

Waterhuishoudkundig plan

Geestwater

223 maart 2024

Contactpersoon

RICK GERRITSEN

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 56825
1040 AV Amsterdam
Nederland

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel	6
1.3	Voorgeschiedenis	6
1.4	Leeswijzer	6
2	Huidige situatie	7
2.1	Maaiveld	7
2.2	Bodemopbouw en grondwater	8
2.3	Oppervlaktewatersysteem	12
2.3.1	Dever-zuid	13
2.3.1.1	Categorie oppervlaktewaterlichaam	14
2.3.1.2	Maaiveldberging	15
2.3.2	Geestwater	15
2.3.2.1	Categorie oppervlaktewaterlichaam	16
2.4	Regionale keringen	16
2.5	Waterkwaliteit en Ecologie	17
3	Uitgangspunten en beleid	18
3.1	Beleidsdocumenten	18
3.2	Uitgangspunten ontwerp watersysteem	18
3.2.1	Drooglegging en ontwateringdiepte	18
3.2.2	Watergangen, kunstwerken en onderhoud	18
3.2.3	Compensatie verharding en dempingen	19
3.2.4	Medegebruik waterkeringen	20
3.2.5	Eisen ten aanzien Klimaatadaptief Bouwen 2.0	21
3.3	Uitgangspunten ontwerp riolering en drainage	21
3.3.1	Droogweerafvoer (DWA)	21
3.3.2	Hemelwaterafvoer (HWA)	22
3.3.3	Drainage	23

4	Toekomstige situatie	25
4.1	Watersysteem op hoofdlijnen	25
4.2	Waterkwaliteit en ecologie	26
4.2.1	Dever-zuid	27
4.2.2	Geestwater	27
4.3	Toekomstige waterstructuur Dever-zuid	28
4.4	Toekomstige waterstructuur Geestwater	29
4.5	Kunstwerken Dever-zuid en Geestwater	30
4.6	Primaire aan- en afvoer	32
4.7	Watergangen	33
4.8	Beheer en onderhoud	33
4.9	Peilgrenzen en peilbeheer	34
4.9.1	Dever-zuid	35
4.9.2	Geestwater	35
4.10	Keringen en kades	35
4.11	Compensatie dempingen en verharding	37
4.11.1	Compensatie Dever-zuid	37
4.11.2	Compensatie Geestwater	39
4.12	Opbolling en drainageontwerp	40
4.12.1	Dever Zuid en Geestwater	40
4.12.2	Rooversbroekdijk 86 en 88	47
4.13	Klimaatbui voor oppervlaktewater	48
4.14	Ontwerp droogweerafvoer (DWA)	49
4.14.1	Ontwerpkeuzes en toetsing Geestwater	51
4.14.2	Ontwerpkeuzes Dever-zuid	53
4.15	Hemelwaterafvoer (HWA)	54
4.15.1	Ontwerpkeuzes en toetsing Geestwater	54
4.15.2	Ontwerpkeuzes en toetsing Dever-zuid	57
5	Bijlagen	62
5.1	Mailwisseling Wateropgave	62
5.2	Beleidsdocumenten	65
5.3	Grondwatermodel en berekende grondwaterstanden voor huidige en toekomstige situatie Geestwater	67

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Voor de locatie Geestwater/Dever-zuid is een nieuwbouwplan in ontwikkeling. De projectontwikkelaar Amvest ontwikkelt het terrein met de Woonstichting Stek en met de gemeente Lisse. Doel is om een duurzame wijk met ca. 450 woningen en een park te realiseren. Hiervoor is een landschappelijke en stedenbouwkundige visie ontwikkeld, die de basis vormen voor de volgende stap: opstellen van het definitief ontwerp van het stedenbouwkundig plan.

Binnen het stedenbouwkundigplan wordt invulling gegeven aan de inrichting van het watersysteem. Het ontwikkelingsgebied is op te delen in twee deelgebieden. Deze deelgebieden zijn Dever-zuid en Geestwater met oppervlaktes van circa 3.8 ha en 17.5 ha respectievelijk, zie Figuur 1-1. In deze rapportage worden de effecten van de geplande veranderingen op de waterhuishouding inzichtelijk gemaakt voor de gebieden Dever-zuid en Geestwater. Hierbij wordt ook rekening gehouden met de eisen vanuit de gemeente Lisse en het Hoogheemraadschap van Rijnland.



Figuur 1-1 | Projectgebied

1.2 Doel

In dit rapport wordt op hoofdlijnen de toekomstige situatie voor de waterhuishouding binnen het projectplan beschreven inclusief waterstructuur, waterberging, drooglegging en ontwatering. Hierbij wordt, voor zover relevant, tevens de invloed op de omgeving beschouwd. Het doel van het waterhuishoudkundig plan is:

- Welke invloed het voorgenomen plan heeft op het grond- en oppervlaktewatersysteem en;
- Het beschrijven van de eisen van de waterhuishouding waar de voorgenomen ontwikkeling aan moet voldoen vanuit het Hoogheemraadschap van Rijnland en vanuit de gemeente.

Na de ontwikkeling van het gebied worden de watergangen en kunstwerken overgedragen aan het Hoogheemraadschap en aan de gemeente. In dit waterhuishoudkundig plan zijn de afspraken die zijn gemaakt over het beheer en onderhoud opgenomen. Het waterhuishoudingsplan dient als basis voor de vergunningsaanvragen in het kader van de waterwet.

1.3 Voorgeschiedenis

- In het bestemmingsplan (versie 2) is in de bijlage van de toelichting een waterstructuurplan opgenomen dat ingaat op de aspecten watercompensatie, aan- en afvoer en waterkeringen.
- In november 2021 heeft Aveco de Bondt grondwaterstandmetingen uitgevoerd in het ontwikkelingsgebied, deel Geestwater. De metingen laten zien dat de ondergrond tot een diepte van 2 m onder maaiveld uit zand bestaat dat zwak siltig of kleiig kan zijn, gevolgd door een relatief dikke laag klei en veen tot 8 m onder maaiveld. Het grondwater in de bovenste, zandige laag in het agrarisch gebied fluctueert tussen NAP -3,40 m (gemiddeld grondwater) en NAP -3,0 m (hoogst gemeten grondwaterstanden). Nadien door Arcadis uitgevoerde metingen en het Dinoloket laten voor Geestwater in 1 laag een genuanceerder beeld zien; de ondergrond blijkt kleiig zand in plaats van zandige klei te zijn.
- In april 2022 heeft Aveco de Bondt een waterstructuurplan geschreven over het ontwikkelingsgebied gedurende de VO-fase van de ontwikkeling. In het plan wordt voorgesteld voor Geestwater een waterpeil in te stellen dat fluctueert tussen NAP -3,92 m (uitzakken in de zomer) en NAP -3,82 m (streefpeil in de winter).
- In oktober 2022 Het Hoogheemraadschap van Rijnland heeft besloten in de Waterverordening van Rijnland dat gebieden klimaatbestendig ingericht moeten worden (besluit wordt verwacht in begin 2023). De belangrijkste eis is dat nieuwe gebieden 90 millimeter waterberging moeten opvangen.
- In oktober 2022 heeft het Hoogheemraadschap voorgesteld om een streefpeil van NAP -3,67 m aan te houden als bovenpeil, met uitzakking tot NAP -3,82 m
- Arcadis heeft in december 2022 een vergelijking van de waterpeilen opgesteld, waarna Rijnland een simulatie van het voorgestelde waterpeil heeft uitgevoerd. Met Rijnland is afgesproken dat een streefpeil van NAP -3,77 m wordt gehanteerd en dat het peil mag uitzakken tot NAP -3,87 m. De simulaties laten zien dat het waterpeil eens per jaar of minder tot NAP -3,50 m zal stijgen.
- Op 15 februari 2023 zijn Arcadis, het Hoogheemraadschap van Rijnland en de gemeente samengekomen over onderwerpen als wateropgave, de ontwateringsdiepte, de keringen, de hoogwatervoorzieningen en de waterkwaliteit. Hierin zijn diverse ontwerpkeuzen afgestemd, welke nader zijn uitgewerkt in dit document.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de huidige situatie van het gebied beschreven. In hoofdstuk 3 worden de uitgangspunten en beleid beschreven die van belang zijn voor de ontwikkeling. In hoofdstuk 4 is de toekomstige waterhouding van de ontwikkeling beschreven. Onder andere wordt het functioneren van de watergangen, duikers en bruggen gecontroleerd én wordt het waterkwaliteitsaspect in acht genomen. Hoofdstuk 5 bestaat uit bijlagen ter ondersteuning van de onderzoeken en berekeningen.

Noot: De in dit waterhuishoudingsplan getoonde overzichten van de ontwikkelingen Geestwater en Dever-Zuid zijn gebaseerd op het definitief stedenbouwkundig plan (DOSP). Dit plan wordt verder uitgewerkt tot een definitief inrichtingsplan (DOIP), waarbij kleine wijzigingen aan de orde kunnen zijn. De principes van deze overzichten veranderen echter niet.

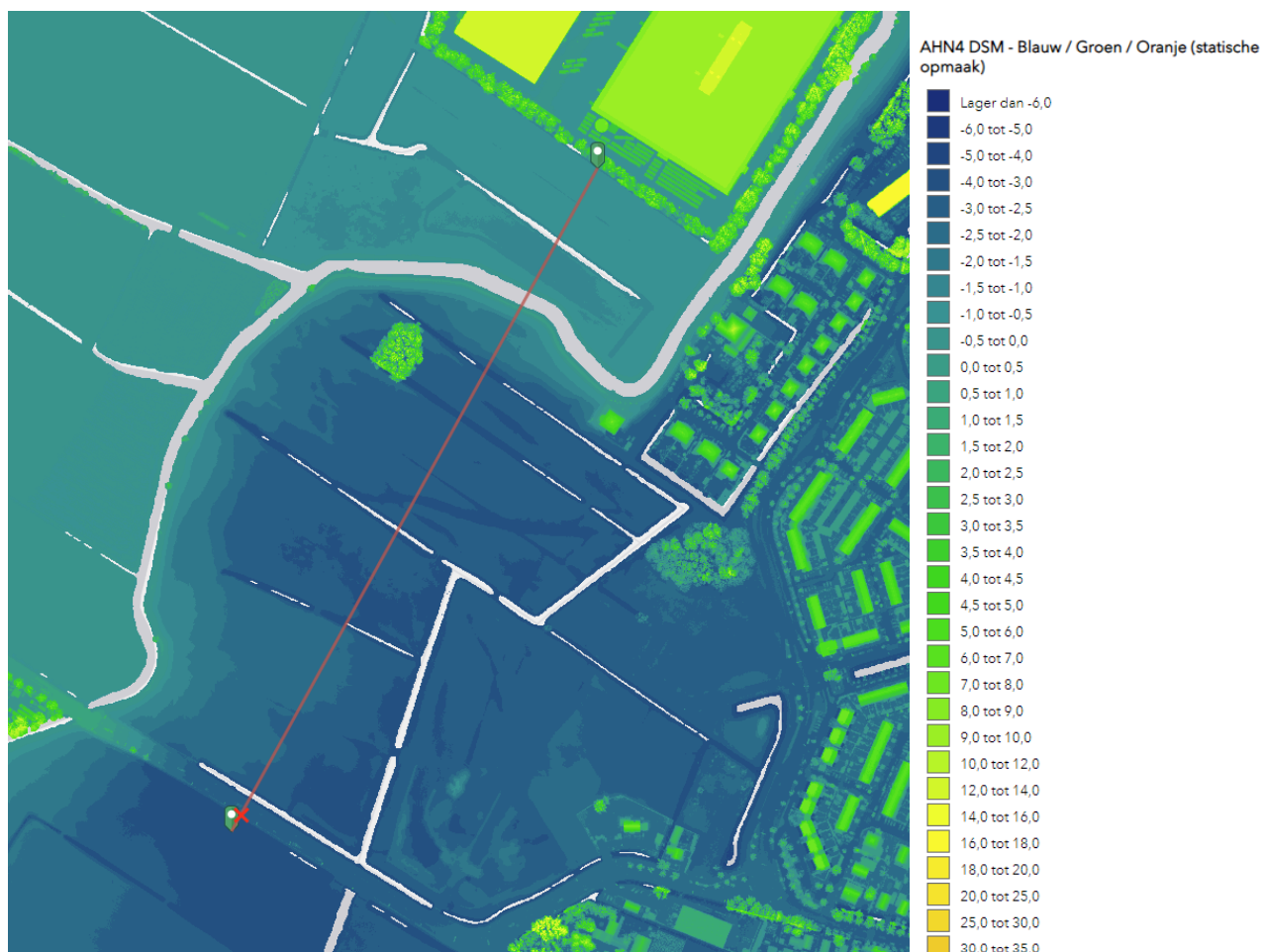
2 Huidige situatie

2.1 Maaiveld

Het maaiveldniveau binnen het plangebied varieert in de huidige situatie aanzienlijk tussen de verschillende deelgebieden:

- Het gemiddelde maaiveldniveau van Dever-zuid neemt van noord naar zuid lichtelijk af van NAP -0,9 m naar NAP -1,1 m (zie Figuur 2-1). Het hoogste maaiveldniveau betreft de kruin van de waterkering, op circa NAP -0,20 m.
- Het deelgebied Geestwater loopt vanaf de ringsloot snel af richting het zuiden waarna het een gemiddeld maaiveldniveau van circa NAP -2,8 m à NAP -2,9 m heeft. Lokaal in het zuidwesten van het projectgebied is het maaiveld hoger op circa NAP -2,2 m. Het hoogste maaiveldniveau betreft de kruin van de waterkering, op circa NAP 0,0 m.

Het maaiveld in deze polder is onderhevig aan bodemdaling. De berekende maaivelddaling over een periode van 50 jaar is ca. 3 mm/jaar.





Figuur 2-1 | Dwarsprofiel maaiveld Dever-zuid en Geestwater met het hoogteprofiel lopend van noord naar zuid (via AHN4).

2.2 Bodemopbouw en grondwater

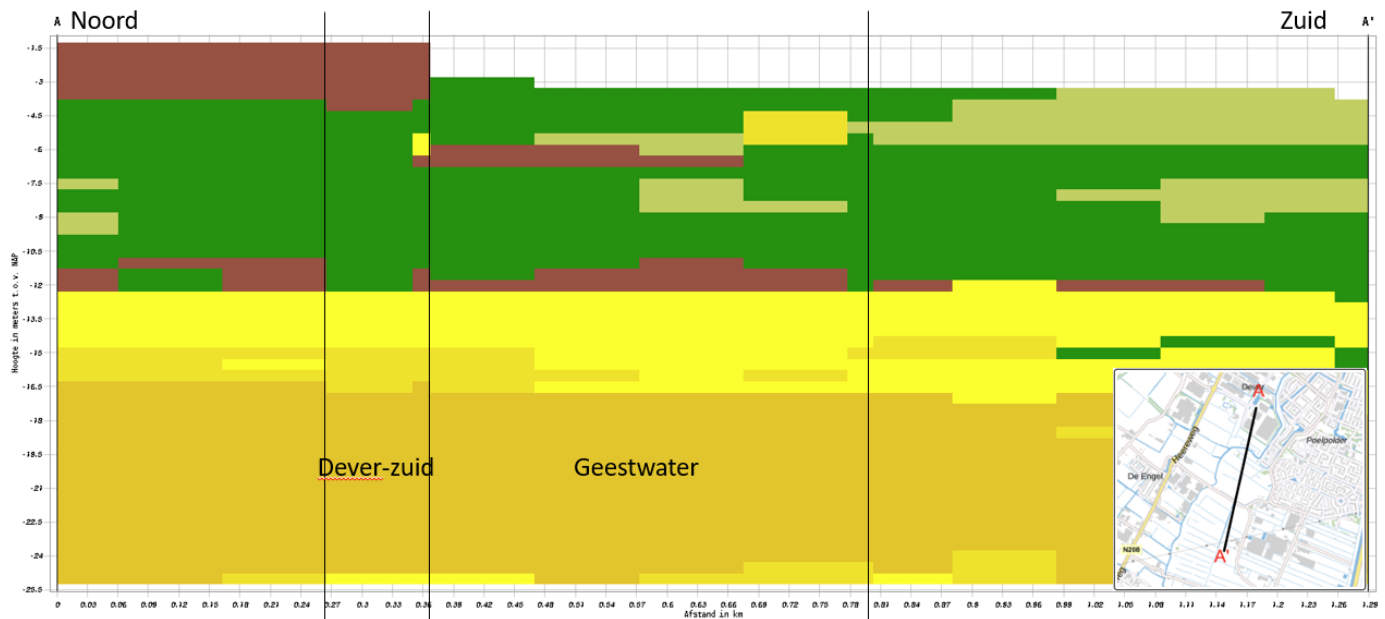
De bodemopbouw van dit gebied is gevarieerd en kan daarom het best opgedeeld worden in Dever-zuid en Geestwater. Deze deelgebieden hebben de volgende bodemopbouw:

- In Dever-zuid deel bestaat de deklaag uit een dunne laag zand, gevolgd door veen tot een diepte van ca NAP -4 m, gevolgd door klei tot een diepte van NAP -12,5 m, zie Tabel 1.
- In het gebied Geestwater is bestaat de bovenste laag uit afwisselende lagen zand en klei (2,15 m) en bestaat de bodem grotendeels uit klei en veen tot een diepte van NAP -12,4 m.

Boringen en sonderingen in het gebied door Arcadis met aanvullingen van Dinoloket leiden tot onderstaande schematische indeling van de bodemopbouw.

Tabel 1 | Schematische bodemopbouw voor Dever-zuid en Geestwater (bron: Arcadjs en Dinoloket)

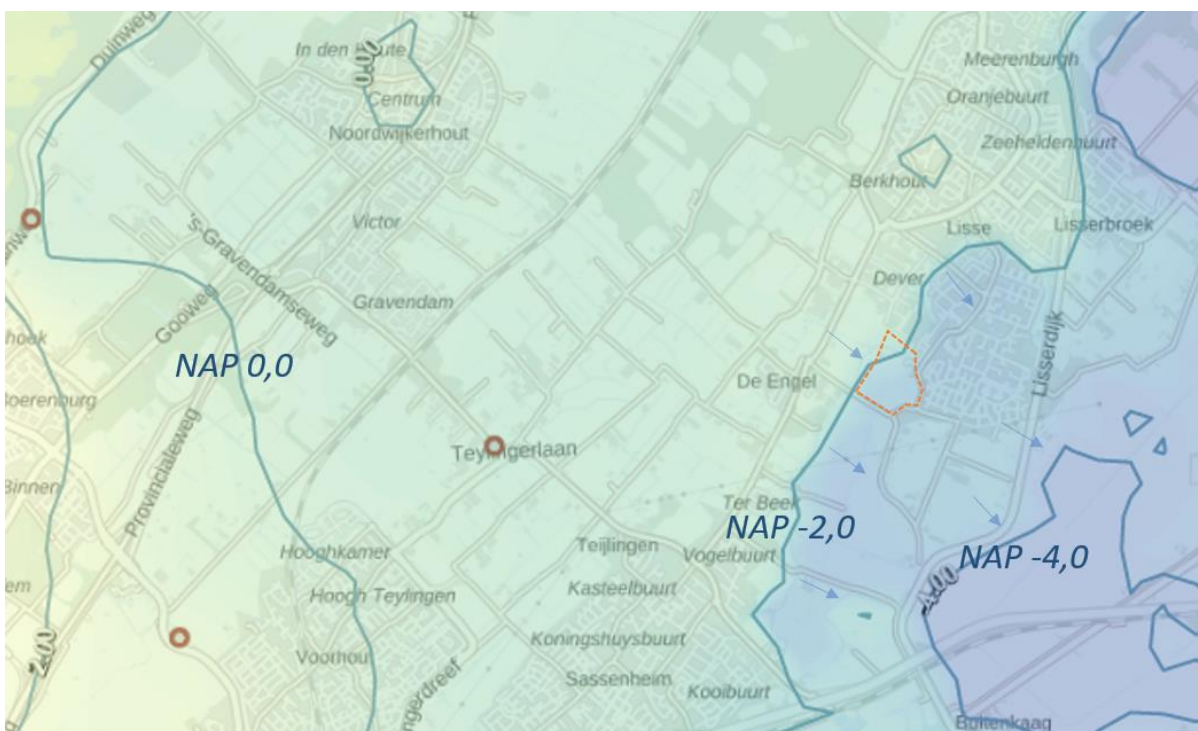
Dever-zuid				Geestwater			
Laag	Onderkant in m NAP	Dikte in m	Grondsoort	Laag	Onderkant in m NAP	Dikte in m	Grondsoort
0	-0,8		maaiveld	1	-2,85		maaiveld
1	-1,35	0,55	zand, matig fijn	2	-5	2,15	Afwisselend klei of zand
2	-4	2,65	Veen	3	-9	4	Klei (zandig, siltig en/of venig)
3	-12,5	8,5	Klei	4	-11,25	2,25	Klei
5	-25	12,5	Zand	5	-12,4	1,15	Veen
				6	-25	12,6	Zand



Figuur 2-2 | Dwarsdoorsnede bodemopbouw plangebied

De grondwaterstanden in Geestwater en Dever-zuid worden bepaald door de waterpeilen van de sloten en door de balans tussen neerslag en afvoer. In beperkte mate speelt kwel en infiltratie een rol voor de grondwaterstanden.

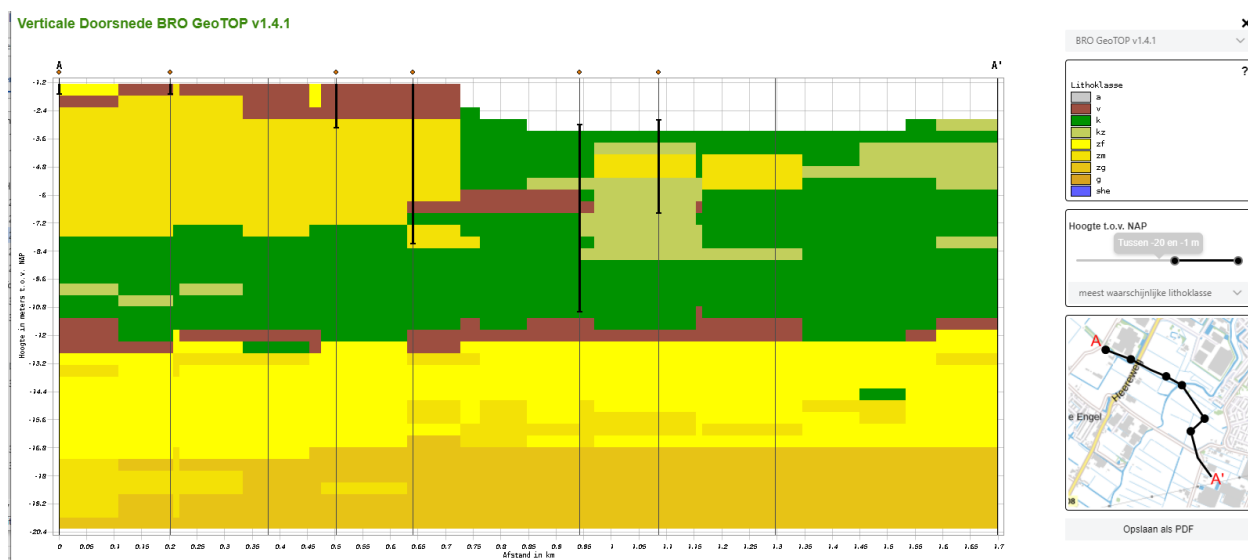
De grondwaterstanden in deze omgeving worden door de gemeente geregistreerd en door TNO in het landelijk grondwaterarchief, zie Figuur 2-3. De meetgegevens (uit 2008) zijn gecombineerd tot een kaart waarin het verloop van de contourlijnen van het grondwater te zien zijn. In de zandige kuststrook is het grondwater ca. NAP -1,0 m, in de Lisserpoelpolder komt grondwater voor vanaf ca. NAP -2,0 tot NAP -3,0 m.



