Onderzocht wordt de mogelijkheid een energieleverend energiesysteem op te zetten.

### 5.3.1 Benodigde energie

Om een beeld te krijgen van het mogelijk toekomstige energieverbruik van de Gnephoek is een eerste verkenning gedaan en een referentieberekening uitgevoerd (zie kader)

#### Referentieberekening

Voor de referentieberekening is uitgegaan van het huidige bouwprogramma zoals vermeld in het Contourenplan Gnephoek. Het volledige verbruik (inclusief verlichting en huishoudelijke apparaten) van de woningen en appartementen is in beeld gebracht. Voor dit voorbeeld is aangenomen dat de woningen en appartementen warmte, koude en tapwater krijgen door middel van een individuele lucht-warmtepomp.

Voor alle woningen en appartementen wordt – op basis van kentallen, een jaarlijks elektriciteitsverbruik berekend van 23,9 mln kWh.

Voor scholen, winkels en overige voorzieningen in het gebied wordt een jaarlijks verbruik van 1,9 mln kWh berekend. Het energieverbruik voor gebiedsfuncties zoals straatverlichting, riolering, drinkwater, openbaar vervoer en waterpeilbeheer is niet meegenomen in de berekeningen.

Ook voor elektrisch rijden is een berekening gemaakt. Hierbij is als uitgangspunt gehanteerd dat elektrische auto's voor 75% opgeladen worden in de wijk en voor het overige op het werk of langs de weg. Per woning is gerekend met gemiddeld 1,1 auto, dit is volgens CBS het huidige gemiddelde in Alphen aan den Rijn. Voor de voorzieningen is uitgegaan van 15 auto's per 1.000 m<sup>2</sup> GBO. Het totaal komt uit op een jaarlijks elektriciteitsverbruik voor auto's van 15,3 mln kWh.

<i>Jaarlijks elektriciteitsverbruik</i>	<i>Gebouw gebonden</i>		<i>Vervoer</i>	<i>Totaal</i>
	<i>Warmtepomp</i>	<i>Overig elektr.</i>	<i>Elektrisch rijden</i>	
<i>Woningen</i>	<i>10,4</i>	<i>13,5</i>	<i>14,8</i>	<i>38,7</i>
<i>Overig</i>	<i>0,6</i>	<i>1,3</i>	<i>0,5</i>	<i>2,4</i>
<i>Totaal</i>	<i>11,0</i>	<i>14,8</i>	<i>15,3</i>	<i>41,1</i>

In voorgaand voorbeeld is het maximale berekende totale elektriciteitsverbruik van Gnephoek weergegeven. Dit voorbeeld laat een jaarlijks verbruik zien van 41,1 mln kWh. Het zal de uitdaging zijn te zoeken naar manieren en concepten om het energie- en elektriciteitsverbruik te beperken, zodat maximaal kan worden ingezet op de ambitie van de gemeente.

### 5.3.2 Energieconcepten

Bij een verdere uitwerking van het energieconcept voor de Gnephoekpolder zullen een aantal vragen moeten worden beantwoord:

- Hoe wordt de warmte- en eventuele koelvraag ingevuld?
- Welke mogelijkheden zijn er in het gebied en/of in de omgeving voor het opwekken van elektriciteit?
- Welke gevolgen heeft de verwachte elektriciteitsvraag op de netcongestie-problematiek?
- Hoe kunnen de pieken in de energievraag (elektriciteit, warmte en koeling) worden afgevlakt (bufferen van energie)?

### **Warmteaanbod**

Bij het referentievoorbeeld is uitgegaan van een standaard all-electric oplossing.

Maar er zijn ook andere oplossingen voor invulling van de warmtevraag. Dat kan door de aanleg van een warmtenet, hetgeen extra ondergrondse (en bovengrondse) infrastructuur betekent.

Vanwege de nabijheid van stromend oppervlakte water (Oude Rijn en Heimanswetering) is het interessant om de mogelijkheden van Aquathermie TEO (Thermische Energie uit Oppervlaktewater) te onderzoeken. De verwachting is dat mogelijkheden voor TEA (Thermische Energie uit Afvalwater) en TED (Thermische Energie uit Drinkwater) beperkter zullen zijn, omdat deze systemen van meer kleinschalige aard zijn vergeleken met de omvang van verachte warmtevraag in Gnephoek.

Rondom en binnen Alphen aan den Rijn zijn er op dit moment weinig warmtebronnen voor voeding van een warmtenet zoals restwarmte. De potentie van geothermie wordt momenteel (onder regie van de Provincie Zuid-Holland) nader onderzocht. Geothermie kan een oplossing bieden in combinatie met toepassing in bestaande woongebieden in de stad. Een en ander is afhankelijk van de beschikbare temperatuur en capaciteit van de geothermische bron.

Bodemwarmtewisselaars of **Photo Voltaic Termical (PVT)** panelen (die zowel elektriciteit als warmte opwekken) kunnen een oplossing bieden. Deze technieken worden veelal op woningniveau worden toegepast.

### **Opwekken elektriciteit**

Een belangrijk gedeelte van de energie zal in de Gnephoek door zonnepanelen (PV panelen ofwel PVT panelen) worden geleverd. Plaatsing van de zonnepanelen op daken van gebouwen, bijgebouwen en overdekte autostallingen ligt voor de hand. De aanleg van zonneweiden – om meer zonnepanelen te kunnen plaatsen – staat op gespannen voet met de ambities tav de ecologische groen / blauwe structuur. Verder onderzoek is nodig om te kijken naar mogelijk verdere integratie van zonnepanelen in gebouwen. De mogelijke verbetering van de opbrengst van zonnepanelen in de toekomst bepaalt of binnen gebied Gnephoek nog aanvullende maatregelen moeten worden genomen om energieneutraal (bebouwing en vervoer) of energieleverend te worden. Mogelijk dat ook de directe omgeving, zoals bijvoorbeeld de Vrouwgeestpolder in de beschouwingen wordt meegenomen. De toepassing van windenergie in de Gnephoek wordt niet als kansrijk gezien.

Windenergie wordt wat betreft opbrengst met name interessanter bij hogere opstellingen. Hoge windmolens worden als niet wenselijk gezien voor een woonwijk.

### **Energie bufferen**

Een belangrijke opgave is het beperken van de pieken in het energieverbruik. Een “smartgrid” biedt kansen op buurtniveau (of groter) om de pieken in de energievraag te verminderen. (Buurt)batterijen kunnen hierin een rol spelen. Voor opslag van warmte ( en koude) kunnen WKO's (Warmte-Koude-Opslag) of bovengrondse buffers worden gebruikt. Voor WKO moet onderzoek plaatsvinden naar interferentie tussen de verschillende WKO's en bijvoorbeeld met waterbuffers (voor opslag voorgezuiverd hemelwater). Het opstellen van een masterplan voor de ondergrond kan hier soelaas bieden.

### **Alternatieve brandstoffen**

Gebruik van groene waterstof (als alternatief voor elektrisch rijden) is niet te verwachten en ligt op dit moment meer voor de hand voor de procesindustrie en voor hoge temperatuur processen zoals staalproductie. Wat betreft mobiliteit past het meer bij streekbussen die langere afstanden moeten overbruggen en waar elektrisch rijden geen oplossing is.

## 5.4 Beheer

Nadat de Gnephoek is ontwikkeld zal de openbare ruimte onderhouden moeten worden. Iedere keuze die we nu maken, de wijze van funderen, het watersysteem, voldoende ruimte voor groen en ondergrondse infra, bepalen de ruimtevraag en de beheerlast in de toekomst. Ook zijn er keuzes te maken in de verschillende vormen van beheer, denk aan een externe partij, participatie/adoptie of traditioneel.