Figuur 2-3 | Grondwaterstanden uit metingen (2008) en landelijk grondwatermodel LHM. Indicatieve stroming. (bron: grondwatertools.nl/gwsinbeeld)

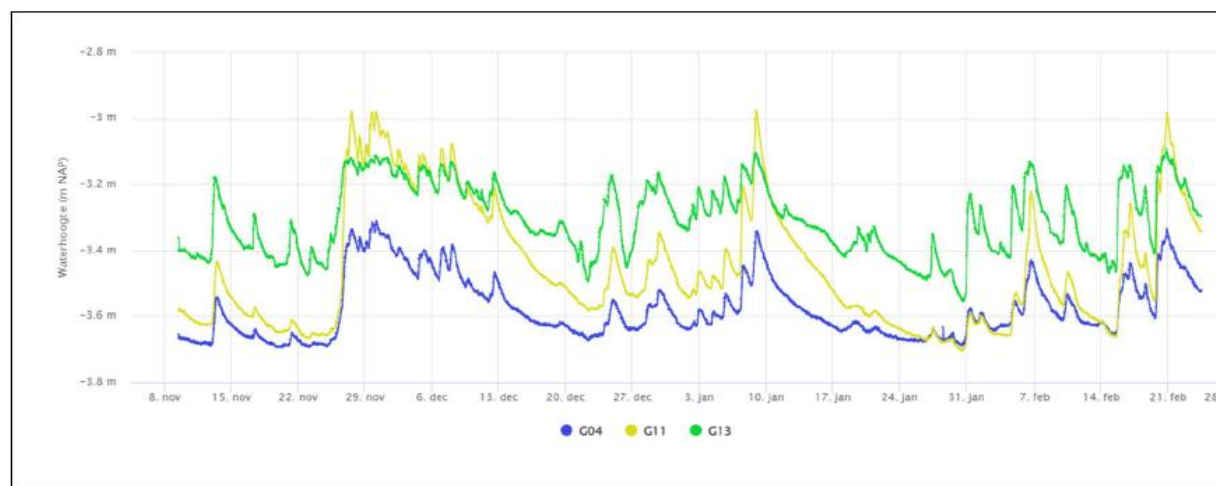
Het landelijke grondwatermodel LHI laat zien dat er beperkte kwel (0,2 tot 0,3 mm/dag) voorkomt in de zuidzijde van het plangebied. In het noordelijk deel komt vrijwel geen kwel voor volgens de LHI. In het gebied van Dever-zuid komt infiltratie voor (0,05 mm/dag). De hoger gelegen ringsloot van de polder verliest via dijkse kwel grondwater naar de lagergelegen polder. De kwel vanuit een hoger gelegen kanaal naar een polder wordt geschat aan de hand van veldwaarnemingen, bodemkenmerken en de verschillen in waterpeilen.

Het profiel van de ondergrond laat zien dat vooral bij de overgang van het hogere gelegen deel naar de polder de dikte van de weerstandbiedende klei- en veenlaag heel beperkt is, zie Figuur 2-4. Juist op die locatie kan relatief veel kwel optreden. De kwel in de directe omgeving van de hoogwatersloot wordt geschat op ca. 5 mm/dag, over een breedte van ca. 25 m. Langs de ringsloot zal in de orde van 125 l/dag per meter aangevoerd kunnen worden. Naar de hele polder Geestwater (over een lengte van 650 m) wordt de dijkse kwel geschat op ca 80 m³/dag. Dit komt overeen met een aanvoer van ca. 1 l/s naar het plangebied Geestwater. (schattingen Arcadis, november 2022)



Figuur 2-4 | Lengteprofiel van de ondergrond tot 20 m - maaiveld. Klei en veen zorgen voor een grote weerstand tegen kwel in het gebied Geestwater (bron: GeoTOP, Dinoloket).

Peilbuizen geven inzicht in de fluctuatie van het grondwater. Er zijn niet veel gegevens bekend van het freatisch grondwater. In de vorige fase is 4 maanden gemeten, zie Figuur 2-5 (nov-2021 tot feb-2022). De grondwaterstanden fluctueren in de winter tussen NAP -3,0 m en NAP -3,75 m.



Figuur 2-5 | Grondwaterstanden in de Lisserpoelpolder variëren tussen NAP -3,0 m en NAP -3,65 m over nov-2021 tot feb-2022

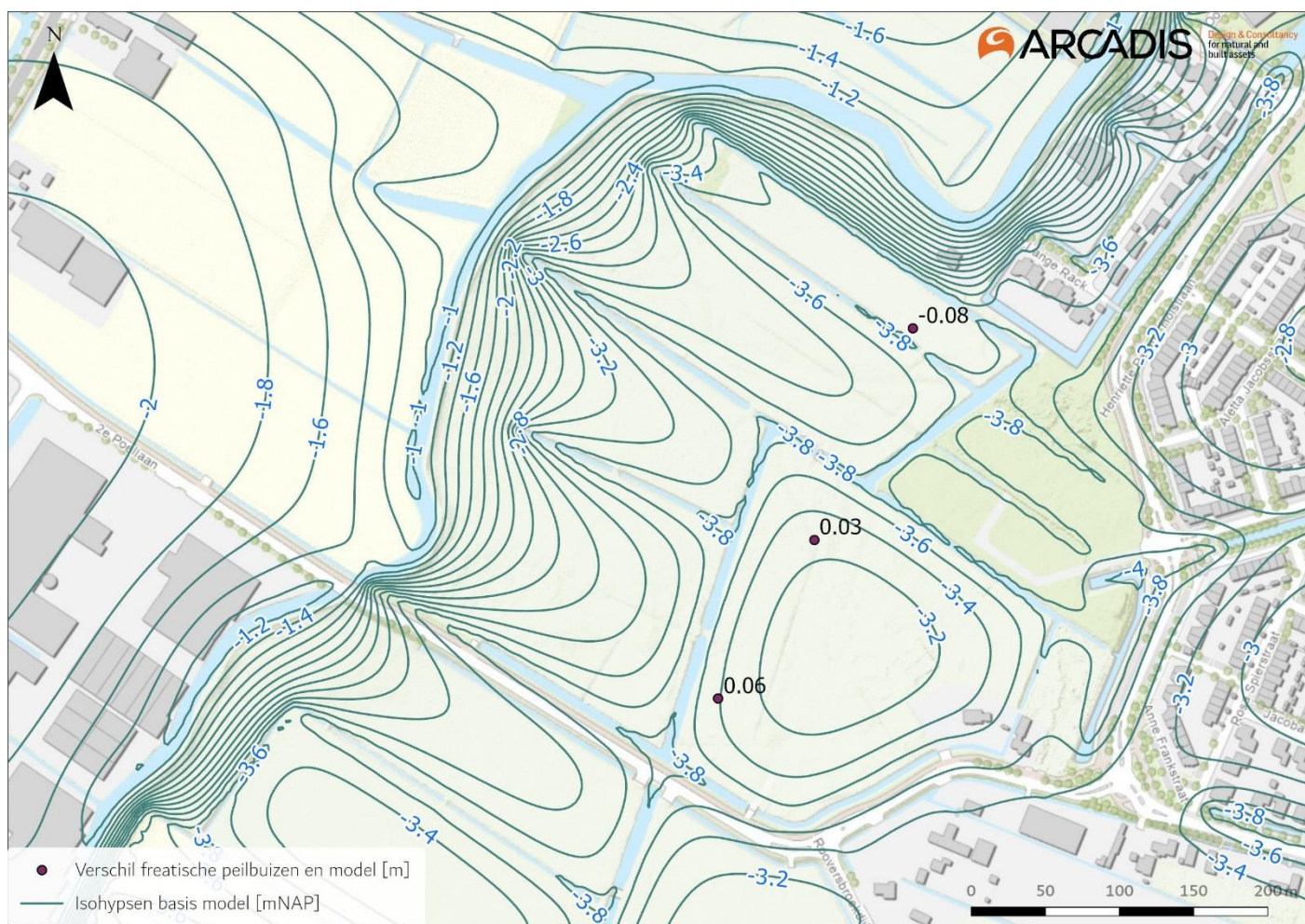
In eerdere rapportages is geschetst dat in Dever-zuid wegzijging optreedt en dat in Geestwater nauwelijks sprake is van kwel of wegzijging. In het plan wordt echter wel gerekend met een zekere aanvoer van kwelwater vanaf de hoger gelegen ringsloot op basis van het landelijk grondwatermodel LHM en indicatieve schattingen van Arcadis. Zowel de metingen en waarnemingen van Rijnland en de gemeente bevestigen dit voor Geestwater.

Arcadis heeft een schatting gemaakt van de verhouding tussen de kwel vanuit de polder (eerste watervoerende pakket richting het oppervlaktewater) en de zogenaamde dijkse kwel die vanaf de Ringslootoptreedt op basis van indicatieve berekeningen. Geschat wordt dat ca. 80% van de kwel optreedt in een beperkte zone langs de Ringsloot. De gebiedskwel is ca. 20%, en concentreert zich volgens het landelijk grondwatermodel aan de zuid-oostzijde van het plangebied. Gemiddeld genomen wordt de kwel naar het plangebied geschat op ca. 0,6 mm/dag. Verhoging van het waterpeil zal de kwel niet significant laten afnemen, omdat de kwel voornamelijk (80%) afkomstig is van de dijkse kwel.

Voor voldoende een evenwicht in aanvoer van kwelwater en verdamping zal bij een neerslag van 6 mm het landoppervlak ongeveer een factor 10 groter moeten zijn dan het wateroppervlak.

Modellering grondwatersysteem voor de huidige situatie (Geestwater)

Voor specifiek Geestwater is aanvullend op basis van de via het Dinoloket beschikbare gegevens, sonderingen, boringen een stationair grondwatermodel gemaakt voor de huidige situatie, vanwege de grotere variatie en asymmetrie van zowel de huidige als de toekomstige situatie ten opzichte van Dever-Zuid. De voor de modelopbouw gebruikte gegevens, gehanteerde uitgangspunten en resultaten van de modelberekeningen zijn weergegeven in Bijlage 5.3.



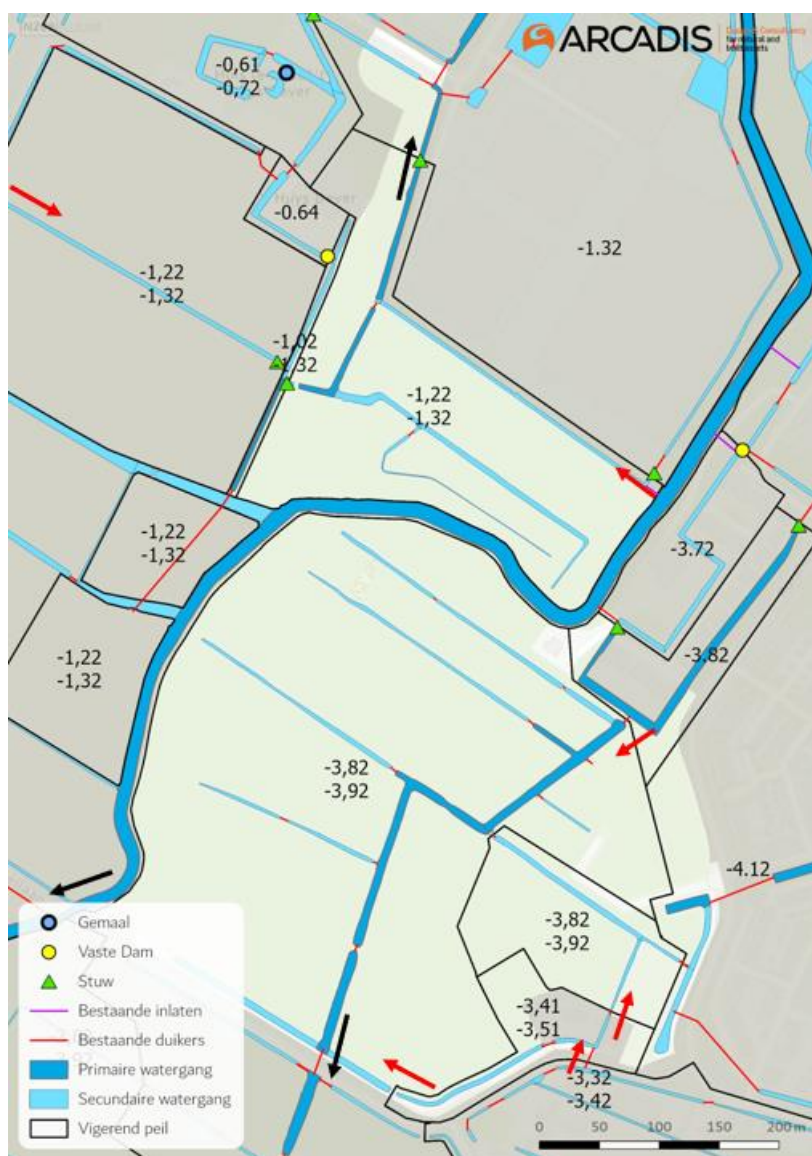
Figuur 2-6 | Grondwaterstanden in Geestwater berekend met het (basis)grondwatermodel ($K_h=15$ m/dag en $K_v=7,5$ m/dag) en verschil met gemeten grondwaterstanden t.p.v. peilbuizen

De berekende grondwaterstanden zijn vergeleken met de tussen november 2021 en maart 2022 gemeten grondwaterstanden in het gebied Geestwater. Ter plaatse van de peilbuizen zijn de verschillen tussen berekende en gemeten grondwaterstanden bepaald en variëren tussen + 6 cm en -8 cm.

Op basis van deze controle stellen wij de nauwkeurigheid van dit basismodel op 10 cm. Dit is voor dit soort modellen acceptabel. Het basismodel is hiermee geschikt voor modellering van het grondwater in de toekomstige situatie en voor toetsing van verwachte ontwateringsdiepten aan de eisen.

2.3 Oppervlaktewatersysteem

Het deelgebied Dever-zuid ligt in de Zemelpolder en het deelgebied Geestwater ligt in de Lisserpoelpolder. De Ringsloot stroomt door het plangebied heen en scheidt de twee deelgebieden van elkaar, zie Figuur 2-7. De Ringsloot is aangesloten op het boezempeil van Rijnland en wordt gebruikt voor de afwatering van de naastgelegen boezemgronden (veelal gebruikt als bollengrond) en voor de aanvoer van water in perioden van watertekort. Deze heeft een zomerpeil van NAP -0,61 m en winterpeil van NAP -0,64 m.

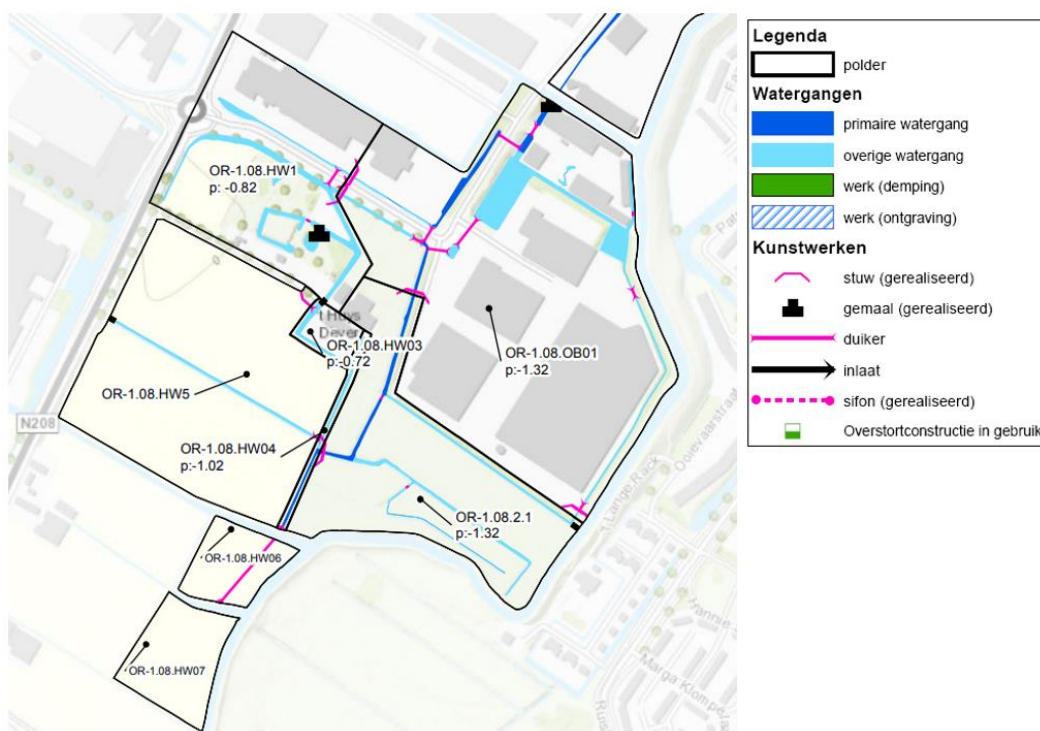


Figuur 2-7 | Huidig watersysteem Dever-zuid en Geestwater (rode pijlen geven aan waar het water het plangebied binnenkomt en zwarte pijlen waar het water uit het plangebied stroomt)

2.3.1 Dever-zuid

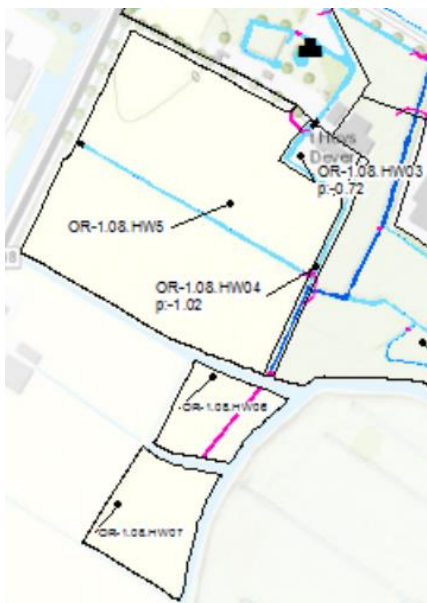
Dever-zuid ligt in twee peilgebieden. Voor het grootste gedeelte ligt het in peilvak OR-1.08.2.2, zie Figuur 2-8. Dit peilvak heeft een zomerpeil van NAP -1,22 m en een winterpeil van NAP -1,32 m. Het overige deel van Dever-zuid ligt in peilvak OR-1.08.2.1, welke een vast peil heeft van NAP -1,32 m.

In de huidige situatie wordt er water via een inlaat vanuit de Ringsloot in het oosten van het plangebied binnengelaten en watert het af naar het gemaal dat zich aan de noordzijde van deze polder bevindt. Verder grenst Dever-zuid aan de peilgebieden OR-1.08.HW05 en OR-1.08.HW04. Uit het meest recente peilbesluit van de Zemelpolder uit 2020 blijkt ook dat de hoogwatervoorziening HW04 (waterpeil NAP -1,02 m) grenst aan het plangebied, zie Figuur 2-8. De primaire waterverbinding tussen de twee 'eilanden' HW06 en HW07 en het gemaal in het noorden is van belang bij de toekomstige waterhuishouding van dit gebied. Het gebied behoort tot het type polders met een geringe peilstijging en drooglegging (orde 0,40 m tot 0,60 m).



Figuur 2-8 | peilvakken en hoogwatervoorzieningen binnen de Zemelpolder

Binnen OR-1.08.2.2 liggen 4 hoogwatervoorzieningen met bestaansrecht (het bestaansrecht van een hoogwatervoorziening binnen een peilvak wordt getoetst en beschreven in het relevante peilbesluit van Rijnland). Echter blijkt uit overleggen met het Hoogheemraadschap van Rijnland in een aantal peilvakken het praktijkpeil afwijkt van het vigerende peil uit de legger, zie Figuur 2-9. Het overige kleine deel van het plangebied in Dever-zuid ligt in een bedrijventerrein. Dit is peilvak OR-1.08.2.1, welke een vast peil heeft van NAP -1,32 m. Verder wordt middels een sifon de twee 'eilanden' HW06 en HW07 van water voorzien.

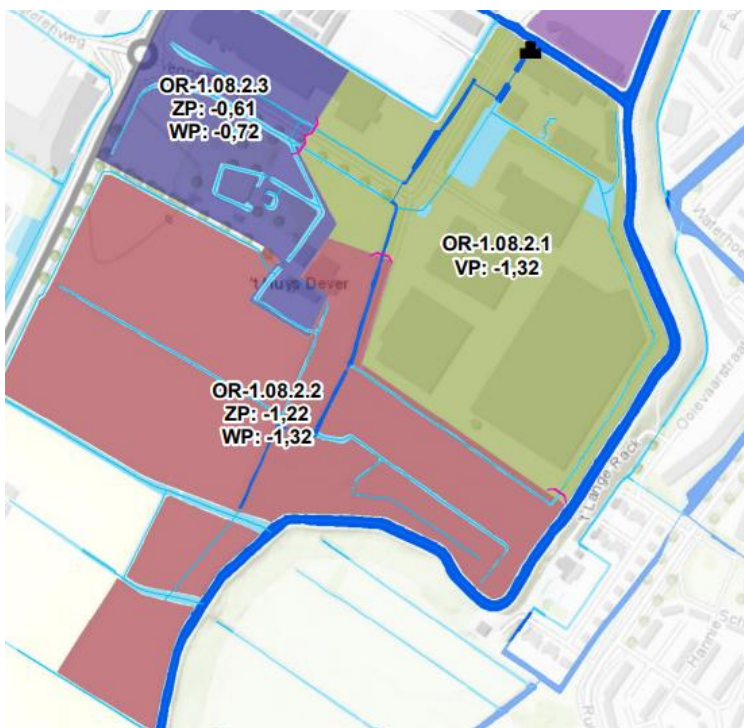


Hoogwater- voorziening	Oppervlakte (ha)	Vigerend ZP* en WP* (m NAP)	Praktijk ZP en WP (m NAP)
HW03	0,4	-0,72	-0,79
HW04	0,26	-1,02	-1,02 en -1,15
HW05	7,4	-1,22 en -1,32	-0,61 en -0,87

Figuur 2-9 | Watersysteem Zemelpolder met relevante peilafwijkingen. ZP en WP zijn respectievelijk zomerpeil en winterpeil.

2.3.1.1 Categorie oppervlaktewaterlichaam

Dever-zuid watert middels een aantal primaire watergangen af naar het gemaal in het noorden. De overige watergangen in Dever-zuid wateren af op enkele primaire watergangen. Deze komen samen en wateren af langs het industrieterrein richting het gemaal in het noorden. Deze watergangen zijn te zien in Figuur 2-8, Figuur 2-9 en Figuur 2-10.