### Ruimtevraag

Om de assets en openbare ruimte in de toekomst goed en efficiënt te beheren is voldoende ruimte, zowel boven als ondergronds, cruciaal. Onderhoud aan riolering kan alleen goed uitgevoerd worden als hier geen kabels en leidingen boven liggen en de buizen niet dicht langs bebouwing lopen. Daarnaast moet ook bij aanleg al rekening gehouden worden met voldoende graafprofiel dat nodig is voor eventueel repareren of vervangen (dus ook ruimte tussen de verschillende assets). Met de energietransitie, gescheiden rioolsysteem, watergangen en ondergrondse groeiplaatsen voor groen (zie handboek bomen) is het van belang hier nu al rekening mee te houden.

### Zettingsgevoeligheid

Binnen de gemeente Alphen aan den Rijn is zetting één van de belangrijkste redenen voor (groot) onderhoud of reconstructie. In nieuw gerealiseerde wijken als Kerk en Zanen is het, door aanzienlijke zetting van meer dan 30 cm, noodzakelijk om binnen 15 jaar grote delen van de openbare ruimte te vervangen en hierdoor eerder financieel af te schrijven. In de Gnephoek zetten we in op een zettingseis van 10cm in dertig Jaar. Dit voorkomt dat onderhoud te snel uitgevoerd moeten voeren.

### Kosten beheer en onderhoud (lifecycle)

Het is van belang om in een vroeg stadium de onderhoudslast van de gehele levenscyclus (LCC) door te rekenen. Zoals aangegeven hebben de keuzes die we nu maken invloed op het latere beheer en onderhoud. Hierbij geldt dat goedkoop nu later vaak duurkoop is; oftewel de investering die je nu doet in materialen, inrichting en ruimtebeslag bepalen later de onderhoudslast. Doordat de investering nu door meerdere partijen gedragen wordt, en het onderhoud enkel door de gemeente is het van groot belang de risico's van de keuzes op het gebied van beheer nu al inzichtelijk te maken en onderdeel te laten zijn binnen het afwegingskader.

### Beheer als stakeholder

Zorg bij het opstellen van de kaders, het uitwerken van de stedenbouwkundige schetsen en de latere technische uitwerkingen dat beheer als een belangrijke stakeholder aan tafel zit. Vaak wordt beheer pas aan het einde, als sluitpost, betrokken bij een nieuwe ontwikkeling. Bij de verdere planvorming van de Gnephoek is het daarom van groot belang om beheer al vroeg aan tafel te hebben. Dit voorkomt naast een openbare ruimte die slecht te beheren is (achteruitgang kwaliteit en leefbaarheid) een stroperig proces waarbij aan de achterkant nog veel wijzigingen nodig zijn.

### Participatiesamenleving

De openbare ruimte is bij uitstek geschikt om samen met de gebruikers en stakeholders in te richten. Daarnaast kunnen de inwoners en stakeholders uitgedaagd worden om een rol te vervullen bij het dagelijks beheer. Denk hierbij aan adoptiegroen, gezamenlijk beheer van groen-blauwe structuur (raingardens in/tegen voortuinen, bloemrijke wadi's) of samenwerking met stichtingen bij parken of natuur. De ervaring leert dat een succesvolle samenwerking een boost kan geven aan biodiversiteit, beleving en onderhoudsniveau.

## 5.5 De onderzoeksvragen en de antwoorden.

In deze paragraaf worden de vragen beantwoord die door de provincie Zuid Holl op het gebied van bodem en water zijn gesteld.

### De onderzoeksvraag

#### Hoofdvraag

- Hoe ziet het bodem- en watersysteem er in de Gnephoek (en omgeving) uit en wat betekent dit voor bodem- en watergestuurde ontwikkeling van woningbouw?

#### Subvragen:

- Wat is de bodemgesteldheid binnen de Gnephoek?