Figuur 2-10 | Huidige situatie Zemelpolder (kaart 7) uit Peilbesluit Zemelpolder, 2020

2.3.1.2 Maaiveldberging

Dever-zuid heeft de in de huidige situatie de functie grasland met een bijbehorende herhalingsdij voor regenbuien van 1/10. Dever-zuid watert af op het peilgebied waarin het bedrijventerrein Vennestraat is gelegen. Dit bedrijventerrein is grotendeels verhard, wat bij kortdurende hevige regenbuien voor grote peilstijgingen zorgt, waarbij Dever-zuid als eerste inundeert. Er zijn meerdere analyses gemaakt over de optredende peilstijging binnen Dever-zuid bij extreme regenval door zowel Aveco de Bondt, Arcadis als de gemeente en de resultaten zijn niet eenduidig. In overleg met het Hoogheemraadschap van Rijnland is het volgende besloten over de maaiveldberging in Dever-zuid bij hevige neerslag en vastgelegd per mailwisseling van 21 februari 2023 welke als bijlage 1 is bijgevoegd:

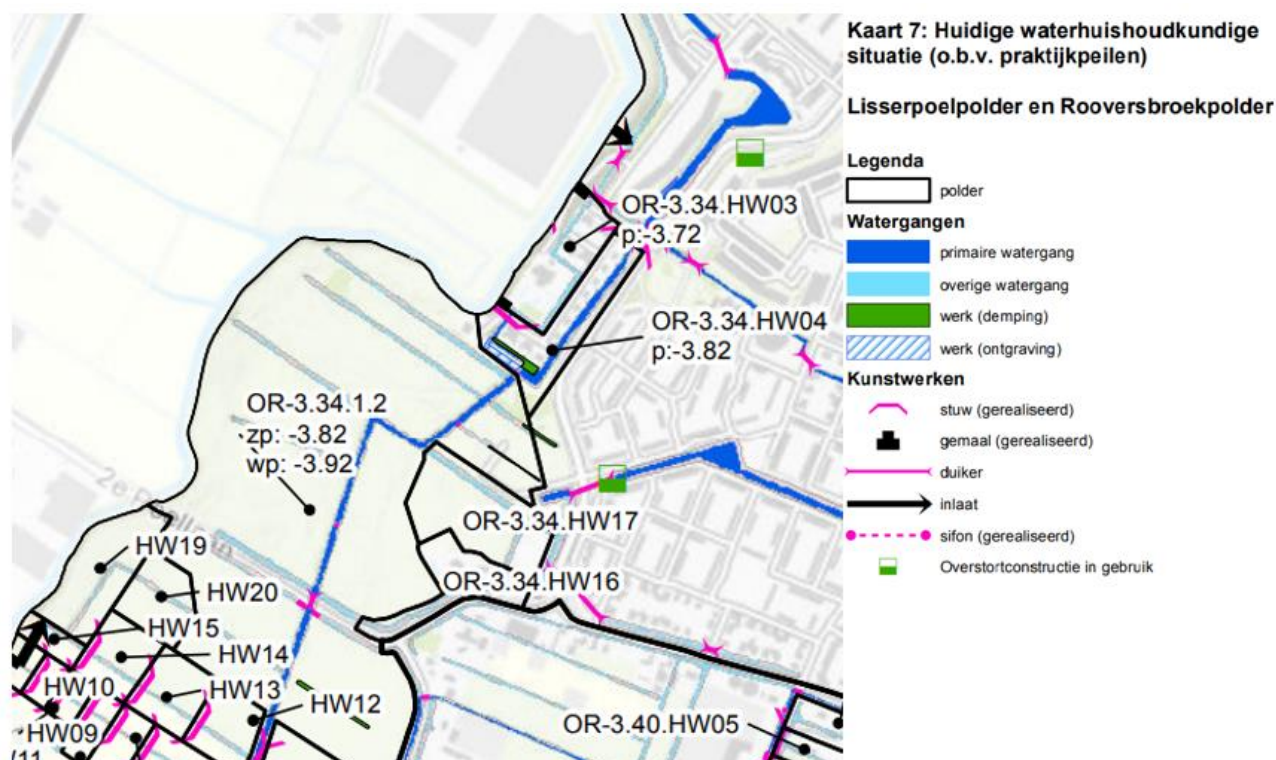
“De berekening van de maaiveldberging is opnieuw beoordeeld en vergeleken met meetgegevens van hevige neerslag in de laatste 10 jaar. Hieruit bleek dat een peilstijging verwacht kan worden tot NAP -0,8 m, en een onzekerheidsbandbreedte van 5 cm. Dit is in lijn met de eerdere bevindingen. De benodigde maaiveldcompensatie blijft daarmee staan op 4400 m², passend bij een T100 waterstand van NAP -08 m.”

Concluderend is er een maaiveldcompensatie opgave bepaald van 4.400 m² voor Dever-zuid welke ingevuld moet worden bij de ontwikkeling.

2.3.2 Geestwater

Het deelgebied Geestwater ligt in zijn geheel in het peilvak OR-3.34.1.2 binnen de Lissrpoelpolder, zie Figuur 2-11. Het gebied is grotendeels agrarisch en de grond wordt gebruikt voor de bollenteelt. In Geestwater wordt een zomerpeil van -3.82 m NAP en een winterpeil van -3.92 m NAP gehanteerd. Ten oosten van Geestwater hanteert de lagergelegen woonwijk een vast peil van NAP -4.12 m. Ten zuidoosten van Geestwater ligt het relatief hoger gelegen Rooversbroekpolder peilgebied op een zomerpeil van NAP -3.32 m en winterpeil van NAP -3.42 m.

Wat betreft aanvoer van water, aan de noordzijde van peilvak OR-3.34.1.2 bevinden zich 2 hoogwatervoorzieningen zonder inlaat. In het midden van dit peilvak bevinden zich hoogwatervoorzieningen, waarvoor water wordt ingelaten vanuit de boezem en in het zuidwesten bevindt zich een inlaat vanuit de boezem direct in peilvak OR-3.34.1.1. Dit zijn alle particuliere inlaten. Peilvak OR-3.34.1.2 wordt echter ook gevoed door water vanuit de Rooversbroekpolder (peilvak OR3.40.0.2).



Figuur 2-11 | Huidige situatie Lisserpoelpolder (kaart 7) uit Peilbesluit Lisserpoelpolder en Rooversbroekpolder, 2020.

In het zuidoosten van het deelgebied Geestwater liggen de twee hoogwatervoorzieningen OR-3.34.HW16 en OR-3.34.HW17. Hier wordt een afwijkend (niet in de Legger vastgelegd) peil gehandhaafd ten behoeve van de bestaande woningen binnen deze hoogwatervoorzieningen. Verder blijkt uit veldbevindingen dat er een aantal kunstwerken zijn die niet in de legger staan die de HW voorzieningen voorzien van water, zie Figuur 2-12. Uit metingen blijkt dat deze kunstwerken op een zodanig hoogte liggen dat in de hoogwatervoorziening OR-3.34.HW16 een peil van ca. NAP -3,50 m aan de orde is. Het waterpeil ligt ca. 30 tot 40 cm hoger dan de achterliggende polder.



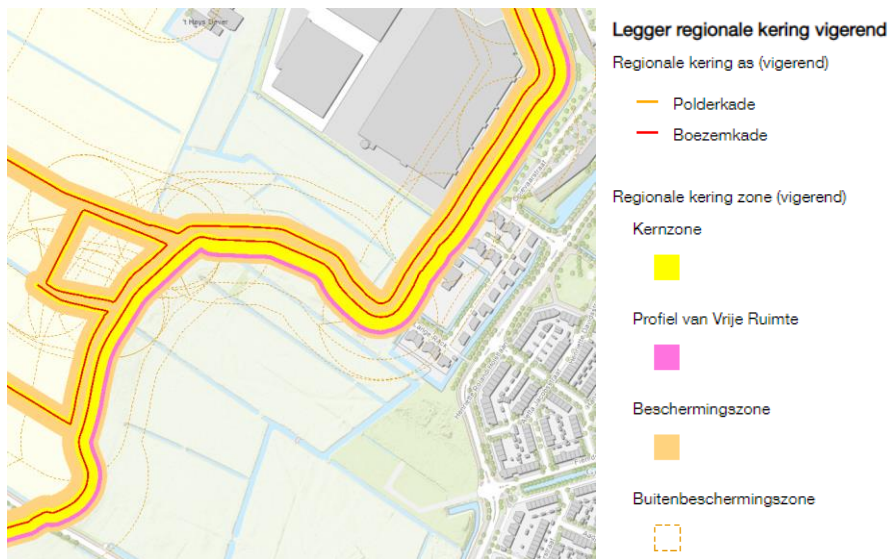
Figuur 2-12 | Niet aangegeven kunstwerken op de legger van Rijnland in Geestwater

2.3.2.1 Categorie oppervlaktewaterlichaam

In Geestwater wateren een aantal overige watergangen af op de primaire watergang die naar het zuiden afwatert. De aanvoer van water in Geestwater komt van de primaire watergang in peilvak HW04 welke op zijn beurt gevoed wordt door de Ringsloot.

2.4 Regionale keringen

Dever-zuid en Geestwater worden gescheiden van elkaar door de 'Lisserpoelpolder' en 'zemelpolder' keringen (Figuur 2-13). De waterkering rondom de Ringsloot betreft een regionale kering met een kernzone en beschermingszone. Het zuiden- en oosten van Dever-zuid en het noorden- en westen van Geestwater overlappen voor een gedeelte met de kernzone, vrije zone en beschermingszone van het waterstaatswerk. Bij bouwen binnen deze zone gelden specifieke eisen en vergunningsvoorwaarden. Dit houdt in dat wijzigingen in de waterstaatszone vergunningplichtig zijn en in de beschermingszone is dit afhankelijk van de hoogteligging ten opzichte van het verticale leggerprofiel.



Figuur 2-13 | Overzicht regionale waterkering Lissertpolder

2.5 Waterkwaliteit en Ecologie

In de huidige situatie staat zowel in de Geestwater als Dever-zuid de fysisch-chemische waterkwaliteit onder druk vanwege het inlaten van, en doorspoelen met, zogeheten 'bollenwater' vanuit de Ringsloot. Daar bovenop komt ook de impact vanuit andere bronnen in de polder zelf, zoals overstorten in het stedelijk gebied.

3 Uitgangspunten en beleid

3.1 Beleidsdocumenten

Het aspect water is van groot belang binnen de ruimtelijke ordening. Door verstandig om te gaan met het water kan verdroging en wateroverlast (waaronder ook risico van overstromingen e.d.) voorkomen worden en de kwaliteit van het water hooggehouden worden. Op Rijksniveau en Europees niveau zijn de laatste jaren veel plannen en wetten gemaakt met betrekking tot water. De belangrijkste hiervan zijn het Waterbeleid voor de 21e eeuw, de Waterwet en het Nationaal Waterplan. Deze relevante beleidsdocumenten zijn opgenomen in 5.2.

3.2 Uitgangspunten ontwerp watersysteem

3.2.1 Drooglegging en ontwateringdiepte

De drooglegging moet blijken uit deskundig advies en is minimaal 120 cm (verschil open waterpeil/bovenkant wegdek)(LIOR). Hierbij moet rekening worden gehouden met de ingangen van bestaande en nieuwe gebouwen (vloerpeil). Benodigde ontwateringdiepte bij nieuwe aanleg is (uit 'Riolering – Vrij verval riolering' van de LIOR):

• Primaire wegen* en bedrijventerreinen	1,0 m
• Secundaire wegen en woonstraten*	0,7 m
• Woningen met kruipruimte t.o.v. onderkant vloer	0,7 m
• Woningen zonder kruipruimte t.o.v. onderkant vloer	0,3 m
• Groenvoorziening	0,5 m

* Ten opzichte van de kruin van de weg

3.2.2 Watergangen, kunstwerken en onderhoud

Onderhoud en aanleg van kunstwerk- en watergang gerelateerde regels staan in de keur van Rijnland en Rijnlandse SOR Systematiek Deel II - Objectspecifiek Inlaten.

Aanleggen van **duikers** in overige watergangen is toegestaan *zonder* vergunning wanneer (artikel 3.2):

- De watergang niet breder is dan 8 m, en
- De duiker niet langer is dan 15 m, en
- De duiker geen bocht of knik bevat

De **duiker** moet bij zomerpeil zowel lucht (1/3 deel) als water (2/3 deel) bevatten om de doorstroming in de watergang te borgen. In sommige gevallen kan een andere hoogteligging noodzakelijk zijn en is maatwerk nodig.

Inlaatconstructies aanbrengen mag wanneer:

- Het inlaten van water niet tot ontoelaatbare verslechtering van de waterkwaliteit leidt.
- Inlaten worden gerealiseerd op basis van de uitgangspunten zoals beschreven in de 'Rijnlandse SOR Systematiek Deel, mei 2017'.

Het aanleggen van een **inlaatconstructie in een waterkering** is toegestaan, wanneer (18.3 uitvoeringsregels keur):

- de inlaat noodzakelijk is voor de aanvoer van oppervlaktewater, en;
- de leiding en het aanleggen hiervan het waterkerend vermogen van de waterkering niet in gevaar brengt, en;
- de stabiliteit van de waterkering in de aanlegfase niet in gevaar komt, en;
- de stabiliteit van de waterkering in de beheerfase niet in gevaar komt.

Compensatieverplichting natuurvriendelijke oevers (8.3 uitvoeringsregels keur):

- Voor iedere handeling in of boven een waardevolle oever, moet ter compensatie van het verlies aan waardevolle oever minimaal een even groot oppervlak aan waardevolle oever worden aangelegd, en;
- het talud van de ter compensatie aan te leggen oever mag niet steiler zijn dan 1:3, en;
- de waardevolle oever moet, haaks op de oever gemeten, minimaal 1,50 m breed zijn, en;
- de compensatie moet binnen een maand na afronding van de handeling zijn gerealiseerd.

Waterdiepte watergangen

- Voor overige watergangen geldt een minimale diepte van 0,60 m (10 cm dieper i.v.m. slib)
- Voor primaire watergangen geldt een minimale diepte van 1,10 m (10 cm dieper i.v.m. slib), met een bodembreedte van minimaal 0,40 m

Doorvaarthoogte voor vaarbaar onderhoud (mail Rijnland 21/10/2022):

- Wanneer de afstand tussen de waterspiegel bij zomerpeil en de onderkant van de brug over de gehele breedte van de watergang minimaal 1,00 meter bedraagt, is varend onderhoud mogelijk.
- Wanneer de afstand tussen de waterspiegel bij zomerpeil en de onderkant van de brug of overkluizing minimaal 1 meter bedraagt, is de doorvaart gegarandeerd.
- Voor stijgers hanteert Rijnland 0,20 m tussen onderzijde constructie en streefpeil
- Het is noodzakelijk dat er binnen het plangebied een te-water-laag plaats wordt aangelegd welke goed bereikbaar is voor het Waterschap
- Het watersysteem op een in een ronde doorvaren kan worden

Onderhoud vanaf de kant

- Voor onderhoud vanaf de kant dient er een onderhoudsstrook van 5,0 meter breed worden gerealiseerd op basis van de Keur.

Ontwerpeisen bruggen in plangebied

- Voor bruggen over primaire watergangen geldt een doorvaarthoogte van 1,00 m vanaf het streefpeil. Tenzij deze bijvoorbeeld bewegend (draai- of hefconstructie) gemaakt wordt
- De minimale afstand tussen het zomerpeil en de onderzijde van de constructie bedraagt 0,20 m (Geestwater krijgt flexibel peilbeheer met een minimum, maximum en een daartussen gelegen streefpeil; voor deze eis wordt het streefpeil aangehouden);
- De minimale afstand tot een naastgelegen dam, brug of stuw 5 m bedraagt;
- Deze maximaal 10 m breed is;
- Ten behoeve van de constructie geen ondersteunende constructies in de watergang worden aangebracht;
- Het talud onder de constructie wordt afgewerkt met erosiebestendig materiaal.
- De doorvaarthoogte van de bruggen moet bij potentieel sloepennetwerk minimaal 1,25m zijn (geldt enkel voor Ringsloot)

3.2.3 Compensatie verharding en dempingen

Dempen van oppervlaktewater (3.3 uitvoeringsregels keur):

- De demping van watergangen gecompenseerd wordt met een minstens zo groot oppervlak.
- De wateraanvoer en waterafvoer naar en uit het achterliggend/aangrenzend gebied mag als gevolg van een demping niet worden belemmerd.
- Wanneer een doodlopende watergang wordt gedempt, moet de demping vanaf de kopse kant worden uitgevoerd.

Compensatieverplichting demping (3.3 uitvoeringsregels keur):

- Voor elke demping moet het verlies aan bergend vermogen worden gecompenseerd door:
 1. een oppervlak water aan te leggen dat minimaal even groot is als het oppervlak van de demping, of;
 2. afboeking van een saldo, even groot als het oppervlak van de demping, van de Berging Rekening Courant, of;
 3. aantoonbaar extra gegraven water, even groot als het oppervlak van de demping, in de vijf jaar direct voorafgaand aan de datum van de vergunningaanvraag voor de demping, en;
- De compensatie moet voorafgaand aan of tegelijk met de demping zijn/worden gerealiseerd, en;
- Het nieuw te graven water dient in open verbinding te staan met de rest van het watersysteem, en;
- Wanneer de demping een deel van het poldersysteem betreft, moet de compensatie plaatsvinden binnen het peilvak waarin de demping plaatsvindt, en;
- Wanneer de demping een deel van het boezemsysteem betreft, moet de compensatie plaatsvinden binnen 5 kilometer van de locatie van de demping.

Graven van water (5.3 uitvoeringsregels keur):

- Hergraven van gelijk wateroppervlak in hetzelfde peilgebied voordat de demping plaats vindt; de aan- en afvoer niet belemmeren.
- Eisen aan minimaal profiel: aanlegdiepte minimaal 0,60 m, breedte waterbodem minimaal 0,40 m en breedte op de waterspiegel minimaal 2,50 m.
- Het graven van water is toegestaan wanneer het oppervlaktewater niet wordt aangelegd in een kwetsbaar kwelgebied,
- Het graven van water is toegestaan wanneer het graven niet alleen het verflauwen van een bovenwatertalud en/of het verdiepen van bestaande oppervlaktewater betreft
- Het graven van water is toegestaan wanneer de diepte ten opzichte van winterpeil niet meer wordt dan 2,50 meter.

Aanbrengen van verharding:

- Het aanbrengen van verharding mag wanneer de compensatie door het graven van open water ten minste 15% is van de toename van verharding (inclusief 50% van het tuinoppervlak)(toename tot maximaal 5.000 m²).

3.2.4 Medegebruik waterkeringen

Het is toegestaan om met inachtneming van het vorige lid de volgende handelingen in het watersysteem te verrichten of te laten verrichten:

Het:

- **Aanbrengen** en hebben van leidingen met een diameter niet groter dan 63 mm in de kern- en/of beschermingszone van een waterkering,
- **Aanbrengen** en hebben van kabels in de kern- en/of beschermingszone van een waterkering
- **Aanbrengen** en hebben van mantelbuizen en overige drukloze leidingen met een diameter niet groter dan 160 mm in de kern- en/of beschermingszone van een waterkering
- **Aanbrengen** en hebben van leidingen met een druk niet groter dan 10 bar en/of een diameter niet groter dan 500 mm in de buitenbeschermingszone van een waterkering
- **Renoveren** of **vervangen** van bestaande, kabels, leidingen en/of mantelbuizen in de kern- en/of beschermingszone van een waterkering

Het **bouwen** in:

- kern- en/of beschermingszone van een waterkering, voor zover het gaat om:
 1. het aanbrengen van bouwwerken van maximaal 20 m², buiten de kruin en bestaande uit hout, kunststof of een vergelijkbaar licht materiaal;
 2. het plaatsen van beschoeiingen en damwanden in het buitentalud en/of in de kruin, voor zover deze bestaan uit houten palen met een grond dicht waterdoorlatend doek en/of houten planken/schotten, waarbij eventueel

Het is volgens paragraaf 3.2 uit de keur van het hoogheemraadschap van Rijnland **verboden om zonder vergunning** van het college van dijkgraaf en hoogheemraden de volgende handelingen te verrichten of te laten verrichten:

Het **bouwen** in:

- de kern- en/of beschermingszone van waterkeringen, voor zover het gaat om:
 1. bouwwerken groter dan 20 m²;
 2. bouwwerken op de kruin;
 3. bouwwerken die niet bestaan uit hout, kunststof of een vergelijkbaar licht materiaal;
 4. het plaatsen van beschoeiingen en damwanden in het binnentalud, of
 5. het plaatsen van beschoeiingen en damwanden in het buitentalud en/of de kruin, voor zover deze niet bestaan uit houten palen met grond dicht waterdoorlatend doek en/of houten planken/schotten, en/of waarbij (schot)ankers worden aangebracht binnen het leggerprofiel.

Grond te verzetten:

- in de kern- en/of beschermingszone van waterkeringen, wanneer:
 1. er meer dan 3,00 m³ wordt vergraven, en/of
 2. dieper dan 0,30 meter wordt gegraven, en/of
 3. graven en/of ophogen plaatsvindt op de kruin, en/of

4. een ophoging of aanvulling plaatsvindt met klei meer dan 0,50 meter, en/of
5. een ophoging of aanvulling plaatsvindt met natte bagger op het gehele horizontale bovenvlak van de waterkering, het binnentalud of het buitentalud, en/of
6. een ophoging of aanvulling plaatsvindt met andere grondsoorten dan klei op de kruin, en/of
7. een ophoging of aanvulling buiten de kruin plaatsvindt voor zover het meer dan 0,50 meter bedraagt.

Het met een **voertuig** of werktuig betreden van de kernzone van een waterkering, wanneer:

1. het voertuig of werktuig op een weg wordt opgesteld bijvoorbeeld ten behoeve van het uitvoeren van werkzaamheden en het totale gewicht groter is dan 50.000 kilogram, of
2. het voertuig of werktuig zich niet op een weg bevindt en het totale gewicht groter is dan 8.000 kilogram.

Het **verwijderen** van een heipaai, damwand of mediumvoerende leiding, niet zijnde een huisaansluiting, uit de kern- en/of beschermingszone van een waterkering.

3.2.5 Eisen ten aanzien Klimaatadaptief Bouwen 2.0

- Het plan is getoetst op basis van een 90 mm bui die in 1 uur valt (extreem hevige neerslag 1/250 jaar).
- Het water van deze bui mag pas geloosd worden na 24 uur en is weer beschikbaar na 48/60 uur.
- Deze bui mag niet leiden tot inundatie tot boven het straat peil.
- Deze bui mag niet leiden tot schade aan bebouwing en voorzieningen in het plangebied.

3.3 Uitgangspunten ontwerp riolering en drainage

3.3.1 Droogweerafvoer (DWA)

Algemene ontwerpuitgangspunten:

Eis	Lior	Gekozen uitgangspunt
Minimale dekking op de leiding	1,20 m	1,30 m (i.v.m. lagere aansluiting verdiept parkeren)
Minimale diameter	250 mm	300 mm t.b.v. extra berging en inspecteerbaarheid
Leidingverhang	5-2 ‰	5-2 ‰
Minimale tussenafstand bij kruisingen leidingen	0,20 m	0,20 m
Maximale putafstand	50 m	50 m
Lengte huisaansluitingen	Max 20 m	Max 20 m
Materiaal	Vanaf 400 beton, kleiner PVC	Vanaf 400 beton, kleiner PVC
Maximale diepteligging leidingen	3,5-4 m	3,5-4 m
Belasting (lozing op stelsel)	12 l/inw/h	12 l/inw/h (120 l/inw/dag)
Woningbezetting	2,5 inw/woning	2,5 inw/woning
Berging in het stelsel	10 uur	10 uur
Vullingsgraad	-	Max 50%

Rioolgemaallocatie	Bij voorkeur 50 m vanaf woningen	Bij voorkeur 50 m vanaf woningen
Pompregime /-opstelling	2 pompen, alternerend /natte opstelling	2 pompen, alternerend /natte opstelling
Diameter persleiding en stroomsnelheid	>63 mm, v=2m/s	
Inpassing lozingspunt	Ontvangende riolering bestendig tegen H2S	

Aanvullend op de LIOR zijn de volgende eisen/wensen opgehaald bij de gemeente en Rijnland:

- Eis: De DWA-lozing vanuit de aan te leggen persleiding op het bestaande gemengde stelsel mag de vuilemissie bij bestaande overstorten niet negatief beïnvloeden.
- Wens: bij voorkeur het lozingspunt situeren in Mesdagstraat benedenstrooms van bestaande persleiding gemaal Frans Halsstraat, zodat het afvalwater slechts éénmaal verpompt wordt en gemaal Frans Halsstraat geen aanpassing behoeft.

DWA prognose

Op basis van de gestelde uitgangspunten kan is een DWA prognose gemaakt. Deze prognose geeft inzicht in de hoeveelheid afvalwater dat via een gemaal geloosd moet worden op het bestaande rioolstelsel van de gemeente Lisse. Verder kan in een latere fase op basis van deze prognose een keuze gemaakt worden in pomptype en capaciteit.

Deelgebied	Aantal woningen	Woningbezetting	Belasting	Benodigde pompcapaciteit m ³ /h
Dever-zuid	109	2,5	12 l/inw/h	3,3
Geestwater	350	2,5	12 l/inw/h	10,5
Totaal	459	2,5	12 l/inw/h	13,8

3.3.2 Hemelwaterafvoer (HWA)

Algemene uitgangspunten:

Eis	Lior	Gekozen uitgangspunten
Minimale dekking op de leiding	1,20 m	1,30 m
Minimale diameter	250 mm	300 mm voor een robuuster systeem
Leidingverhang	2 ‰	2 ‰, tenzij ligging volledig onder waterpeil
Minimale tussenafstand bij kruisingen	0,20 m	0,20 m
Minimale tussenafstand bij kruising riolering-duikers	-	0,20 m
Maximale putafstand	50 m	50 m
Lengte huisaansluitingen	Max 20 m	Max 20 m
Materiaal	Vanaf 400 beton, kleiner PVC	Vanaf 400 beton, kleiner PVC

Hydraulische toets

Bui 08, waakhoogte
0,20 m
Bui 09, geen water op
straat

Conform iWKp 2022:
Bui 08, waakhoogte 0,20 m
Bui 09, geen water op straat
Bui 10, geen afwenteling naar particulieren en
andere peilgebieden.

3.3.3 Drainage

In deze paragraaf wordt getoetst of de ontwateringsdieptes onder de vloer- en straatpeilen uit het ontwerp conform de eisen van de LIOR zijn. Hierbij wordt de opbolling mét en zonder drainage berekend waaruit de ontwateringsdieptes getoetst worden aan de eisen uit de LIOR. Daarin zijn de volgende uitgangspunten genomen voor de berekeningen voor de opbolling:

Streefpeil Geestwater:	NAP -3,77m
Grondwateraanvulling / specifieke afvoer ¹ :	5 mm/d (woongebied, 50% verhard)
K-waarde doorlatende laag Geestwater:	2 m/d
K-waarde doorlatende laag Dever-zuid:	5 m/d
Waterdiepte Dever-zuid:	Lokaal afhankelijk uit de legger van Rijnland in m
Waterdiepte Geestwater(w):	Algemeen 0,6 m en lokaal 1,0 m.
Slootbreedte (s):	Lokaal afhankelijk van legger van Rijnland in m
Diepte ondoorlatende laag Geestwater:	NAP -5,0 m
Diepte ondoorlatende laag Dever-zuid:	NAP -1,4 m
Afstand drain tot ondoorlatende laag Geestwater (D):	1,23 m
Afstand drain tot ondoorlatende laag Dever-zuid (D):	0,71 m
Straatpeil Dever-zuid:	NAP 0,60 m
Straatpeil Geestwater (conservatief, betreft laagste peil):	NAP -2,20 m
Vloerpeil woningen Dever-zuid:	NAP 0,85 m
Vloerpeil woningen Geestwater:	NAP -1,95 m

De volgende uitgangspunten zijn genomen voor drainage onder de wegen:

Diameter drains:	0,16 m
Maximale afstand drainageputten bij woningblokdrenage:	100 m
Ophogingsmateriaal bodem:	Uit af te graven waterpartijen
Drains komen ter hoogte van het streefpeil in de wijk	
- Hierdoor is er geen risico voor roesten of slijtage door boomwortels; - Hierdoor kan er een doorspuitput worden aangelegd	
Drains voeren af op oppervlaktewater	

De benodigde ontwateringsdiepte eisen uit de LIOR bij nieuwe aanleg is:

Secundaire wegen en woonstraten**:	0,7 m
Woningen met kruipruimte*:	0,7 m
Woningen zonder kruipruimte*:	0,3 m

(*t.o.v. onderkant vloer ** t.o.v. kruin van de weg)

¹ Uit het Handboek Hydrologische Richtlijnen Waterschap Hunze en Aa's (2020)

De uitgangspunten voor drainage onder de verdiepte parkeergarages zijn als volgt:

- Deze verdiepte parkeergarages zijn particulier. In de opbollingsberekening is het effect van deze drainage niet meegewogen. Daarmee uitgaande van een worst-case scenario. Daarnaast achten wij het voor de gemeente niet verstandig voor een goede ontwatering van de openbare ruimte afhankelijk te zijn van door particulieren te onderhouden voorzieningen.
- Drainage vanaf particulier terrein moet direct afvoeren naar open water of wanneer dit niet mogelijk is via het gemeentelijk drainagestelsel richting open water. De drainage onder de particulier verdiepte parkeergarages voert af via de onder de wegen aan te leggen drainage.

4 Toekomstige situatie

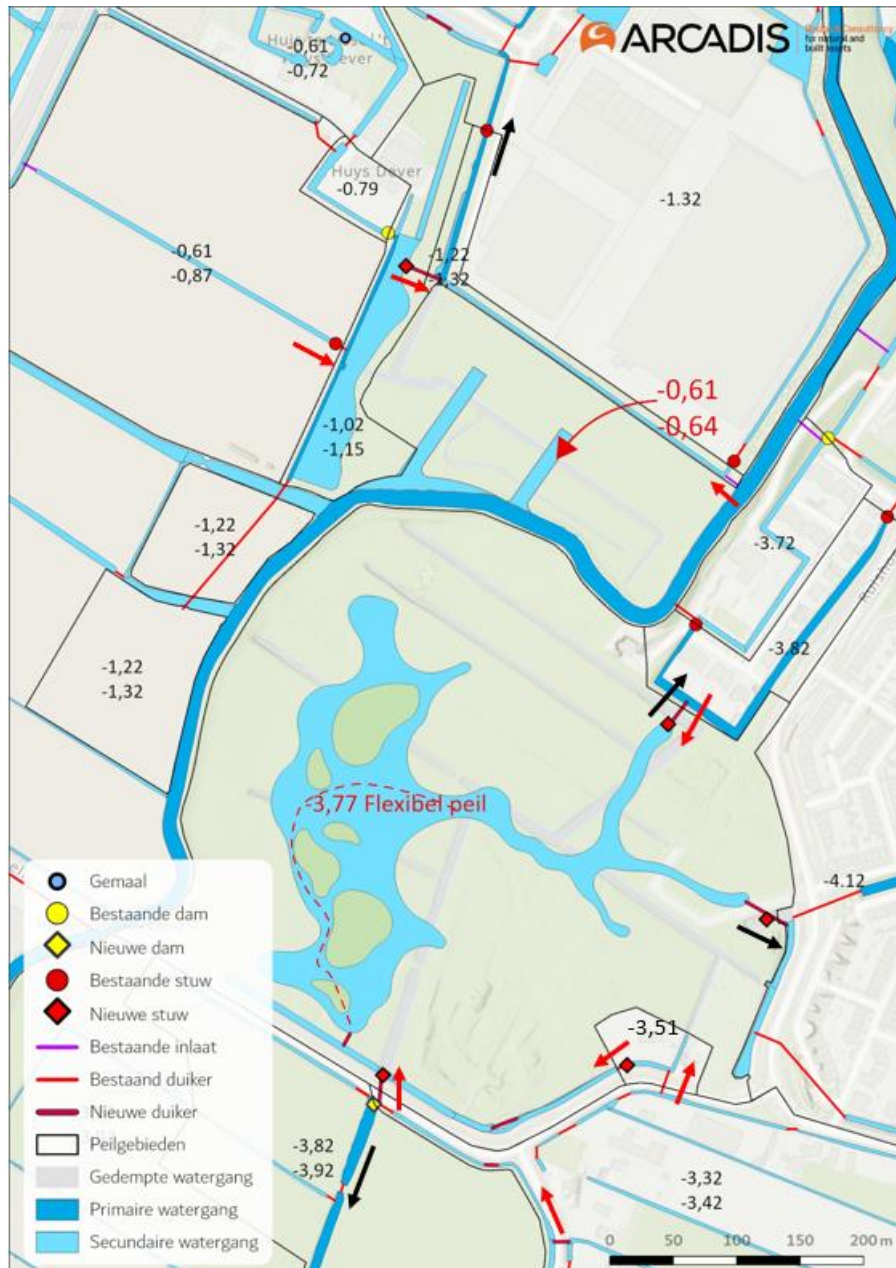
4.1 Watersysteem op hoofdlijnen

Het plangebied wordt herontwikkeld voor wonen, waarin de ontwikkeling van duurzaam gebouwde woningen is voorzien. De rest van het plangebied zal bestaan uit groen en water. Een van de onderdelen van de ontwikkeling is het realiseren van een robuust en beheersbaar watersysteem. Hierbij wordt ook invulling gegeven aan de ambitie voor het vergroten van de biodiversiteit door flauwere taluds langs de watergangen aan te leggen dat natuurinclusief beheerd kan worden. De nadere uitwerking van de inrichting hiervan wordt afgestemd tussen de ontwikkelaar, de gemeente Lisse en het Hoogheemraadschap van Rijnland. Bij de inrichting wordt daarnaast rekening gehouden met de bestaande bebouwing die worden behouden (ook na de herontwikkeling).

Voor de realisatie van het plan worden twee belangrijke aanpassingen aan het watersysteem gedaan:

- Dever-zuid: de waterkering van de Ringsloot aan de hoge zijde (Zemelpolder) wordt verlegd naar de nieuwe straat ten noorden van de te bouwen woningen (zie 4.9). De peilgrenzen worden aangepast, waardoor ook de waterbergende functie van dit deel van de Zemelpolder verplaatst moet worden.
- Geestwater: het waterpeil van deelgebied Geestwater in de Lisserpoelpolder wordt verhoogd en er wordt een flexibel peilbeheer ingevoerd.

In Figuur 4-1 is de water aan- en afvoer voor de twee deelgebieden geïllustreerd.



Figuur 4-1 | Toekomstige watersysteem van Dever-zuid en Geestwater. Rode pijlen geven aan waar het water het plangebied in gaat en de zwarte pijlen waar het water het watersysteem uit gaat.

4.2 Waterkwaliteit en ecologie

Voor de waterkwaliteit is de doorstroming van het watersysteem zo goed mogelijk ingericht. Stilstaand water heeft een negatieve invloed op de waterkwaliteit. Hiervoor zijn de doodlopende watergangen waar mogelijk vermeden, waardoor er vrijwel geen stilstaand water in het watersysteem is. Indien het niet mogelijk is geweest om via openwater twee watergangen te verbinden is dit met behulp van duikers gedaan. Deze duikers liggen, conform het beleid van het Hoogheemraadschap van Rijnland, op een hoogte ten opzichte van het water dat er bij het streefpeil één derde van de duiker boven water staat. Hiermee wordt voorkomen dat drijvend vuil zich niet aan het einde van watergangen ophoopt.

4.2.1 Dever-zuid

In de huidige situatie wordt water vanuit de Ringsloot het gebied ingelaten. In de toekomstige situatie zal water, net als in de huidige situatie, vanuit de bestaande inlaten vanaf de Ringsloot in het zuidwesten en oosten Dever-zuid worden ingelaten. In het noorden zal het water het plangebied worden uitgevoerd richting het bestaande gemaal. Hierdoor verandert er niets wat betreft de bron van water dat Dever-zuid boezem en polder wordt ingelaten. Verder zal de vijver flauwe oevers krijgen wat de biodiversiteit bevordert en de waterkwaliteit verbeterd. De ontwikkeling van Dever-zuid zal daarom een positief effect hebben op de waterkwaliteit in het gebied.

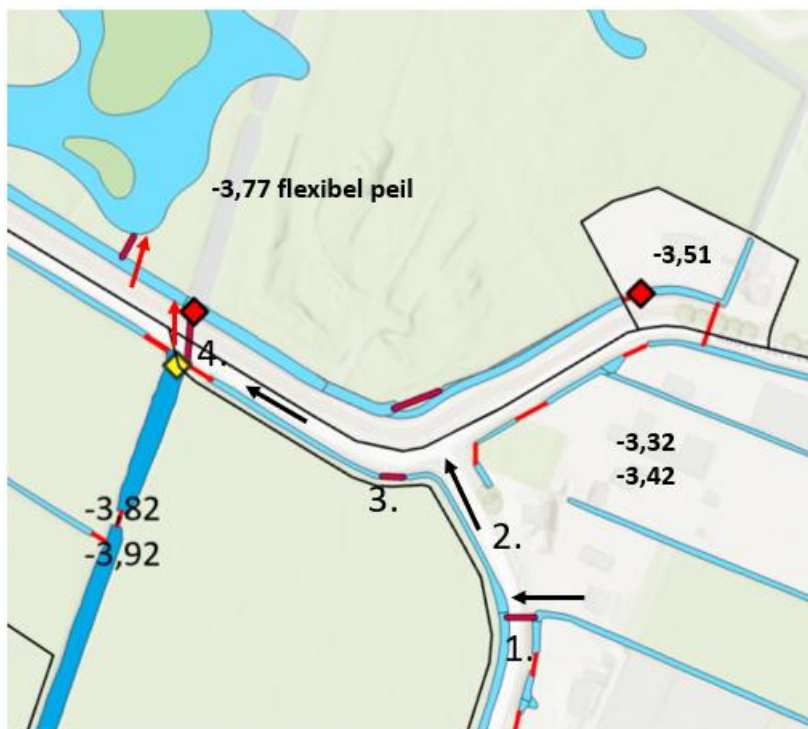
4.2.2 Geestwater

In de huidige situatie komt water hoofdzakelijk indirect via de Ringsloot Geestwater binnen vanuit hoogwatervoorziening HW04 ten noordoosten van het plangebied.

Door de nieuwe inrichting van Geestwater en de te hanteren waterpeilen, kan in de zomer de verdamping groter dan de kwelflux zijn, waardoor in dat geval het inlaten van ander water noodzakelijk is. In het nader uitwerken van het inrichtingsplan worden de eilandjes zodanig gepositioneerd dat de waterstroming door een groot deel van Geestwater gaat t.b.v. doorspoeling en waterkwaliteit. Het inlaten van water vanuit de Ringsloot kan de waterkwaliteit in Geestwater verslechteren, doordat het water uit de Ringsloot rijk is aan nutriënten. Dit is in de huidige situatie ook aan de orde. Rijnland zal enkel in geval van calamiteiten water vanuit de Ringsloot Geestwater binnenlaten met een mobiele pompinstallatie. Hiervoor wordt in overleg met Rijnland een opstelplaats ingepast.

Rijnland heeft als alternatief de suggestie gedaan water vanuit de Ringvaart in te laten via de Rooversbroekpolder, wat een betere kwaliteit heeft dan dat van de Ringsloot. Hiertoe zijn meerdere aanpassingen in deze polder nodig evenals het realiseren van een regelbare verbinding met het watersysteem van Geestwater. De waterkwaliteit in Geestwater zal hiermee verbeteren ten opzichte van de huidige situatie.

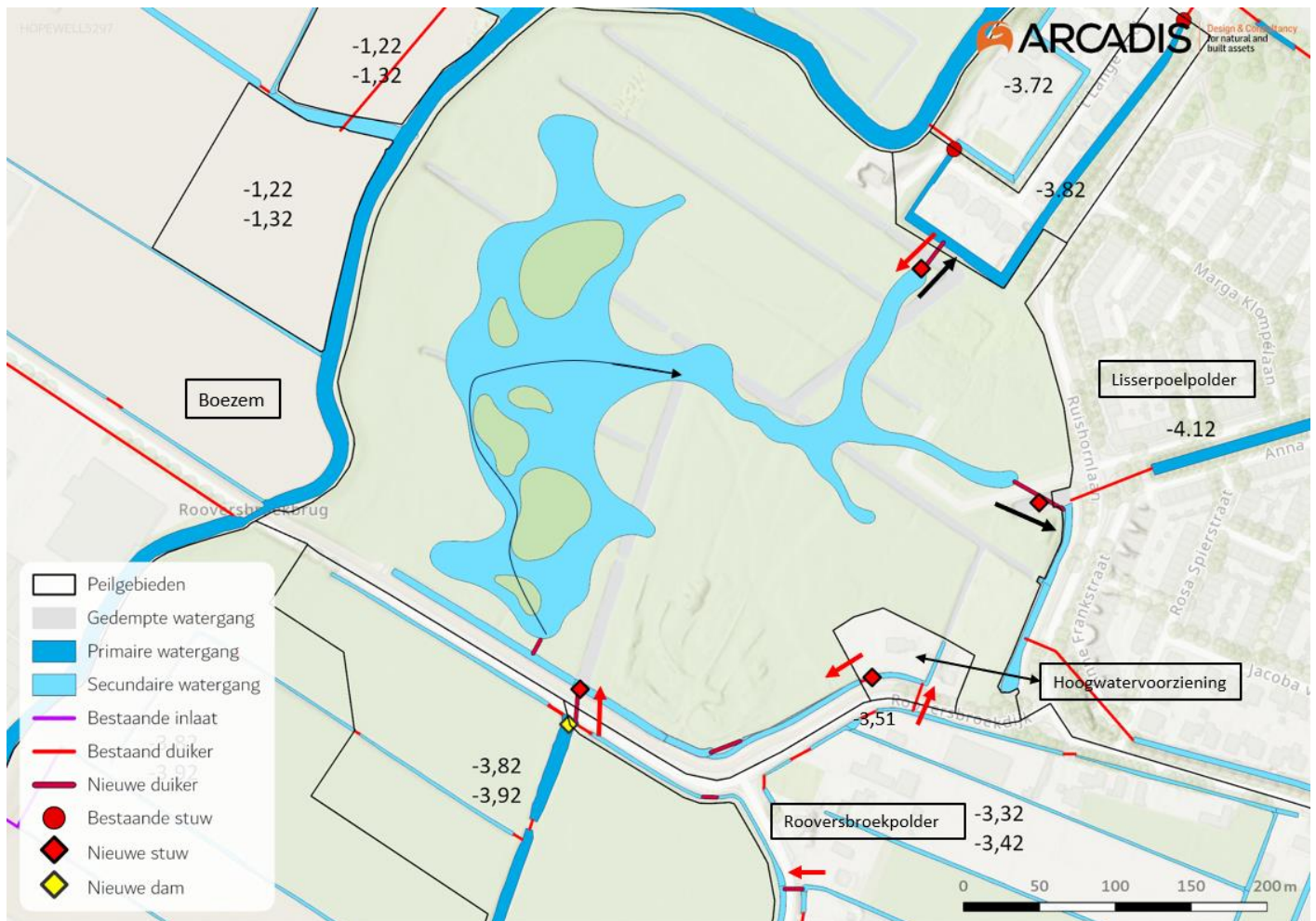
Onderstaand is de aanvoerroute vanuit de Ringvaart aangegeven met de in overleg met Rijnland bepaalde noodzakelijke aanpassingen langs deze route.



Benodigde aanpassingen, die nader uitgewerkt worden:

1. Opwaarderen duiker van 400 mm naar 600 mm.
2. Verdiepen watergang naar 0,50 m.
3. Ter plaatse van peilvakscheiding dam een duiker aanleggen.
4. Aanbrengen bedienbare stuw t.b.v. peilbeheer en doorspoeling en aanbrengen dwarsschot t.b.v. peilscheiding.

Naast de aanvoer van schoon water wordt via een juiste positionering van de eilanden de doorstroming door Geestwater gestuurd, zodat in combinatie met de verwachte dijkse kwel de verversing wordt geoptimaliseerd. Een indicatie hiervan is gegeven in



Figuur 4-3

De benodigde aanpassingen worden na uitwerking weergegeven op de beheertekeningen in de bijlage.

De taluds vanaf de Ringsloot richting de wijk zullen flauw zijn, maximaal 1/3, wat goed is voor de ecologie en daarmee ook de waterkwaliteit.

Geestwater krijgt zoveel als mogelijk een waterdiepte van 1 meter t.o.v. het laagst toegestane peil. Dit verkleint de kans op algengroei.

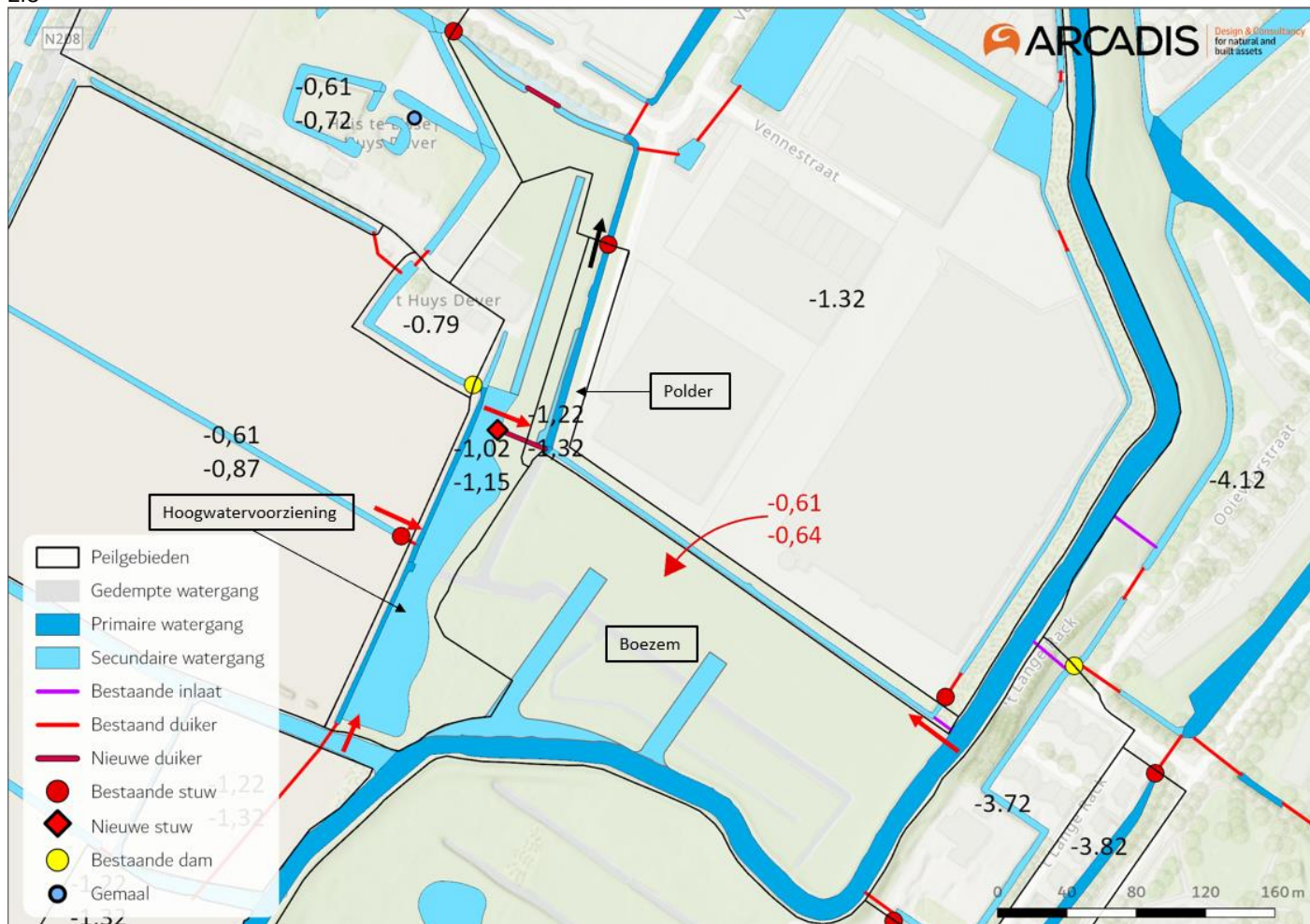
Los van bovengenoemde uitwerking blijft er voor Geestwater een risico bestaan voor botulisme door een overschot aan nutriënten in de plas vanwege het voeren van eenden en uitwerpselen van honden. Advies is een opruimplicht voor hondenbezitters in te stellen en bezoekers/bewoners via bebording te informeren.

De oevers in Geestwater worden natuurvriendelijk ingericht. Mogelijk worden plas/dras-bermen toegepast. Dit wordt bij de nadere uitwerking van het inrichtingsplan onderzocht. Deze worden, indien van toepassing, op de beheertekeningen aangegeven.

Geestwater wordt niet voorzien van hemelwaterriolering, waardoor hemelwater via maaiveld richting oppervlaktewater zal afstromen. Eventueel op de weg gedeponeerd materiaal kan via afstroming (run-off) in oppervlaktewater en bergingen terecht komen. De beheersing hiervan wordt in een volgende fase uitgewerkt in het ontwerp en een beheer en onderhoudsplan.

4.3 Toekomstige waterstructuur Dever-zuid

In de huidige situatie wordt het hele plangebied voorzien van water uit de Ringsloot en watert het via het gemaal in het noorden af op de Ringsloot. In de toekomstige situatie wordt Dever-zuid opgedeeld in drie deelgebieden waarbij een deel op polderpeil blijft, een deel op het praktijk winterpeil van HW04 en het andere deel in de boezem komt te liggen, zie



Figuur 4-2. De deelgebieden voeren als volgt aan- en af:

Boezem

- Het openbare en private verharde en onverharde oppervlak in het boezemdeel watert af op de ringsloot. Uitzondering hierop zijn de parkeerplaatsen aan de noordzijde, welke afwateren op de polder van het bedrijventerrein.
- Er worden twee nieuwe insteken gerealiseerd vanuit de Ringsloot.