**Antwoord:**

Op basis van de basisregistratie ondergrond (BRO), de archieven van de Gemeente Alphen aan den Rijn en het Hoogheemraadschap van Rijnland en de recent uitgevoerde 20 sonderingen is een beter beeld gekregen van de ondergrond. Het beeld is niet eenduidig. Toch zijn er wel grote lijnen te ontdekken. De stroomrug langs de Oude Rijn met gronden die nauwelijks zettingsgevoelig lijken is wat smaller dan verwacht. Ten noorden daarvan tot een watergang die oost-west loopt, bevindt zich een zone met veen en klei-afzettingen. De dikte van de holocene veenlagen is ongeveer een meter. De verwachting is dan ook dat deze gebieden enigszins zettingsgevoelig zijn. Samendrukkingsproeven moeten daar een beter beeld van geven. Deze twee zones lijken globaal samen te vallen met het gebied dat op de geomorfologische kaart als stroomrug is aangegeven. Ten noorden van de watergang zijn de holocene veenlagen wat dikker (tot 3 m). Dat laatste gedeelte lijkt vergelijkbaar met de grondslag in de wijk Kerk en Zanen.

- Welke maatregelen moeten er getroffen worden om (woning)bouw in de Gnephoek mogelijk te maken? En hoe worden deze maatregelen gefinancierd?

**Antwoord:**

Het water en bodemsysteem is sturend voor de inrichting van het gebied. Dit houdt in dat er niet wordt afgewenteld (noch naar de omliggende gebieden, noch naar de toekomstige generatie, noch van privaat naar publiek). Het ecosysteem ter plekke wordt versterkt. Dit wordt gedaan door het hanteren van een strenge restzettingseis van 10cm in 30 jaar excl. autonome bodemdaling bij het bouwrijp maken van de infrastructuur, door in het ontwerp de sponswerking van het water- en bodemsysteem te versterken, door rekening te houden met extremen (overstroming, hitte, droogte en wateroverlast), door de inrichting aanpasbaar te houden voor de lange termijn en kansen voor systeemherstel te benutten.

Het gebied wat in het onderzoek als meer zettingsgevoelig naar voren komt wordt voor een groot gedeelte bestemd als groen/blauwe zone (natuur). Voor zover er bebouwing in het gebied komt heeft die een lage dichtheid. Daar kan geëxperimenteerd worden met alternatieve methodes van bouwrijp maken en/of drijvend bouwen.

Voor de midden en zuidelijke zones in de Gnephoek blijkt uit "Bijlage W4 Verkenning bouwrijp maken Gnephoek (Sweco 2023)", dat rekening houdend met de ondergrond, integraal ophogen met zand toch de meest geëigende en duurzame oplossing is. Daarbij is het wel van belang dat het bouwrijp maken zorgvuldig gebeurt. Dat houdt in aanbrengen van verticale drainage, overhoogte en tijd voor het optreden van de zettingen om de zettingseis van 10cm in 30 jaar te kunnen garanderen. In het kader van een toekomstig masterplan moeten dit verder uitgewerkt worden. Deze maatregelen zijn onderdeel van de opgestelde GREX

- Hoe kwetsbaar is het gebied voor extreme neerslag, hitte, droogte, overstroming, bodemdaling en verlies van biodiversiteit?

**Antwoord:**

Bij het ontwerp van de gebiedsontwikkeling Gnephoekpolder is nadrukkelijk rekening gehouden met het Convenant Klimaatadaptief Bouwen. Daarbij is het jaar 2100 de horizon. Sommige thema's konden in het kader van dit plan al globaal beschouwd worden (extreme neerslag, overstromingen en bodemdaling). Voor de thema's hittestress, droogte en biodiversiteit konden in dit stadium (in het kader van een contourenplan) alleen aanzetten worden gegeven, hoe we daar in de toekomst mee om denken te gaan. Door de aanleg van het groen/blauwe netwerk wordt de biodiversiteit zowel in het stedelijk als in het landelijk gebied bevorderd (zie ook deelrapportage Ecologie en Landschap),

- Welke maatregelen moeten er getroffen worden (uit het convenant klimaatadaptief) om de Gnephoek klimaatrobuust/adaptief te laten zijn? Welke van deze maatregelen moeten ook getroffen worden, wanneer ontwikkeling van woningbouw niet plaatsvindt en welke aanvullende maatregelen moeten getroffen worden als gevolg van de ontwikkeling?