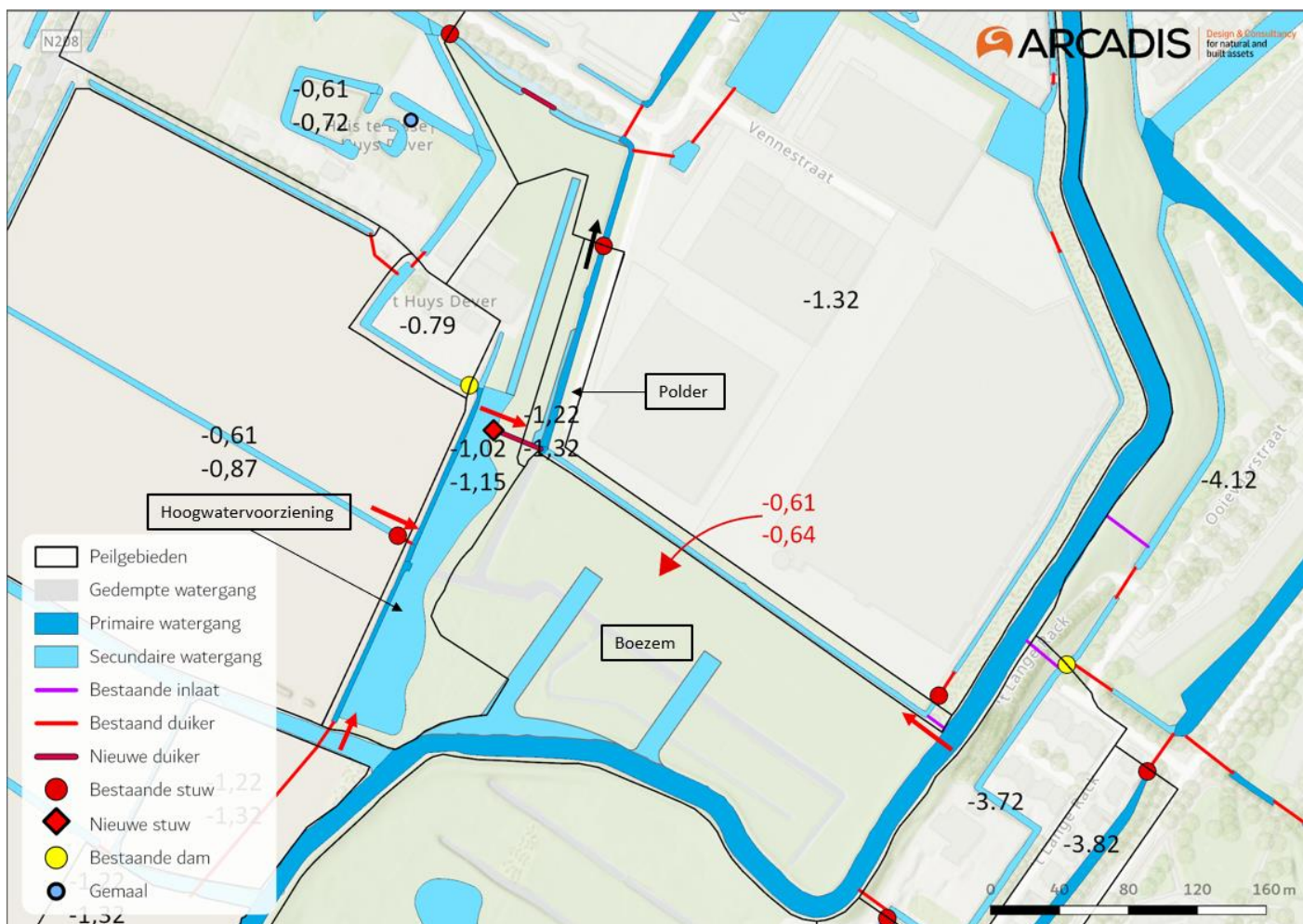
Hoogwatervoorziening

- De polderpeilen van de hoogwatervoorziening en de wijze van peilbeheer blijven gehandhaafd.
- Vanwege de verbreding van de hoogwatervoorziening verdwijnt de huidige afvoerende stuw. Een nieuwe stuw met duiker aan de oostzijde zorgt voor de afvoer naar de watergang oostelijk van de toegangsweg van Dever-Zuid (polder). Deze stuw vervangt de huidige afvoerende stuw in de hoogwatervoorziening.
- Een bestaande stuwende duiker ten westen van de vijver zal water de vijver inlaten vanuit het agrarische perceel.
- Het openbare verharde en onverharde oppervlakken binnen het peilgebied van de hoogwatervoorziening wateren af op de watergangen binnen dit eigen peilgebied. De oostelijke begrenzing van het peilgebied ligt in het midden van de toegangsweg naar Dever-Zuid.
- Op verzoek en in overleg met de eigenaar van het perceel westelijk van de toegangsweg van Dever-Zuid wordt zijn perceel aan de oostzijde begrenst door een watergang. Deze staat in een open verbinding met de hoogwatervoorziening. De noordelijke begrenzing van de hoogwatervoorziening verschuift dus in noordelijke

richting. Dit heeft geen nadelige invloed op de ontwateringsdiepte bij de toegangsweg. De ontwateringsdiepte op het perceel zal iets groter worden.

Polder

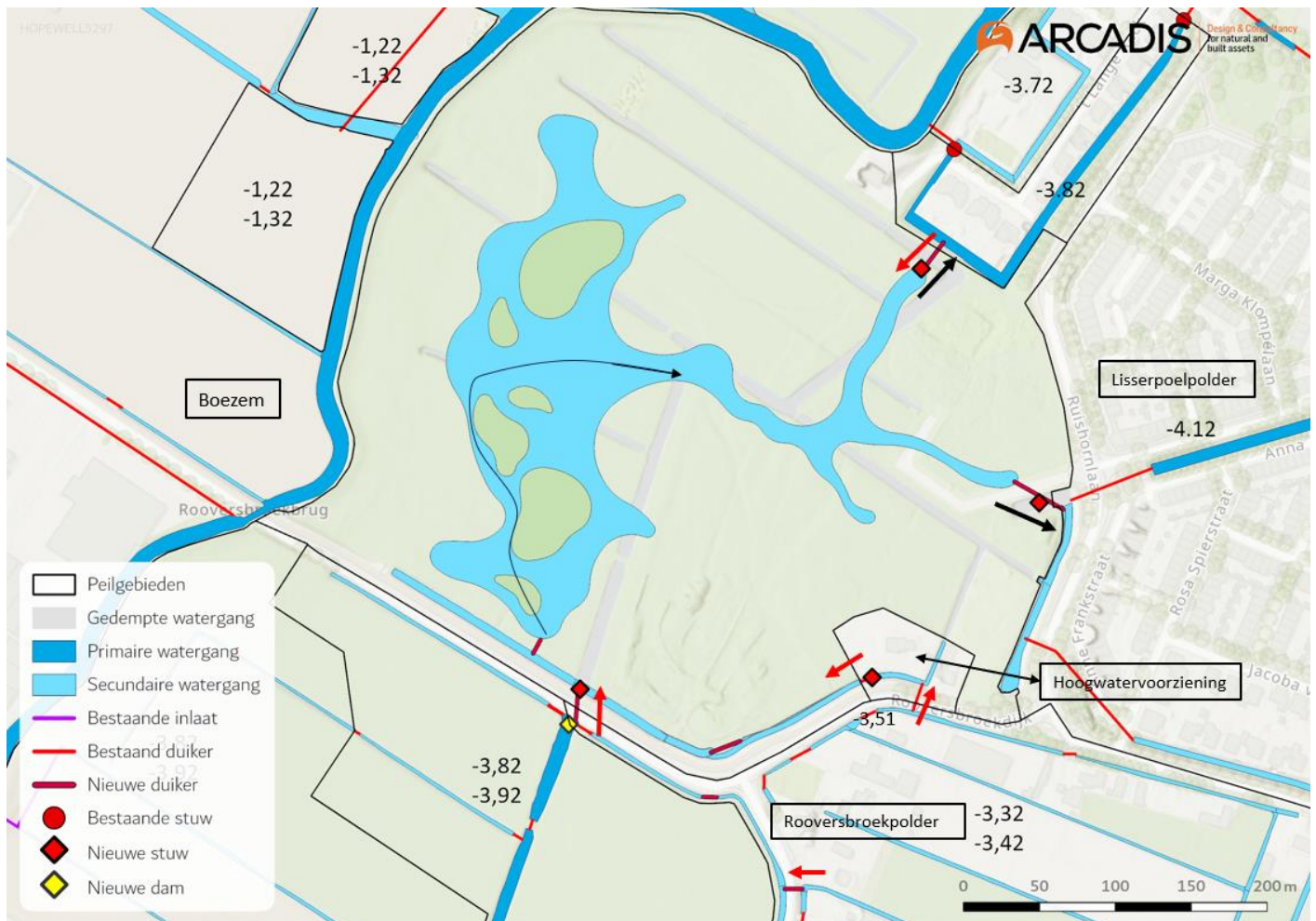
- In het oosten van de sloot tussen Dever-zuid boezem en het industrieterrein blijft de huidige inlaat vanuit de Ringsloot gewaarborgd. Onder natte omstandigheden wordt water afgevoerd vanuit de grenssloot in westelijke richting, naar het gemaal in het noorden.
- Het openbare verharde en onverharde oppervlak in het polder peilvak watert af op de watergangen in het eigen peilvak.



Figuur 4-2 | Toekomstig watersysteem Dever-zuid

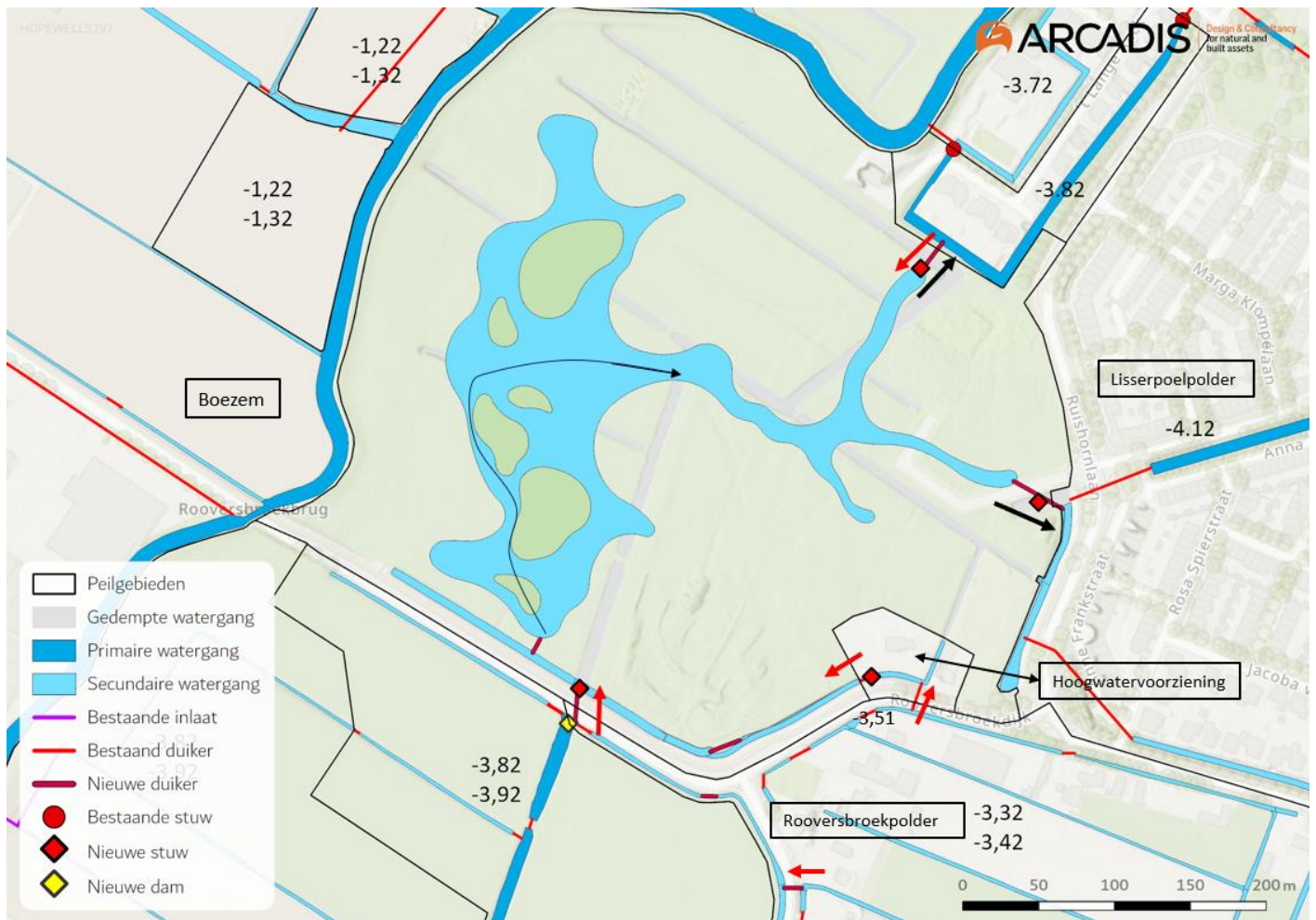
4.4 Toekomstige waterstructuur Geestwater

In de huidige situatie ligt Geestwater geheel in peilvak OR-3.34.1.2 welke afwatert richting het zuiden toe. In de toekomstige situatie wordt Geestwater een eigen peilvak waarbij de 2^e Poellaan de nieuwe grens vormt tussen Geestwater en het zuidelijke deel van het huidige peilvak. Hierbij wordt het maaiveld en peil in Geestwater opgehoogd en water zal op verschillende manieren in-en uit het plangebied worden gelaten, zie



Figuur 4-3. Het watersysteem binnen Geestwater zal er als volgt uit zien:

- Het zuiden van Geestwater zal afgescheiden worden van de rest van het bestaande peilvak. Een automatische stuw met duiker vanuit het zuiden zal water aanvoeren vanuit de Ringvaart (deze aanvoer is nodig omdat verhoudingsgewijs veel wateroppervlak aanwezig is van waaruit 's zomers water verdampt). Het water vanuit Ringvaart heeft een betere waterkwaliteit dan de Ringsloot.
- In geval van calamiteiten plaatst Rijnland een tijdelijke pomp om water vanuit de Ringsloot in Geestwater te kunnen inlaten. Bij de uitwerking van het inrichtingsplan wordt hiertoe een opstelplaats voor deze pomp ingepast.
- Voor de doorspoeling van de waterpartijen in het oosten van Geestwater zal een in/uitlaat in het noordoosten gerealiseerd worden. Deze laat onder normale omstandigheden water het plangebied uit via 't Langerak en laat bij laagwater water het plangebied binnen.
- Bij lage waterpeilen in de zomer is afvoer in het noordoosten niet mogelijk. Daarom wordt in het oosten een stuw met duiker naar de Lisserspoelpolder gerealiseerd t.b.v. de doorspoeling.
- Het openbare verharde en onverharde oppervlak in dit deel van het plangebied watert af op de nieuw te graven vijver binnen het peilvak.
- De bestaande hoogwatervoorziening HW16 wordt in stand gehouden en behoudt zijn peil. Aangezien de afvoer van HW16 naar het noorden door de ontwikkeling van Geestwater verdwijnt, zal aan de westzijde van de hoogwatervoorziening aan de Rooversbroekdijk een stuw gerealiseerd worden om het hogere peil te handhaven. Net als in de huidige situatie wordt de hoogwatervoorziening gevoed vanuit de zuidelijk gelegen Rooversbroekpolder, waarbij de bestaande duikerverbinding van 2 PVC rond 160 mm duikers als een stuw fungeren.

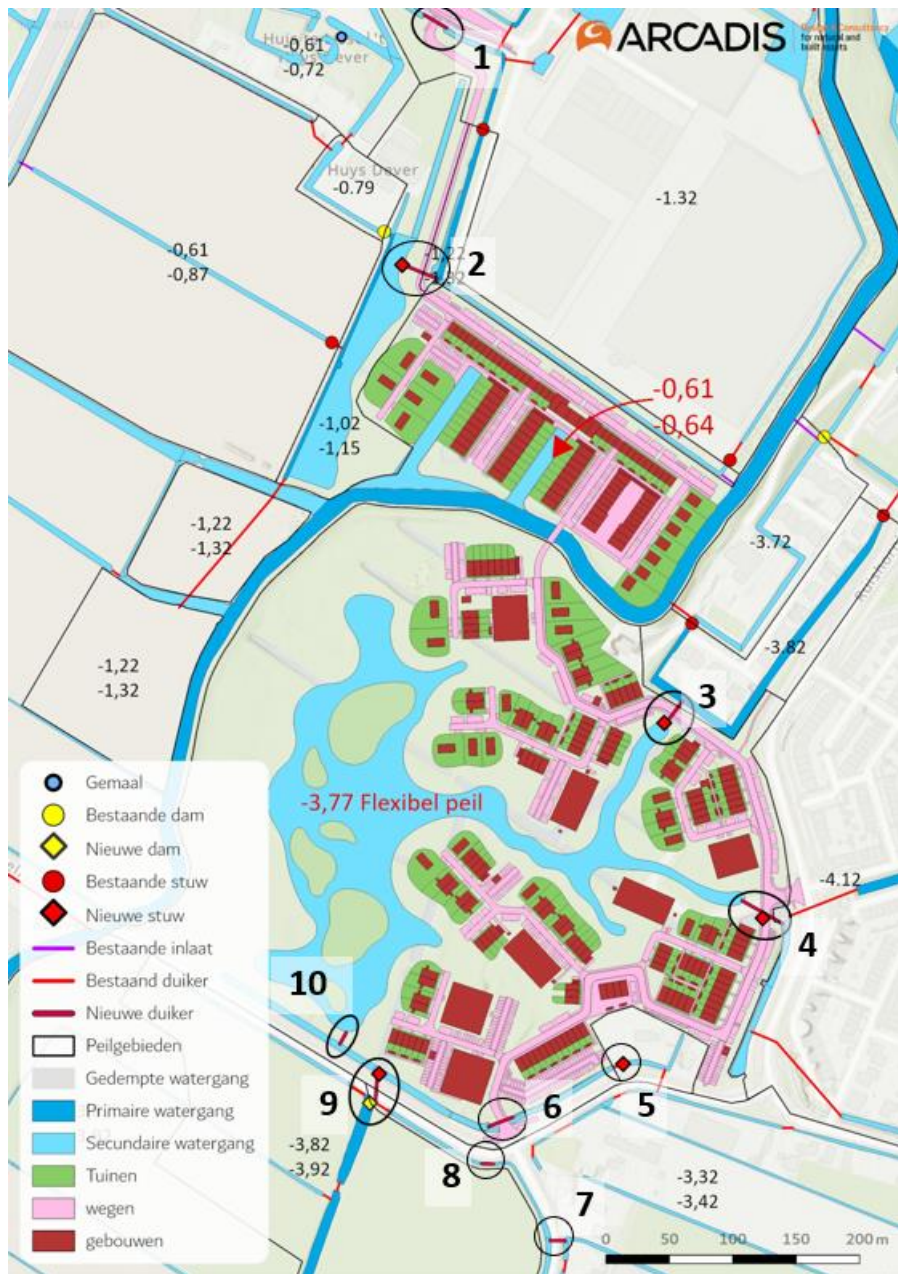


Figuur 4-3 | Toekomstig watersysteem Geestwater

4.5 Kunstwerken Dever-zuid en Geestwater

In de toekomstige situatie zal de waterhuishouding dusdanig veranderen dat er een aantal nieuwe kunstwerken worden aangelegd, zie Figuur 4-4. In deze figuur wordt uitgegaan van flexibel peilbeheer. Deze kunstwerken en maatregelen worden in Dever-zuid voornamelijk gerealiseerd om de vijver te voorzien van doorstroming vanuit de Ringsloot naar het gemaal in het noorden. In Geestwater wordt dit gedaan om het gebied op peil te houden en deze te

voorzien van water vanuit de Ringsloot en dit water te verspreiden door uitlaten te realiseren op verschillende plekken in Geestwater.



Figuur 4-4 | Aan te brengen kunstwerken in Dever-zuid en Geestwater

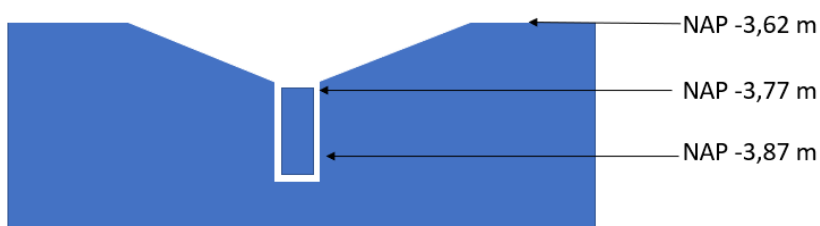
In Dever-zuid wijzigen de grenzen van de huidige peilgebieden en blijven de peilen van de bestaande peilgebieden gehandhaafd. In Geestwater is het peil van groter belang dan de grenzen van het peilgebied. Het flexibele peilbeheer in Geestwater sluit meer aan op ecologisch natuurlijke stromingen, is goed voor de waterberging van het plangebied, vermindert potentieel wateroverlast en is daarmee wenselijk vanuit een waterhuishoudkundig perspectief. In tabel 2 is af te lezen wat- en waar de aan te brengen kunstwerken zijn in Dever-zuid en Geestwater bij flexibel peilbeheer. Hierbij wordt, indien dit van belang is, ook kort toegelicht wat de functie en grondslag is van het kunstwerk.

Tabel 2 | Dimensionering nieuwe kunstwerken Dever-zuid en Geestwater

Loc.	Type	Diameter in mm	Materiaal	Breedte (bestaande) watergang in m	Lengte in m	Peilverschil in m	Functie	Toelichting
1	Duiker	600	Beton	3,83	19	N.v.t.	Verbinding watergangen	o.b.v. keureisen
2	Stuw met duiker	800	Beton	4,15	23	0,20/0,17 (zp/wp)	Verbinding peilgebieden en peilbeheer HW04	o.b.v. keureisen
3	In-/uitlaat	400	Kunststof	4,00	22	0,05/0,20 (variatie i.v.m. flexibel peil)	Doorspoeling	Deze verbinding zal aanvullend voorzien moeten worden van een spindelschuif vanwege flexibel peilbeheer.
4	Stuw met duiker	300	Kunststof	8,37	36	0,25/0,50 (variatie i.v.m. flexibel peil)	Primaire afvoer van water in Geestwater.	Dimensies en stuw en duiker nader uit te werken in overleg met Rijnland.
5	Stuw bij bestaande duiker	300	Nader te bepalen	3,05	N.v.t.	0,12/0,37 (variatie i.v.m. flexibel peil)	Peilbeheer HW16	Vervangt oorspronkelijke afvoerroute naar het noorden.
6	Duiker	600	Beton	3,05	21	n.v.t.	Verbinding watergangen	o.b.v. keureisen
7	Duiker	600	Beton	3,51	12,5	n.v.t.	Verbinding watergangen	Vervangt bestaande 400 mm duiker t.b.v. voldoende aanvoer uit Ringvaart.
8	Duiker	600	Beton	2,49	9	n.v.t.	Verbinding watergangen	Vervangt bestaande dam t.b.v. aanvoer water uit Ringvaart.
9	Stuw en bestaande duiker en dwarsschot	600	Beton	2,49	N.v.t.	0,20/0,55 t.p.v. stuw (variatie i.v.m. flexibel peil en zp/wp) 0,50 t.p.v. dwarsschot	Stuw+ duiker: Primaire aanvoer en peilbeheer Geestwater. Dwarsschot: peilscheiding	Aanvoer water uit Ringvaart in droge tijden wanneer de verdamping groter is dan de kwelflux. Dwarsschot is de verplaatste peilscheiding die in de huidige situatie bij de nieuwe duiker van 8 ligt. (Zie paragraaf 4.2.2)
10	Duiker	600	Beton	5,20	10,5	n.v.t.	Verbinding watergangen	Aanvoer uit de Ringvaart.