**Antwoord:**

In dit deelrapport is omschreven hoe de gebiedsontwikkeling klimaatadaptief en waterrobuust kan worden ingevuld. Wat betreft de autonome ontwikkeling van de Gnephoekpolder in het geval er geen gebiedsontwikkeling plaats zou vinden is nog geen recies beeld. Dat is mede afhankelijk van Waterveiligheidsprogramma, NBW en NPLG.

- Wat is het advies van het Hoogheemraadschap Rijnland op de uitgewerkte maatregelen?

**Antwoord:**

In het proces om te komen tot het contouren en dit deelrapport heeft het Hoogheemraadschap van Rijnland actief bijgedragen aan dit plan. Bovendien heeft het team uitgebreid gebruik kunnen maken van de kennis van Rijnland. Het definitieve advies van het Hoogheemraadschap van Rijnland wordt op korte termijn verwacht.

## 6 Advies

Voor het ontwikkelen en de locaties van de woongebieden is het bodemsysteem als uitgangspunt genomen. Hierbij is mede op basis van de zettingsgevoeligheid bepaald waar de woongebieden het best ontwikkeld kunnen worden. Het bouwrijp maken van de gebieden is hierop afgestemd. Naast de woongebieden is een groenblauw netwerk ontworpen ten behoeve van een klimaatbestendige en waterrobuuste inrichting van het gebied alsmede ten behoeve van het bevorderen van de natuurontwikkeling in het gebied.

Met de ontwikkeling van dit groenblauwe netwerk wordt de biodiversiteit in het gebied versterkt hetgeen wenselijk is vanuit de gedachte van de Groene Metropool. Hierbij worden grote natuurgebieden met elkaar verbonden door o.a. aan te sluiten bij ecologische verbindingzone (Nieuwkoopse plassen en de Wijde Aa) en via een fijnmazig netwerk ook de stad wordt ingetrokken. Hierdoor ontstaat een natuurlijk verloop van stad naar land.

Het groenblauwe netwerk is zodanig ontworpen dat het enerzijds fungeert als een grote waterberging voor perioden met hevige neerslag, anderzijds mogelijkheden biedt voor de ontwikkeling van verschillende natuurtypen ter bevordering van de biodiversiteit. Bij extreem hevige regenval lopen de verschillende delen van het gebied onder water. Eerst wordt het water geborgen in de waterplas en de watergangen/wadi's in de stedelijke omgeving, vervolgens stromen de afgeplagde delen onder water en in extreme situaties het resterende groene gebied (inundeerbaar land). Óp deze manier ontstaat een klimaatbestendig en robuust watersysteem met volop mogelijkheden voor natuurontwikkeling. De natuur is hierbij constant in beweging.

De volgende maatregelen zijn voorgesteld om bovengenoemde situatie te creëren:

- Gnephoekpolder is zoveel mogelijk zelfvoorzienend, er wordt niet afgewenteld op andere gebieden;
- Eén peilgebied met een gemiddeld waterpeil van  $-2.38$  N.A.P. (= huidig zomerpeil) met een toelaatbare peilvariatie van  $+ 0.20$ m en  $- 0,10$  m;
- Bij extreem droge situaties wanneer peil onder bepaald niveau komt (in dit geval  $- 2,48$  N.A.P.) inlaat vanuit de boezemwateren;
- Handhaven van het gemaal voor de Gnephoekpolder ten behoeve van de waterbeheersing;
- Aanleg van waterberging in het te ontwikkelen gebied van ca. 45 ha, waarvan circa 12,5 ha (10%) in het stedelijk gebied wordt gerealiseerd en restant in het groenblauw gebied (32,5 ha);
- Van deze 32,5 ha dient minimaal 20 ha gegraven te worden voor een waterplas ten behoeve van waterberging. Het resterende deel (minimaal 12,5 ha) afplaggen zodat dit deel als plas-dras gebied kan gaan bijdragen aan de waterberging in meer extreme situaties;
- Daarnaast dient er 11 ha inundeerbaar land te zijn dat bij een peilstijging van meer dan 15 cm mee gaat werken met de bergingscapaciteit voor piekbuien;