4.6 Primaire aan- en afvoer

- De primaire aanvoer in Geestwater (in droge tijden) is afkomstig van de Ringvaart. Dit staat in 4.2.2 beschreven en wordt in overleg met Rijnland nader uitgewerkt.
- De primaire afvoer in Geestwater wordt gereguleerd door een stuw met duiker naar de Lisserpoelpolder. Het kunstwerk zal nader uitgewerkt worden, zie Figuur 4-5.



Figuur 4-5 | beeldvorming van de uitlaat in Geestwater

4.7 Watergangen

- De watergangen in Geestwater zullen boven de waterlijn oevers hebben met een talud gelijk aan of flauwer dan 1:3 en eventueel een plas/drasberm. Onder de waterlijn wordt dit 1:2 in verband met voldoende waterdiepte en bodembreedte. Hiermee wordt er voldaan aan de minimale taludseis voor natuurvriendelijke oevers. Lokaal zullen oevers in zowel Dever-zuid als Geestwater een steiler talud krijgen doordat flauwere oevers technisch niet overal inpasbaar zijn binnen het plangebied.
- De oevers van flauwe taluds worden bekleed met kleihoudend materiaal om afkalving door de plaatselijk ongunstige bodemopbouw en -samenstelling tijdens vooral de eerste periode waarin deze nog niet zijn begroeid te voorkomen.
- De watergangen tussen de woningclusters en de vijver in Geestwater krijgen een minimale waterdiepte van 1,0 m.
- De breedte van de primaire watergangen in Geestwater en in Dever-zuid krijgen een minimale bodembreedte van 40 cm.
- De twee insteken vanuit de Ringsloot in boezem Dever-zuid zullen dezelfde waterdiepte krijgen als de Ringsloot op 1,0 m diep.
- Overwogen wordt om ondiepe plas/drasbermen aan te leggen voor de veiligheid van te water raken kinderen.

4.8 Beheer en onderhoud

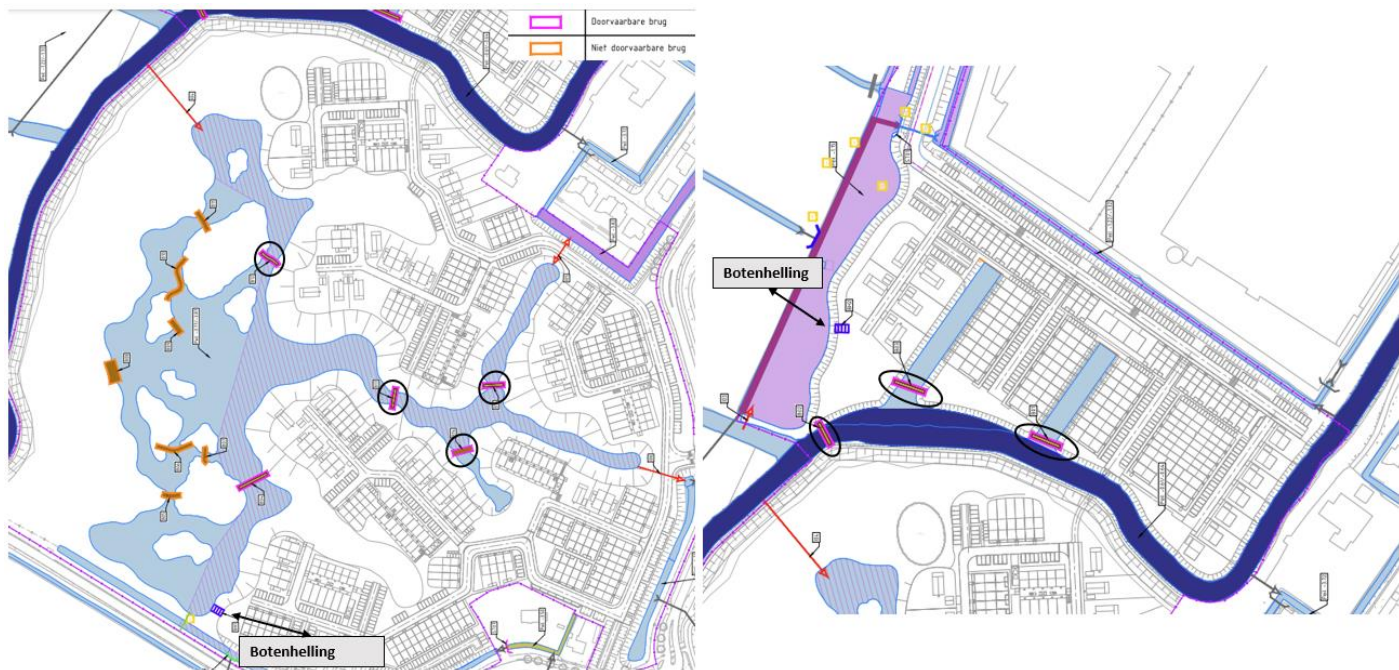
De legger oppervlaktewateren van Hoogheemraadschap Rijnland onderscheidt twee categorieën watergangen in het watersysteem: primaire watergangen en overige watergangen. De primaire wateren zijn de hoofdverbindingen in het watersysteem. De primaire watergangen onderhoudt Rijnland zelf. De (aanliggende) eigenaren zijn wel verantwoordelijk voor het onderhouden van de oevers en is er ontvangstplicht van het slootvuil. Bij overige watergangen zijn de eigenaren van de (aanliggende) percelen verantwoordelijk voor het onderhoud.

De verantwoordelijkheden voor het beheer en onderhoud van de primaire watergangen komen geheel te liggen bij het waterschap Rijnland. De overige watergangen zullen worden onderhouden door gemeente Lisse. Alle stuwen, in- en uitlaten worden ongeacht de eigenaar beheerd en onderhouden door Rijnland. De tewaterlaatplaatsen worden beheerd en onderhouden door de gemeente. De verantwoordelijkheid voor beheer en onderhoud van de duikers is afhankelijk van de locatie van de duikers. Op de beheerkaarten in de bijlage is een overzicht gegeven van de eigendomsverhoudingen, verantwoordelijkheden van het beheer en onderhoud van het watersysteem en daarin aanwezige kunstwerken.

Binnen het plangebied wordt zowel varend onderhoud als onderhoud vanaf de kant toegepast. In Geestwater wordt de gehele waterplas varend onderhouden. De bruggen worden met een minimale hoogte van 1,0 m boven streefpeil van NAP -3,77 m gerealiseerd, t.b.v. varend onderhoud. Hierdoor is de gehele waterpartij te bereiken per boot. Niet elke brug hoeft echter 1,0 m doorvaarhoogte te hebben, zie Figuur 4-6.

Voor varend onderhoud zullen er in totaal twee tewaterlaat plaatsen gerealiseerd worden; één per deelgebied. Dit is weergegeven in Figuur 4-6.

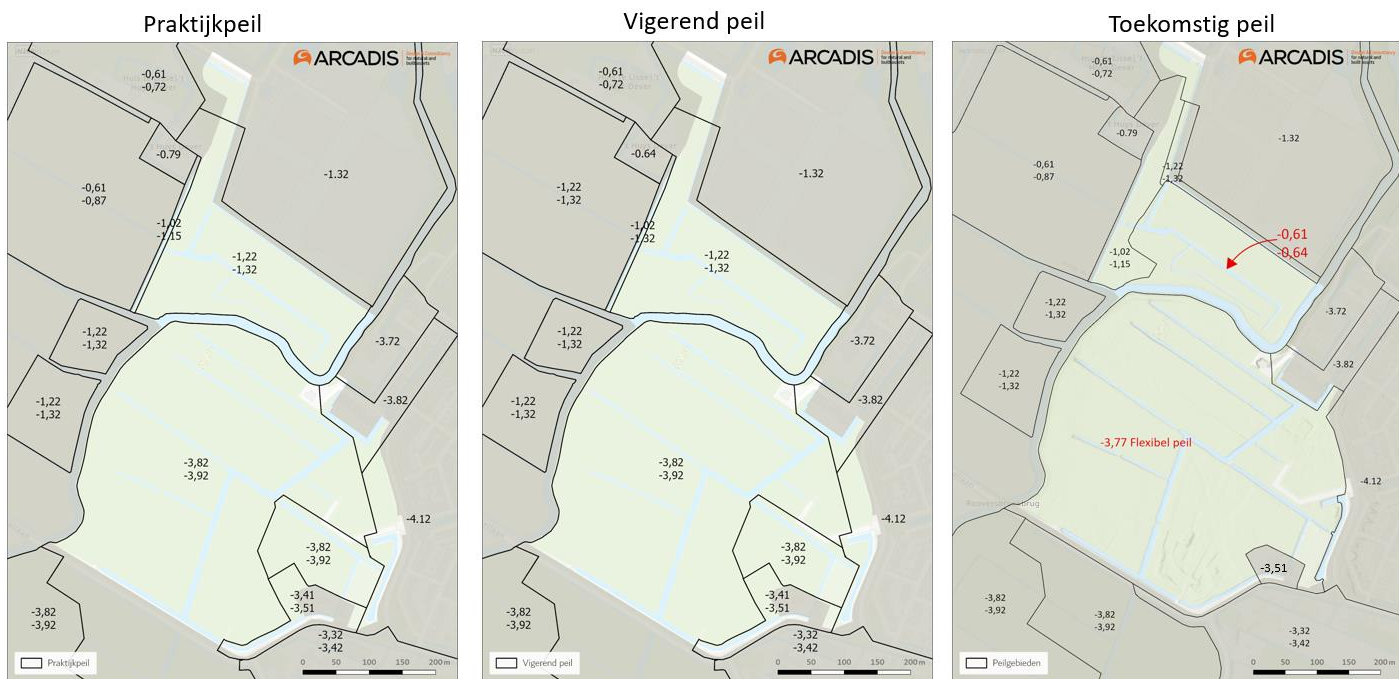
In Geestwater wordt één tewaterlaat-plaats gerealiseerd. Deze locaties zijn beiden dicht bij de weg en het talud van de watergang is flauw wat het tewaterlaten van de boot voor varend onderhoud toegankelijk maakt. De vijver in het hoogwaterpeilvak Dever-zuid wordt varend onderhouden en krijgt één tewaterlaat-plaats. Als laatste zullen de insteken van Dever-zuid, behorende bij het boezempeil van de Ringsloot ook varend worden onderhouden. In de Dever-zuid polder worden zowel de watergang langs de noordelijke toegangsweg als de watergang langs het industrieterrein vanaf de kant onderhouden. Voor specifiek de watergang langs het industrieterrein geldt dat deze vanwege de bereikbaarheid zoals in de huidige situatie vanaf de zuidoever onderhouden wordt. Hiervoor is een parkeerverbod tijdens het onderhoud noodzakelijk (in verband met beperking parkeerdruk gefaseerd onderhoud met instelling van gefaseerd parkeerverbod).



Figuur 4-6 | Locaties botenhellingen voor vaarbaar onderhoud en bruggen

4.9 Peilgrenzen en peilbeheer

In de huidige situatie wijken het vigerend- en praktijkpeil in sommige peilvakken in Dever-zuid af van elkaar. In de toekomstige situatie zal het polderpeilvak van Dever-zuid verkleind worden waarbij een deel van het bestaande peilvak wordt toegevoegd aan de boezem en een deel aan de huidige hoogwatervoorziening. Figuur 4-7 geeft de toekomstige peilvakken weer ten opzichte van het huidige vigerende beleid (volgens legger) en de praktijk.



Figuur 4-7 | Peilvakken in Dever-zuid en Geestwater

4.9.1 Peilbeheer Dever-zuid

Peilgrenzen wijzigen in de toekomstige situatie, waarbij een deel van de polder onderdeel wordt van het boezemsysteem en een deel van de polder onderdeel wordt van de huidige hoogwatervoorziening HW04, zie Figuur 4-7. De peilen van de bestaande peilgebieden veranderen niet.

Boezem

Een deel van het huidige polder peilvak komt op boezempeil te liggen. Om het plangebied deel te maken van het boezemsysteem is het noodzakelijk de bestaande kade te verleggen (zie 4.9).

Hoogwatervoorziening (HW04)

Hoogwatervoorziening HW04 Dever-zuid (bevestigde praktijkpeilen van NAP -1,02 m zp en NAP -1,15 m wp in mail Rijnland op 7-3-2023) wordt verbreed tot aan de oostelijke grenzen van de aan-te-leggen vijver ten koste van het bestaande polder peilvak (OR-1.08.2.2). De grenzen van dit peilvak zullen langs de westzijde van het huidige hoogwatervoorziening en de oostelijke grenzen van de vijver lopen. De afvoerende stuw dient door de eigenaar van de hoogwatervoorziening HW04 bediend te kunnen worden, net zoals in de huidige situatie deze afvoer regelbaar is. Doordat er parallel aan de westkant van de toegangsweg een nieuwe watergang wordt gegraven t.b.v. afscherming van het perceel ten westen van deze toegangsweg wordt de peilgrens om deze watergang heen getrokken zodat de watergang onderdeel uitmaakt van de hoogwatervoorziening.

Polder

Doordat een deel van het huidige polderpeilvak op boezempeil komt te liggen en een deel op het peil van de hoogwatervoorziening komt te liggen wordt het polderpeilvak kleiner. Het peil in het resterende toekomstige polder peilvak blijft gelijk aan het huidige vigerende peil (NAP -1,22 m zp en NAP -1,32 m wp).

4.9.2 Peilbeheer Geestwater

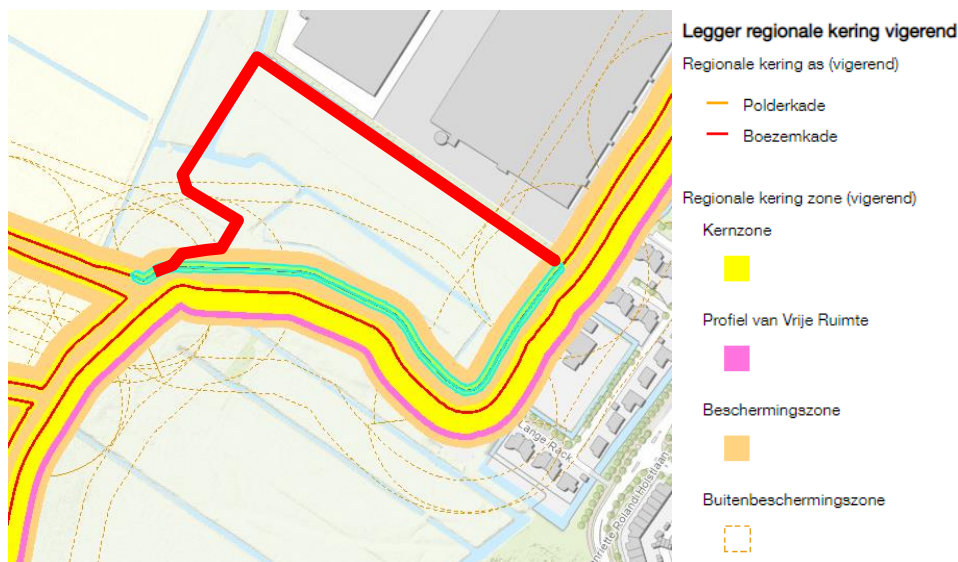
In geestwater zal zowel het peil als de grenzen van het peilgebied wijzigen. Hierbij worden de volgende aanpassingen gedaan:

- Geestwater krijgt een flexibel peil met een streefpeil van NAP -3,77 m. Rondom dit vastgestelde peil is uitzakking van 10 cm en een kortstondige stijging van 15 cm toegestaan. Het zal niet meer deel uitmaken van het huidige peilvak OR-3.34.1.2.
- De grenzen van het toekomstige peilvak van Geestwater worden verbreed in het oosten tot aan de Ruishornlaan en de bestaande watergang langs de Ruishornlaan getrokken. De nieuwe zuidelijke grens van het peilvak zal op de kruin van de 2^e poellaan komen te liggen waarbij het huidige peilvak waarin deelgebied Geestwater ligt, in tweeën wordt gesplitst. Tussen het te-scheiden peilvak zal een bedienbare stuw worden aangelegd, zie 4.2.2.
- Hoogwatervoorziening HW17 wordt opgeheven en zal op het peil van Geestwater komen; de eigenaar (gemeente) van deze peilafwijking dient een verzoek tot opheffing bij Rijnland in te dienen.
- De hoogwatervoorziening HW16 wordt verkleind tot aan de grenzen van de bestaande woonerven. Hierbij worden er geen ingrepen in de waterhuishoudingen van de woonerven gedaan. Het huidig peil (ca. NAP -3.50 m) blijft gehandhaafd.
- De inlaatduiker vanuit de Rooversbroekpolder naar HW16 zal gehandhaafd blijven om interventie in de hoogwatervoorziening te voorkomen.
- Het peilgebied van de Rooversbroekpolder wordt vergroot t.b.v. de doorspoeling van Geestwater. Hierbij wordt de bestaande watergang binnen OR-3.34.1.2 verbonden met het peilgebied van de Rooversbroekpolder. De dam tussen de peilvakken wordt hierbij verplaatst. Op deze manier kan schoner water uit de Ringvaart direct Geestwater in worden gelaten.

4.10 Keringen en kades

In de huidige situatie ligt een deel van het plangebied in de kern- en beschermingszone van een regionale waterkering. T.b.v. de bouw van de wijken Dever-zuid en Geestwater wordt een deel van deze kering verlegd. Hierbij moet vooral gelet worden op de stabiliteit van de kering. Verder moeten zettingsgevoeligheid en kwelgevoeligheid meegenomen worden. Aangezien een deel van de toekomstige bebouwing binnen de beschermingszone valt, is de

bouwhoogte van belang. De gebouwen moeten hoog genoeg worden aangelegd om boven het leggerprofiel te blijven (ook rekening houdend met zettingen). De voorwaarden staan uitgebreider beschreven in de Keur en Uitvoeringsregels van de Keur van het Hoogheemraadschap Rijnland. Het voornemen is om de bestaande regionale waterkering RKWW-227 en RKWW-3275 noordwaarts te verleggen, zie Figuur 4-8 **Error! Reference source not found.** De toekomstige situering van de kering is in een overzicht en dwarsdoorsneden weergegeven op tekening LGW-GW-ARC-SI-XX-DR-CE-DOSP-2201-WHHP Keringen - V6 (bijlage).



Figuur 4-8 | Het te verleggen deel van de kering in blauw gearceerd, met in rood de nieuwe loop van de kering.

De keringen zullen voorafgaand aan de verlegging tezamen met de ontwikkeling in Dever-Zuid integraal opgehoogd en voorbelast worden, waarbij verticale drainage wordt toegepast. De regionale waterkering zal er als volgt uit komen te zien:

Dever-zuid:

- Gezien de wijk boezem Dever-zuid opgehoogd wordt en op boezempeil komt te liggen, zal de kering een verheelde kering worden, waardoor alleen de zones van de waterkering verlegd hoeven worden (zie tekening LGW-GW-ARC-SI-XX-DR-CE-DOSP-2201-WHHP Keringen - V6.pdf **Error! Reference source not found.**).
- Dever-Zuid wordt in één werkgang opgehoogd en voorzien van een tijdelijke voorbelasting inclusief verticale drainage. Aangezien er bij zowel de huidige als de toekomstig verplaatste kering sprake is van een verheelde kering, zal de stabiliteit niet negatief beïnvloed worden door zowel de voorbelasting als de verticale drainage. Deze verticale drainage wordt in de kernzone niet toegepast. Deze werkwijze is in overleg met het hoogheemraadschap bepaald.
- De regionale waterkering wordt de scheiding tussen boezem Dever-zuid, de hoogwatervoorziening, polder Dever-zuid en het industrieterrein in de Zemelpolder.
- De kernzone, ongeveer 7 meter breed, zal bestaan uit ecologisch talud en zal deels verhard zijn t.b.v. parkeervoorzieningen waar ruimte is voor bestaande bomen. De kruin komt te liggen op een hoogte van ongeveer NAP 0,45 m.
- De binnendijkse beschermingszone van de verheelde kering krijgt een breedte vanaf de kernzone van 11 m. Deze beschermingszone zal bestaan uit watergangen, ecologische zones, onverhard boezemland of het peilvak van de zemelpolder waar het industrieterrein zich bevindt. Deze binnendijkse beschermingszone zal langs de watergangen een talud krijgen van 1:3. In de binnendijkse beschermingszone langs de watergang tegen het industrieterrein zal een zettingsscherm geplaatst worden. Dit zettingsscherm zal een positieve invloed hebben op de stabiliteit van de kering. De invloed op het grondwater is beschouwd in paragraaf 4.11.
- De buitendijkse beschermingszone van de verheelde kering krijgt een breedte vanaf de kernzone van 15 m. Deze beschermingszone zal bestaan uit bestaande boezemwatergangen en polderland of verharding zoals woningen en wegen en onverharde delen zoals tuinen of gras.

Geestwater:

- De kering aan de kant van de Lisserpoelpolder, tegen Geestwater aan, zal niet verlegd worden.
- De kernzone wordt hier ongeveer 12 m breed. De kruin zal op een hoogte komen van NAP 0,10 m en wordt verhoogd t.o.v. de huidige situatie.
- De binnendijkse beschermingszone zal een breedte krijgen van ongeveer 12 m. Deze zone zal hoger komen te liggen t.o.v. de huidige situatie. Hier zal deels verharding zoals woningen en wegen aangebracht worden, en deels bestaan uit tuinen en het bestaande polderlandschap.
- Het profiel van vrije ruimte loopt binnendijks nog ongeveer 4,5 m verder vanaf de binnendijkse beschermingszone. Hier zal deels verharding zoals woningen en wegen aangebracht worden, en deels bestaan uit tuinen en het bestaande polderlandschap.

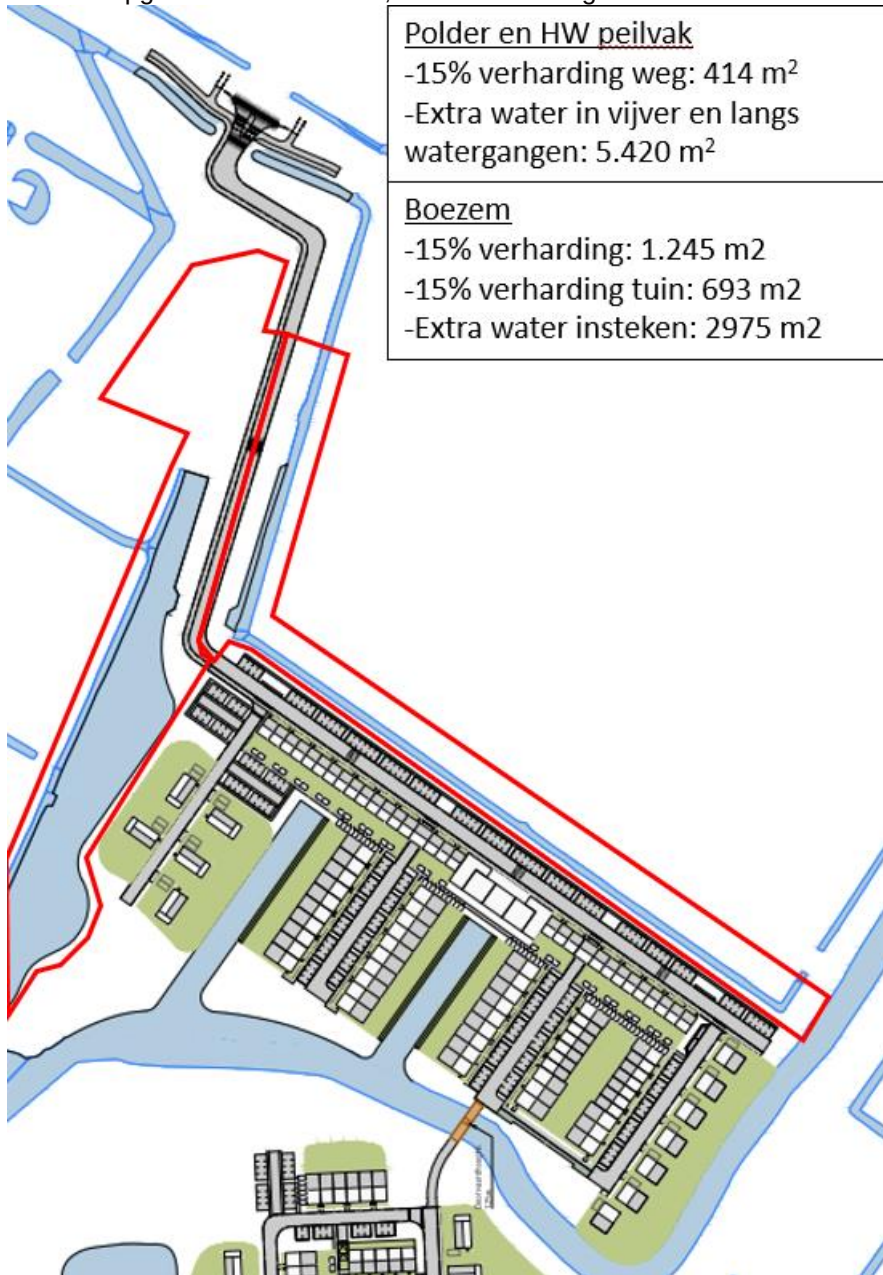
4.11 Compensatie dempingen en verharding

In het huidige inrichtingsplan is ten opzichte van de huidige situatie een toename aan verhard oppervlak. Ter compensatie van deze verharding is in het stedenbouwkundigplan extra water opgenomen. Voor alle drie de peilvakken is de balans voor dempen, graven en compensatie van de toename aan verharding opgesteld.

4.11.1 Compensatie Dever-zuid

De wateropgave is gebaseerd op de regels van de keur van het Hoogheemraadschap van Rijnland en onderlinge afspraken met het Hoogheemraadschap van Rijnland, zie 5. Rijnland heeft berekend dat het industrieterrein (peilvak OR-1.08.2.1), met een vast peil van NAP -1,32 m, onvoldoende eigen capaciteit heeft voor de berging van water bij extreme neerslag. Een deel van het surplus wordt afgewenteld naar het zuiden en komt op maaiveld te staan. Naar schatting gaat het om een bergingsvolume van ca. 2.000 m³ (of 4.400 m²). Dit is meegenomen in de berekening van

de wateropgave van Dever-zuid, welke er als volgt uit ziet en te zien is in Tabel 3 en



Figuur 4-9:

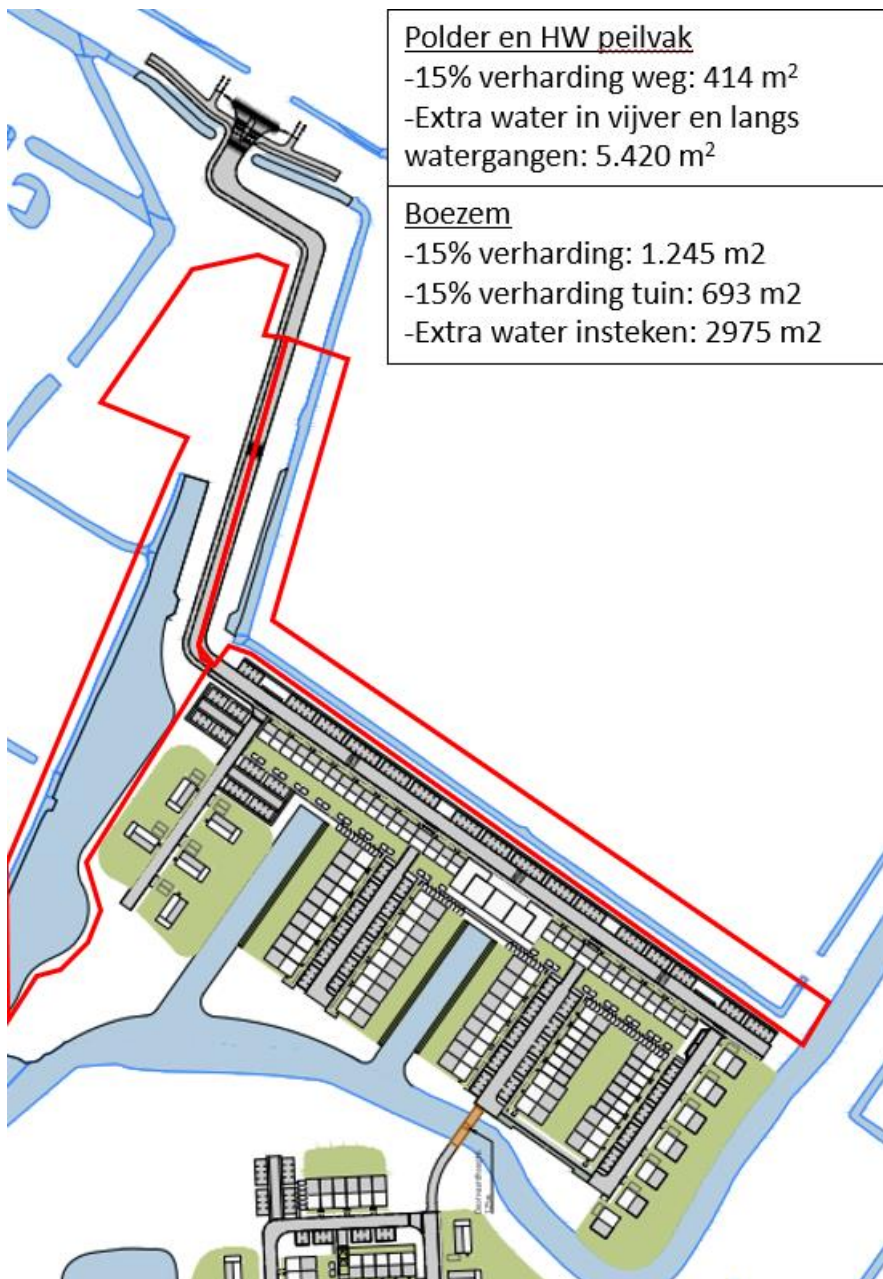
- De twee insteken vanuit de Ringsloot die in de boezem van Dever-zuid komen compenseren voor de toename aan verharding in de boezem van Dever-zuid.
- De omvang van de vijver in het hoogwaterpeilvak in Dever-zuid, de verbreding van de bestaande watergang langs de weg en het verbinden van watergangen in de noordzijde in het polder peilvak van Dever-zuid is voldoende om de:
 - Gehele demping van watergangen in polder en hoogwaterpeilvak Dever-zuid compenseren. *
 - Voormalige maaiveldberging van 2.000 m³ (of 4.400 m²) in de polder van Dever-zuid vanuit het bedrijventerrein te compenseren.
 - Gevolgen van toename van verharding in polder Dever-zuid te compenseren.
 - Gevolgen van toename van verharding en demping binnen het bedrijventerrein (peilvak OR-1.08.2.1) door de aanleg van de weg te compenseren. Aangezien het peilvak van het industrieterrein bij extreme regenbuien afwatert op Dever-zuid polder, zal de toename in verharding volledig gecompenseerd worden in dit peilvak.

**In overeenstemming met het Hoogheemraadschap Rijnland is afgesproken dat het nu aanwezige oppervlaktewater in het boezemdeel van Dever-zuid niet apart nog hoeft te worden gecompenseerd vanwege demping, zie 5. Het*

teruggebrachte volume maaiveldberging wordt immers aangebracht als oppervlaktewater en met de toename van oppervlaktewater in het peilgebied wordt dit voldoende meegenomen om deze eis te kunnen laten vallen. Deze hoeft dus ook niet op boezemniveau te worden gecompenseerd.

Tabel 3 | Overzicht oppervlakte indeling en resultaat benodigde waterberging – Dever-zuid

Watercompensatie	Polder en HW peilvak	Boezem	
15% Toename verhard oppervlak	414	1.245	m²
15% Toename verhard oppervlak - 50% tuinoppervlak	0	693	m²
Dempingscompensatie (opp. Water)	212	0	m²
Compensatie aangrenzend peilvak OR-1.08.2.1	4.400	0	m²
Totale wateropgave	5.026	1.938	m²
Gerealiseerd extra water in ontwerp	5.740	2.975	m²
Balans in ontwerp (- is tekort), realiseren in peilvak boezempeil	714	1.037	m²



verharding toekomstige situatie in Dever-zuid

Figuur 4-9 | Weergave wateroppervlak en

Conclusie polder Dever-zuid

De omvang van de waterpartij die gerealiseerd wordt in Dever-zuid is voldoende om zowel de maaiveldberging en toename van verharding in het peilvak te compenseren. Ook als de watercompensatie voor demping wegvalt. In overeenstemming met het Hoogheemraadschap Rijnland is deze wateropgave en bijkomende compensatie geaccepteerd doordat er in alle andere deelgebieden sprake is van een duidelijke verbetering in waterrobuustheid en bergend vermogen. Hierdoor is er in de polder sprake van positieve waterbalans.

Conclusie boezem Dever-zuid

De omvang van de insteekhavens die gerealiseerd worden in Dever-zuid Boezem is ruim voldoende om de gevolgen van toename van verharding in nieuw boezemland Dever-zuid te compenseren. Dit resulteert in een 'overschot' van 1.037 m² op de eis. Dit 'overschot' is gebaseerd op de eisen van het Hoogheemraadschap van Rijnland voor waterberging in de boezem van Dever-zuid. Op basis van deze afspraken is de wateropgave als gevolg van het toekomstige ontwerp met bijbehorende dimensies van waterpartijen, woningen, tuinen en wegen goedgekeurd. Gezien dit overschot kunnen de uiteindelijke afmetingen van de insteken nog wijzigen. De insteken zullen hierbij nooit afmetingen krijgen die zorgen voor een negatieve waterbalans.

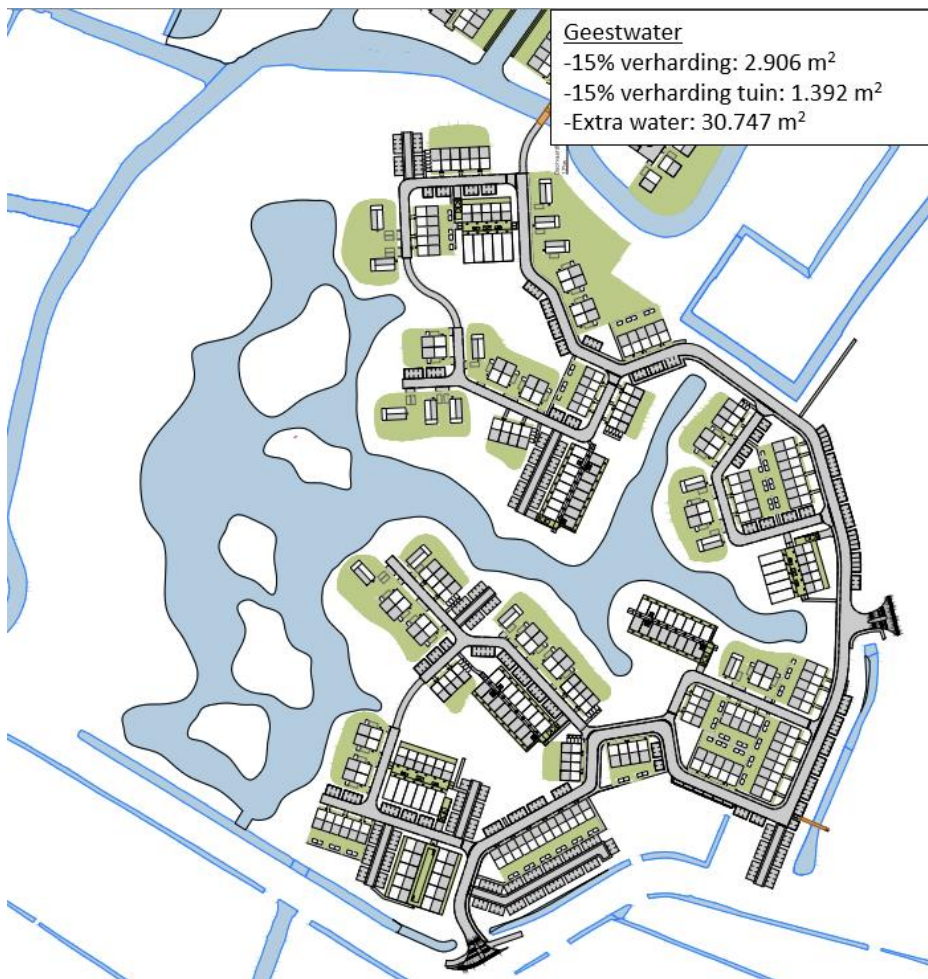
4.11.2 Compensatie Geestwater

De wateropgave in Geestwater is gebaseerd op de regels van de keur van het Hoogheemraadschap van Rijnland en onderlinge afspraken met het Hoogheemraadschap van Rijnland, zie 5. De wateropgave in Geestwater ziet er als volgt uit en is te zien in Tabel 4 en Figuur 4-10:

- De omvang van de waterpartij die gerealiseerd wordt in Geestwater is voldoende om de:
 - 1) Gehele demping van watergangen in Geestwater te compenseren.
 - 2) Gevolgen van toename van verharding in Geestwater te compenseren.
 - 3) Demping buiten de huidige grenzen van Geestwater in de Lisserpoelpolder (peilvak OR-3.34.2.1) te compenseren. In de toekomstige situatie zal dit deel uitmaken van Geestwater (peilvak OR-3.34.1.2).

Tabel 4 | Overzicht oppervlakte indeling en resultaat benodigde waterberging – Geestwater

Watercompensatie		
15% Toename verhard oppervlak	2.906	m ²
15% Toename verhard oppervlak - 50%tuinoppervlak	1.392	m ²
Dempingscompensatie (opp. Water)	5.957	m ²
Totale wateropgave	10.255	m²
Gerealiseerd in ontwerp	26.121	m ²
Balans in ontwerp (- is tekort), realiseren in peilvak boezempeil	15.866	m²



Figuur 4-10 | toename verharding en wateroppervlak in toekomstige situatie Geestwater

Conclusie Geestwater

Voor Geestwater is er in het huidige ontwerp ruim voldaan aan de eisen voor waterberging en is er dus sprake van een overschot aan watercompensatie. Hiermee wordt er voldaan aan de eisen vanuit het Hoogheemraadschap van Rijnland.

4.12 Opbolling en drainageontwerp

In deze paragraaf wordt het drainageontwerp en de opbollingsanalyse toegelicht voor Geestwater, Dever Zuid en separaat is de invloed van de ontwikkeling van Geestwater op de woningen met nummers 86 en 88 aan de Rooversbroekdijk in beeld gebracht.

4.12.1 Dever Zuid en Geestwater

De opbollingsberekeningen zijn gemaakt met de Hooghoudt formule (Ritzema et al., 2006, pag. 265-271):

$$q = \frac{8k_2 dh + 4k_1 h^2}{L^2}$$

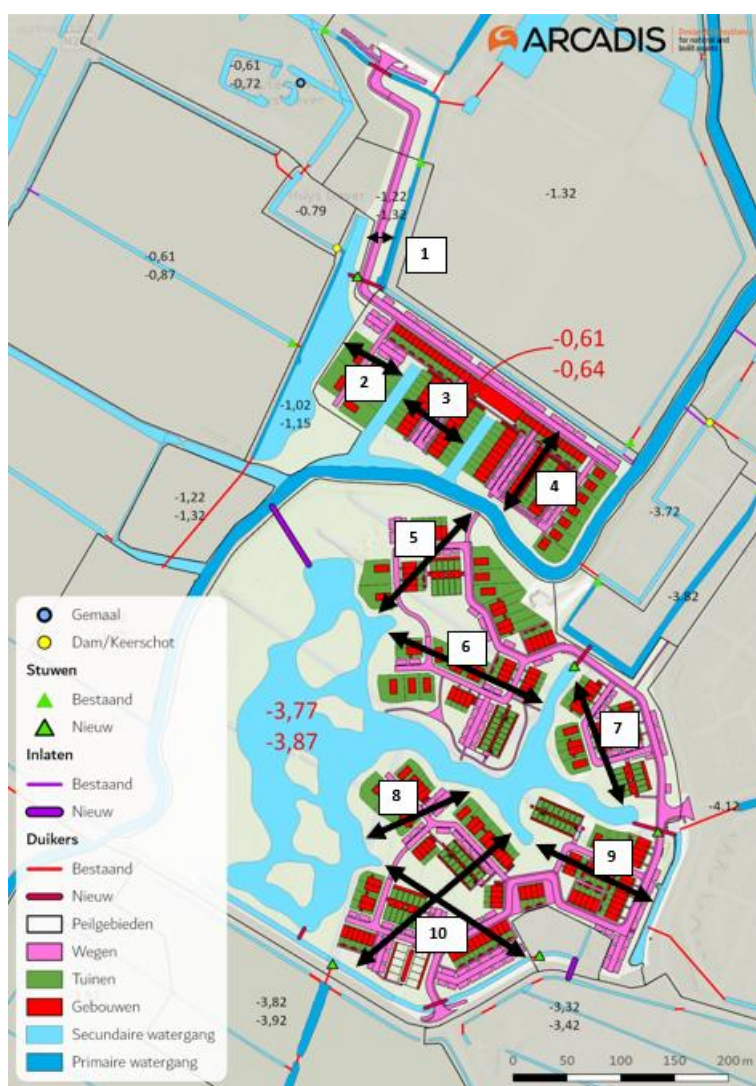
Onderbouwing noodzaak drainage in openbare ruimte.

Achtereenvolgens zijn de volgende berekeningen en ontwerpkeuzes gemaakt:

- Opbolling tussen nieuwe watergangen ter plaatse van woningen en ontwateringsdiepte bepaald
- Benodigde drainage onder wegen bepaald en toetsing op ontwateringsdiepte onder woningen
- Toetsing ontwateringsdiepte ter plaatse van resterende wegen zonder drainage
- Eventueel toepassing aanvullende drainage onder wegen met onvoldoende ontwateringsdiepte.

Hiermee wordt enkel drainage toegepast waar dit aantoonbaar noodzakelijk is.

Voor de berekeningen zonder drainage zijn de slootbreedtes en waterdieptes gebruikt en voor de berekeningen met drainage is de draindiameter gebruikt. Deze toetsingen zijn op verschillende locaties in Dever-zuid en Geestwater uitgevoerd waar de afstand tussen de sloten en/of drains het grootste is. De trajecten waarover de opbolling is berekend zijn met pijlen aangegeven in Figuur 4-11.



Figuur 4-11 | Toetslocaties lokale opbolling (verouderde kaart)

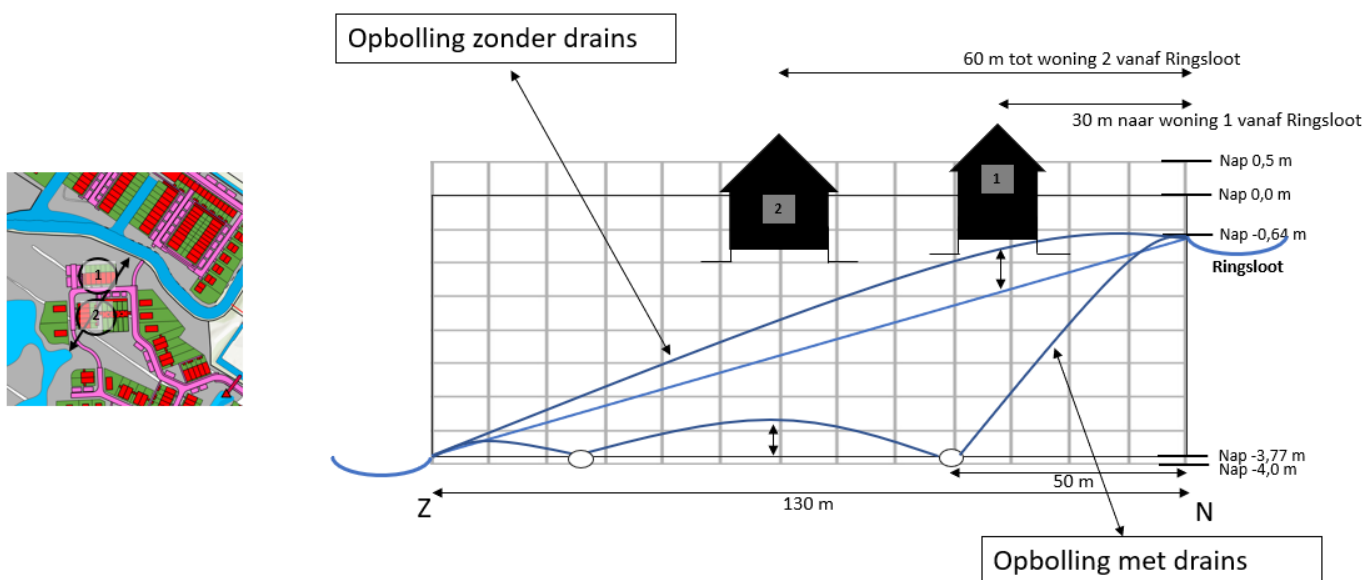
De uitkomsten van de berekeningen zijn getoetst aan de eisen van de LIOR waaruit blijkt of de berekende ontwateringsdieptes voor Dever-zuid en Geestwater conform de eisen van de LIOR zijn en geven de getoetste ontwateringsdieptes weer, zie Tabel 5. De uitgangspunten voor de berekening zijn beschreven in paragraaf 3.3.3.

Tabel 5 | Ontwateringsdieptes zonder drainage

Locatie	Streefpeil	q m/d	k1 in m/d	k2 in m/d	Sloot-afstand in m	D in m	Sloot-breedte in m	Waterdiepte in m	Opbolling in m	Ontwateringsdiepte in m vloerpeil*	Vloerpeil in m NAP	Minimale eis in m	Eis gehaald?
1	-1,02	0,005	1	1	25	1,02	4,15	0,35	0,29	0,73	0,00	0,7	Ja
2	-0,64	0,003	1	1	70	1,39	12	0,6	1,1	-0,07	0,39	0,7	Nee
3	-0,64	0,003	1	1	75	1,39	12	1	1,22	-0,19	0,39	0,7	Nee
4	-0,64	0,002	1	1	115	1,39	5	0,6	2,25	-1,12	0,49	0,7	Nee

*Bij locatie 1 is de weghoogte getoetst i.p.v. het vloerpeil

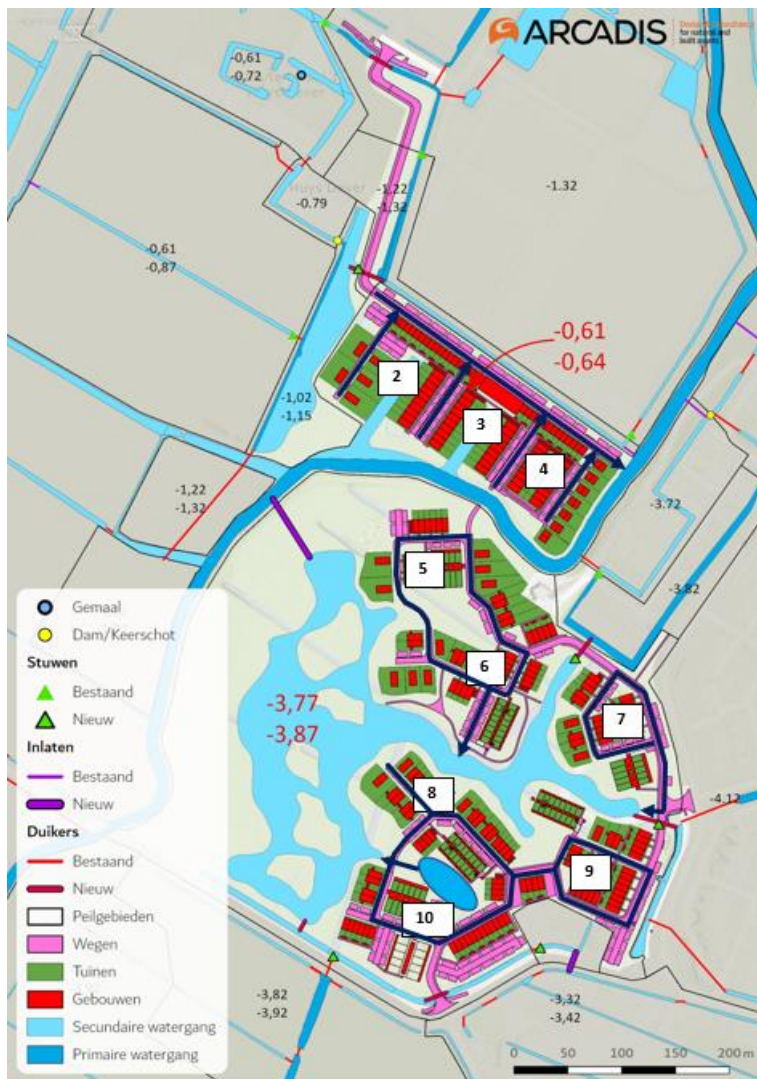
Uit Tabel 5 blijkt dat de ontwateringsdieptes alleen op locatie 1 voldoen aan de eisen van de LIOR zonder aanleg van drainage. De overige trajecten hebben zonder drainage te hoge opbolling. Wat betreft de locaties aangegeven met een *, hier is gebruikt gemaakt van de formule van Hooghoudt ondanks de ongelijke slootpeilen. Hierdoor is de opbollingswaarde op deze locaties conservatiever dan in de werkelijkheid. Op locatie 3 zullen de woningen uit het ontwerp dicht bij de Ringsloot waarbij de waterpartij van Geestwater op grotere afstand ligt. Hierdoor zal de opbolling voor deze woningen nog significante impact hebben waardoor drainage nodig is.