- Het afgraven van de bovenste laag (afplaggen) bevordert tevens de waterkwaliteit in het gebied (verwijdering van nutriënten).
- Aanleg van watergangen, ecologische corridors in stedelijk gebied. Dooradering van de stad met groenblauwe netwerken/ecologische verbindingzones waardoor verbinding ontstaat met rest van Alphen aan den Rijn en haar omgeving;
- Per deelgebied is de keuze voor de meest geschikte methode van bouwrijp maken afhankelijk van ondergrond, bebouwingsdichtheid, hoeveel groen en water en duurzaamheidsambities. Bij een eerste beschouwing lijkt voor een groot gedeelte van de Gnephoek, waar woningbouw voorzien is (in het kader van het Contourenplan) een traditionele methode van ophogen het meest voor de hand te liggen. Dat houdt in integraal ophogen met zand. In het noordoosten van de polder is vanwege de wat slechtere bodemopbouw ook grondvervanging nog een optie. Daarbij wordt tot een diepte van ongeveer 3 m de veenlaag met afdekkende kleilaag weggegraven en vervangen door zand.

In de verdere uitwerking wordt gezocht naar optimalisatie, waarbij alleen op de plekken waar dat echt nodig is wordt opgehoogd met zand. Omdat de bebouwingsdichtheid naar het noorden toe afneemt zullen juist die gebieden zich lenen voor alternatieve methodes zoals partieel ophogen en drijvende woningen.

## BIJLAGEN

### Referenties

#### Nationaal

- Brief water en bodem sturend [Brief water en bodem sturend](#)
- Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie [Deltaplan Ruimtelijke adaptatie](#)
- Maatlat groene klimaatadaptieve gebouwde omgeving [Maatlat klimaatadaptie](#)

#### Hoogheemraadschap van Rijnland

- Waterbeheerprogramma 6 [Waterbeheerprogramma 6](#)
- Blauwe Lens [Blauwe Lens](#)
- Blauwe lens op het Groene Hart [Blauwe lens op het Groene Hart](#)
- Waterschapsverordening [Waterschapsverordening](#)
- Diverse memo's met info over het watersysteem en waterveiligheid van Gnephoek en Vrouwgeestpolder opgesteld door Hoogheemraadschap van Rijnland.

#### Provincie Zuid-Holland

- 3D-Ordening [3D-ordening – Provincie Zuid-Holland](#)
- Klimaatonderlegger [Klimaatonderlegger – Zuid-Holland](#)
- Convenant Klimaatadaptief Bouwen [Welkom | Bouw Adaptief](#)
- Klimaatadaptatie [Klimaatadaptatie – Provincie Zuid-Holland](#)

#### Gemeente Alphen aan den Rijn

- Gnephoek atlas
- Omgevingsvisie [Omgevingsvisie Alphen aan den Rijn](#)
- Duurzaamheidsprogramma [Programma Duurzaamheid – Alphen ad Rijn](#)
- Vitale stad voor mens en natuur [Landschap & stad – Perspectief Alphen ad Rijn](#)

## Berekening verwerkingscapaciteit maatgevende bui

Het systeem van oppervlaktewater en inundeerbaar land dient de maatgevende bui te kunnen verwerken waarbij geen wateroverlast ontstaat vanuit het oppervlaktewatersysteem. Deze bui is is vanuit de waterbeheerder HH Rijnland gedefinieerd als 90 mm in 1 uur, waarbij de ambitie is neergelegd om een bui van 120 mm in 1 dag te kunnen verwerken. Deze ambitie is als maatlat voor de ontwikkeling Gnephoek gesteld.

Door klimaatveranderingen zullen piekbuien in de toekomst frequenter gaan optreden. Daarbij neemt ook het neerslagvolume toe. Tabel B1 geeft een overzicht van de verwachte toename van kans op optreden van piekbuien in de toekomst.

Tabel B1: Verwachte toekomstige herhalingstijd piekbuien.

Herhalingstijd (1 / n jaar)	Huidige situatie	2030	2050
10	38 mm in 45 minuten		
100	58 mm in 1 uur 111 mm in 48 uur		70 mm in 1 uur 129 mm in 48 uur
150		70 mm in 1 uur	
180		129 mm in 48 uur	
200	70 mm in 1 uur		
250	75 mm in 1 uur 128 mm in 48 uur		90 mm in 1 uur 149 mm in 48 uur
270	129 mm in 48 uur		
370		90 mm in 1 uur	
460		149 mm in 48 uur	
500	90 mm in 1 uur		
720	149 mm in 48 uur		
1000	158 mm in 2 uur		155 mm in 2 uur 184 mm in 48 uur

### Uitgangspunten parameters bergingsberekening

Voor de berekening van de bergingscapaciteit zijn een aantal parameters gebruikt:

- Onverhard gebied heeft een bergingscapaciteit van 20 mm. De waarde hiervan is gegeven door HH Rijnland. In de berekening is deze berging alleen toegepast voor gronden die niet inundeerbaar of plas–dras gebieden zijn.
- Voor tuinen wordt een verhardingspercentage van 25% gerekend. Met de huidige aandacht voor klimaatveranderingen hittestress en biodiversiteit is er veel aandacht richting burgers om de tuin slechts beperkt te verharden. Vandaar dat een lager percentage is aangehouden dan voor een traditionele woonwijk.

- Voor straten en daken is in dit stadium geen berging aangehouden. Het percentage groene daken is vooralsnog voor deze berekening op 0% aangehouden. Dit is een conservatieve benadering. Met berging op of infiltratie via deze oppervlakken zal de totale peilstijging in het oppervlaktewater met circa 2 tot 3 cm afnemen.
- De minimale peilstijging waarbij de berging op inundeerbaar land gaat meewerken is 15 cm.
- Er wordt geen afvoer via het gemaal naar de Heimanswetering of naar de Vrouwgeestpolder gerekend. De buien zijn dusdanig kort dat dit geen significante bijdrage levert.

### Bergingsberekeningen

Bij het uitwerken en toetsen van het watersysteem zijn drie randvoorwaarden aangehouden:

1. De Gnephoekpolder moet zijn eigen broek ophouden;
2. Een toelaatbare maximale peilstijging van 50 cm;
3. Het gebied kan een piekbui van 120 mm in 1 dag bergen;

Dit heeft geresulteerd in de uitwerking waarbij deconclusie is dat:

- 20% oppervlaktewater betrokken op het gehele plangebied nodig is;
- 4% inundeerbaar land (MV-niveau 0,15 m boven regulier waterpeil) nodig is;

Tabel B2: Bergingsstatistiek Gnephoekpolder 120 mm bui\*

Grondgebruik	Percentage van gebied	Oppervlakte [ha]	Berging [mm]
Oppervlaktewater en plasdraszones	20%	45	100
Inundeerbaar land	5%	11	19
Groen + onverhard deel tuinen	28%	63	4
<b>Totaal</b>	<b>53%</b>	<b>92</b>	<b>123</b>

\*berging op wegen, daken is niet meegenomen.

Tabel 4.2: Optredende peilstijging bij verschillende piekbuien en herhalingsfrequenties.

Neerslagdiepte	mm	38 mm in 45 min.	70 mm in 1 uur	90 mm in 1 uur	120 mm in 1 dag
Herhalingstijd in 2030	1/n jaar	10	150	370	150
Benodigde berging	m <sup>3</sup>	85.349	157.221	202.142	269.523
Benodigde peilstijging watergang	m	0,17	0,29	0,38	0,50
Optredende inundatie	m	0,02	0,14	0,23	0,35
Beschikbare bergingscapaciteit betrokken op de gehele polder	mm	41	71	93	123

## Deelrapporten / notities behorend bij dit rapport

Bijlage W1 – Archeologisch bureauonderzoek Gnephoek ODMH Rapport

Bijlage W2 – Rijnland Advies en aandachtspunten watersysteem Gnephoek

Bijlage W3 – Rijnland Notitie waterveiligheid

Bijlage W4 – Notitie Bouwrijp maken Gnephoek

Bijlage W5 – Notitie grondonderzoeken Gnephoek