Figuur 4-12 | Schematische dwarsdoorsnede van de opbolling op locatie 3 uit figuur 4-4

In Figuur 4-13 | Ontwerp drainage is het ontworpen drainagesysteem verbeeld. Hierin is te zien dat er in Dever-zuid drainage is ontworpen, welke afwatert op de boezem. Locatie 1 voldoet al aan de eisen van de LIOR. In Dever-zuid zal gebruik worden gemaakt van een gescheiden riool en drainagesysteem, waarbij de drains afwateren op de Ringsloot. In heel Geestwater is drainage nodig, welke afwatert op het oppervlaktewater binnen Geestwater. Verder is een wadi bij locatie 8 nodig om de opbolling te minimaliseren. Deze zal bij hevige regenval in gebruik zijn.

In Tabel 6 worden de ontwateringsdieptes mét drainage getoetst voor boezem Dever-zuid en Geestwater. De afstanden uit de tabel zijn gebaseerd op de langste onderlinge afstanden tussen sloot en/of drains.



Figuur 4-13 | Ontwerp drainage

Tabel 6 | Ontwateringsdieptes met drainage

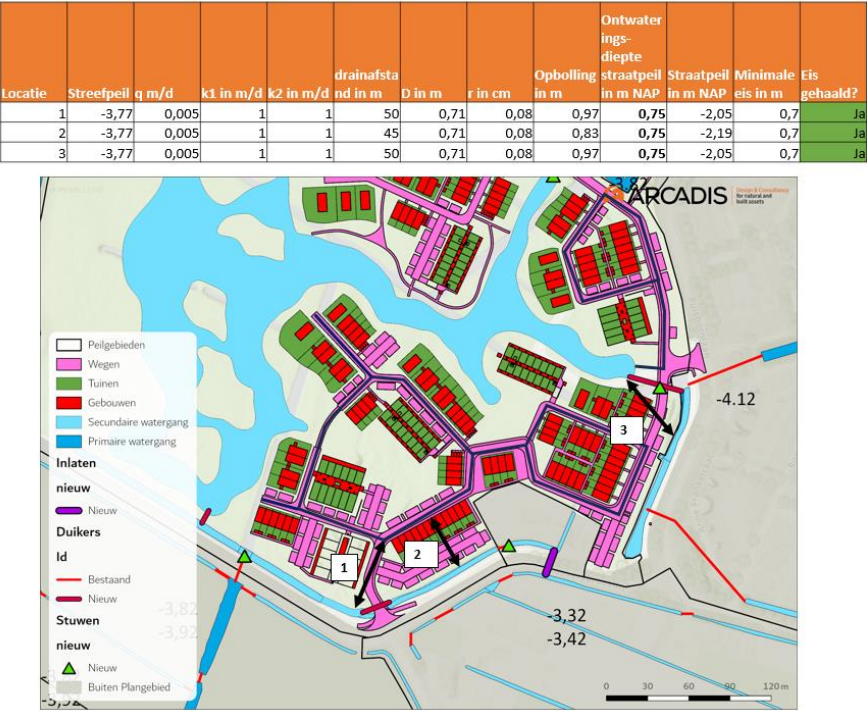
Locatie	Streefpeil in m NAP	q m/d	Infiltratie hemelwater m/d	k1 in m/d	k2 in m/d	Drainafstand in m	D in m	r in m	Opbolling in m	Ontwateringsdieptevloerpeil in m	Peil beneden vloer in m NAP	Minimale eis in m	Eis gehaald ?
2	-0,64	0,005	0,003	1	1	35	1,49	0,08	0,33	0,70	0,39	0,7	Ja
3	-0,64	0,005	0,002	1	1	35	1,49	0,08	0,33	0,80	0,49	0,7	Ja
4	-0,64	0,005	0,002	1	1	35	1,49	0,08	0,33	0,80	0,49	0,7	Ja

*Bij deze locaties is ook de formule van Hooghoudt gebruikt ter indicatie van de potentiële opbolling.

Uit Tabel 6 blijkt dat het aanleggen van een drainagesysteem met het huidige ontwerp zorgt voor ontwateringsdieptes conform de eisen van de LIOR. Hierdoor voldoen de ontworpen vloer- en straatpeilen in Dever-zuid en Geestwater aan de ontwateringsdiepte eisen van de LIOR indien er gebruik wordt gemaakt van Drainage. De totale lengte van het drainagesetel is ongeveer 1806 m.

Onderbouwing geen drainage onder resterend wegdek

Met de formule van Hooghoudt is de opbolling berekend voor de toekomstige woningen in Geestwater waar drainage voorzien is onder het wegdek zoals te zien is in Figuur 4-13 | Ontwerp drainage . In Geestwater is niet onder elk deel van het aan te leggen wegdek drainage voorzien, zie Figuur 4-14. Daardoor is er kans dat deze wegen zonder drainage niet voldoen aan de ontwateringsdiepte eisen uit de LIOR. Figuur 4-14 laat echter zien dat de drie stukken wegdek zonder drainage net voldoen aan de ontwateringsdiepte eisen uit de LIOR. Er is hierbij gerekend met een conservatieve waarden. Voor de doorlatendheid van het ophoogmateriaal is gerekend met de onderliggende bodem i.p.v. goed doorlatend zand. Voor de zekerheid adviseren wij ook onder deze delen van de openbare weg wel drainage aan te leggen.



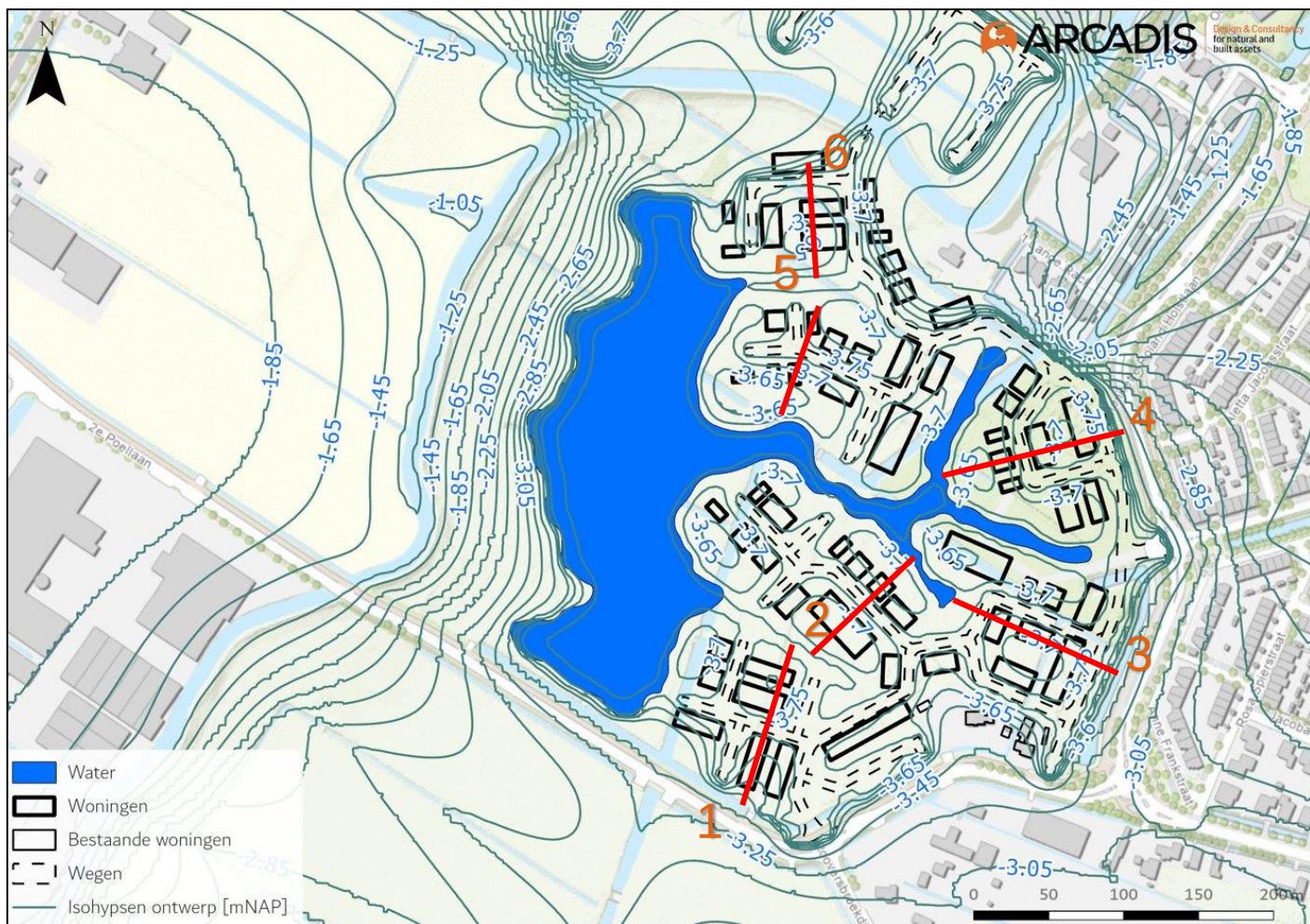
Figuur 4-14 | Locaties zonder drainage onder wegen in Geestwater

Toetsing ontwateringsdieptes ontwerp Geestwater met grondwatermodel

Voor de bestaande situatie van Geestwater is een grondwatermodel opgebouwd. Door de variatie en asymmetrie van de inrichting van Geestwater wordt verwacht dat de berekening van verwachte grondwaterstanden met een grondwatermodel nauwkeuriger en betrouwbaarder zijn dan berekening met de formule van Hooghoudt. De inrichting van Dever-Zuid is minder gevarieerd en meer symmetrisch, waarmee de met Hooghoudt berekende grondwaterstanden een voldoende betrouwbare benadering van de werkelijkheid zullen zijn.

De nauwkeurigheid van dit grondwatermodel is op basis van vergelijk met metingen van grondwaterstanden in de winter van 2021-2022 bepaald op 10 cm en daarmee geschikt voor het modelmatig berekenen van grondwaterstanden voor de toekomstige situatie van Geestwater. Het in deze paragraaf beschreven en onderbouwde drainageontwerp en daarmee verwachte ontwateringsdiepten in Geestwater is getoetst aan de eisen.

De opbouw van het grondwatermodel, controle van de nauwkeurigheid, berekende grondwaterstanden en toetsing aan de eisen voor de ontwateringsdiepte voor wegen en woningen zijn in Bijlage 5.3 beschreven.



Figuur 4-15 | Berekende grondwaterstanden toekomstige situatie Geestwater met basismodel ($K_h=15$ m/dag en $K_v=7,5$ m/dag) en locaties getoetste dwarsprofielen (per cluster) op ontwateringsdiepte

In onderstaande tabel is per profiel/cluster een overzicht gegeven van de verwachte hoogste grondwaterstanden en de mate waarin het DOSP volgens het basismodel voldoet aan de ontwateringseisen.

dwarsprofiel/ cluster	vloerpeil woning of maaiveld tov NAP	eis ontwateringsdiepte	maximaal GWS volgens eis	berekende gws tov NAP (basismodel)	marge tussen eis en berekende GWS	Toetsresultaat
1	-1.95	$-1.95-0.36-0.70 =$	-3.01	-3.65	0.64	voldoet
	-2.62	$-2.62-0.7 =$	-3.32	-3.7	0.38	voldoet
2	-2.62	$-2.62-0.7 =$	-3.32	-3.67	0.35	voldoet
	-1.95	$-1.95-0.36-0.70 =$	-3.01	-3.68	0.67	voldoet
3	-1.95	$-1.95-0.36-0.70 =$	-3.01	-3.73	0.72	voldoet
	-1.9	$-1.90-0.36-0.70 =$	-2.96	-3.7	0.74	voldoet
	-1.85	$-1.85-0.36-0.70 =$	-2.91	-3.72	0.81	voldoet
4	-1.95	$-1.95-0.36-0.70 =$	-3.01	-3.66	0.65	voldoet
	-1.95	$-1.95-0.36-0.70 =$	-3.01	-3.7	0.69	voldoet
	-1.85	$-1.85-0.36-0.70 =$	-2.91	-3.7	0.79	voldoet
5	-1.95	$-1.95-0.36-0.70 =$	-3.01	-3.69	0.68	voldoet
	-1.95	$-1.95-0.36-0.70 =$	-3.01	-3.67	0.66	voldoet
6	-1.02	$-1.02-0.70 =$	-1.72	-3.71	1.99	voldoet

Conclusie toetsing aan eis ontwateringsdiepte

Uit de toetsing met het grondwatermodel blijkt dat alle woningen en verdiepte parkeerplaatsen in Geestwater ruimschoots voldoen aan de eisen voor de ontwateringsdiepte. Voor de nadere uitwerking van het inrichtingsplan van Geestwater biedt dit mogelijkheden voor verdere optimalisatie van het ontwerp, waarbij de ontwateringsdiepten nog steeds voldoende zullen zijn. Enkele mogelijkheden of combinaties daarvan zijn verlaging van maaiveld en een grotere benutting van de wadi's voor tijdelijke berging van hemelwater.

Onderbouwing drainage onder verlaagde private parkeerplaatsen

De met het grondwatermodel bepaalde ontwateringsdiepte ter plaatse van de verlaagde private parkeerplaatsen voldoet aan de eisen; zei het met een kleinere marge dan bij de woningen. Ondanks dit toetsresultaat en gezien de nauwkeurigheid van het model adviseren wij wel drainage toe te passen onder deze parkeerplaatsen omdat het later alsnog aanleggen van drainage niet wenselijk is.

De verlaagde parkeerplaatsen hebben een hoogte van NAP -2,62 m. De drains onder de wegen komen op NAP -3,77 m diepte te liggen (gelijk aan streefpeil). Dit betekent dat de drains onder de verlaagde parkeerplekken onder vrij verval kunnen afwateren op de drains onder de wegen. De drains onder de parkeerplaatsen kunnen ook op gelijke hoogte als de drains onder de weg worden aangelegd. De verlaagde parkeerplaatsen liggen in het plan langs wegen waar drainage onder geplaatst wordt.

Invloed kwelscherm op grondwater in Dever-Zuid en particulier perceel noordelijk van Dever-zuid

In Dever-Zuid wordt een kwelscherm aangelegd in de nieuwe kade aan de noordkant van het projectgebied om zettingen van de samendrukbare bodem als gevolg van de voorbelasting te voorkomen. Het kwelscherm wordt niet verwijderd en zal invloed hebben op het grondwater.

Het kwelscherm voorkomt uitwisseling van grondwater in het freatisch pakket tussen Dever-zuid en het particuliere perceel noordoostelijk. De ontwatering van het noordelijk perceel blijft zoals in de huidige situatie geborgd door de watergang. De ontwatering van Dever-zuid wordt geborgd door drainage onder weg.

Er is geen invloed op het diepere watervoerend pakket. Het scherm wordt niet zo diep aangelegd dat het dieper watervoerend pakket deels of volledig wordt afgesloten. Echter wordt er op locaties 2 en 3 uit Figuur 4-11, waar drainage niet nodig is op basis van de toetsingen drainage aangelegd om eventuele onvoorzien hogere ontwateringsdieptes door het kwelscherm te voorkomen.

Invloed op kwel door paalfunderingen door waterafsluitende kleilagen

De woningen worden gefundeerd op palen, waarbij de draagkracht ontleend wordt aan de puntweerstand. De palen worden hiertoe tot in het zandpakket aangebracht, waarbij de bovenliggende kleilaag van 7 meter doorkruist wordt. Om kwel langs de palen op te voorkomen worden grondverdringende palen toegepast.

Invloed verticale drainage tijdens voorbelasting in Geestwater en Dever-Zuid op kwel

Gezien de aanwezigheid van samendrukbare lagen klei in de bodem ter plaatse van Geestwater en Dever-Zuid wordt om restzettingen te beperken een voorbelasting toegepast. De benodigde duur van deze voorbelasting wordt beperkt door toepassing van verticale drainage in deze samendrukbare kleilagen. Deze kleilagen zijn een afsluiting tussen het diepere grondwater en het freatische grondwater. Het doorboren van deze kleilagen met drainage en daarmee veroorzaken van extra kwel of wegzijging is niet toegestaan en wordt voorkomen door de drainage tot 1 meter van de onderkant kleilaag aan te brengen.

Opbarsten bodem tijdens aanbrengen oppervlaktewater in Geestwater

Uit geotechnische berekeningen blijkt dat het opbarsten van de bodem bij uitvoering in den droge aannemelijk is. Om opbarsten te voorkomen wordt in den natte ontgraven.

4.12.2 Rooversbroekdijk 86 en 88

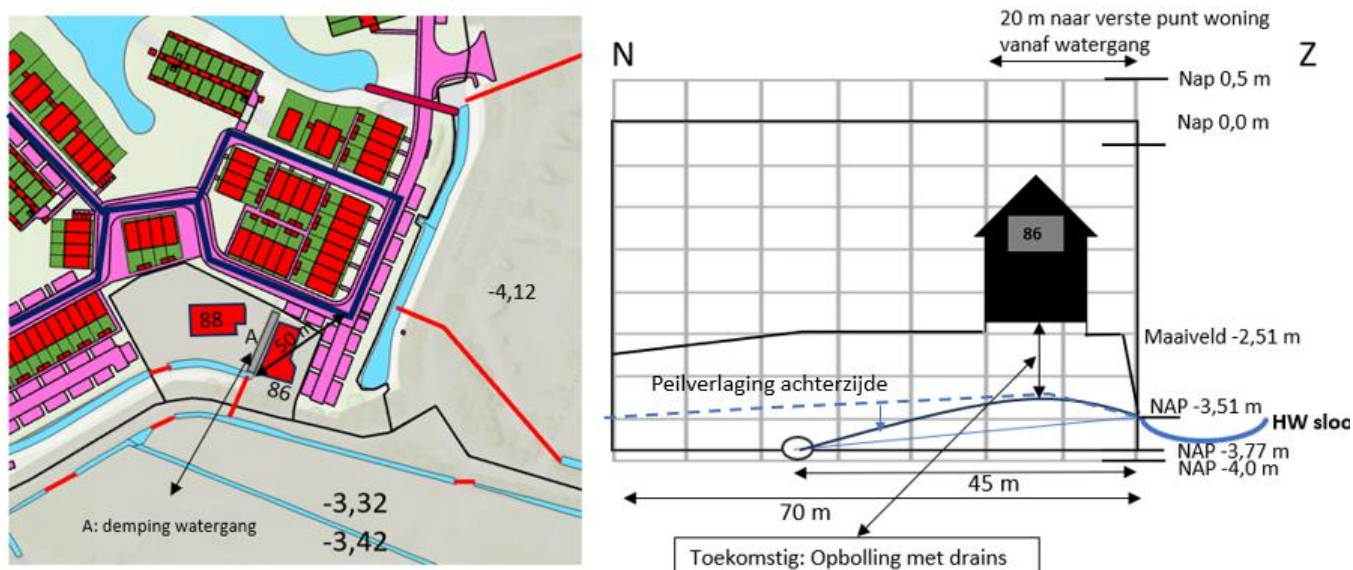
De twee woningen Rooversbroekdijk 86 en Rooversbroekdijk 88 staan op gronden die op peil gehouden worden door een bestaande hoogwatervoorziening. In de toekomstig situatie blijft het waterpeil in de sloot van deze hoogwatervoorziening gehandhaafd op een waterpeil van ca. NAP -3,50 m. Aan de zijkant van het perceel met huisnummer 86 en aan de achterzijde van het perceel met huisnummer 88 komt een drain te liggen met een lager ontwateringspeil. Daarnaast overwegen de eigenaren het een deel van de sloot tussen de percelen dat in de toekomst niet meer naar het noorden afvoert te dempen. Er is getoetst of deze aanpassingen zorgen voor ongewenste verandering van de grondwaterstanden op de twee percelen.

Invloed ontwikkeling Geestwater

Ontwatering: Voldoende ontwateringsdiepte in perioden van neerslagoverschot is belangrijk voor de doorwortelbaarheid van de bodem en voor de berijdbaarheid van de kavel met voertuigen. Beide kavels het een perceel met een maaiveld dat aan de hoogwaterzijde op ca. NAP -2,20 m ligt. De ontwatering is daarmee ca. 0,70 m, wat voldoende is voor tuinen en gebruik als oprit.

Grondwaterverlaging achter de woningen. De aanleg van de drains ten noorden van deze woningen zorgt voor een verlaging van het grondwater aan de noordzijde van de percelen. In de huidige situatie wateren de percelen af op het lagergelegen land van de naastgelegen landbouwpercelen. Het maaiveld van de landbouwpercelen ligt op NAP -2,60 m tot NAP -2,70 m. Het grondwater in de landbouwpercelen zal in droge perioden uitzakken naar ongeveer 1 m uitzakken, tot ca. NAP -3,70 m (zie ook Figuur 2-5). Op de grens van de percelen kan het grondwater iets hoger liggen, vanwege het maaiveld-verloop: in droge perioden mogelijk op NAP -3,50 m. De toekomstige drain achter de percelen wordt aangelegd met een drainage-niveau van NAP -3,77 m. Deze komt iets dichterbij de woningen te liggen dan de huidige open watergangen. Hierdoor zal het grondwater aan de achterzijde van de percelen iets lager komen te staan. Op basis van een schematische dwarsdoornede (Figuur 4-16) en een indicatieve berekening wordt geschat dat het grondwater gemiddeld op ca. NAP -3,60 m zal staan. In perioden van droogte zal het grondwater kunnen wegzakken tot ca. NAP -3,80 m. De verlaging van het grondwater aan de achterzijde van de kavels zal minder dan 0,20 m zijn. Dit is gunstig voor de groeiomstandigheden voor de tuinbegroeiing aan de achterzijde van de woning. De verlaging aan de achterzijde en onder de woning kleiner zijn dan 10 á 15 cm zijn. Doorgaans is dit geen risico. Het vaststellen van de hoogte van de houten paalfundering is noodzakelijk voor een beoordeling of deze verlaging daadwerkelijk een risico is.

De vergelijking tussen huidige en toekomstige grondwaterstanden met het opgestelde grondwatermodel toont voor beide woningen een vergelijkbaar beeld; een geringe verlaging is te verwachten.



Figuur 4-16 | Opbolling Rooversbroekdijk 86 en 88 met drains en demping watergang

Invloed particulier voornemen dempen tussen woningen gelegen deel hoogwatersloot

De eigenaren overwegen de hoogwatersloot tussen de woningen te dempen. Dit houdt in dat een relevante verlaging van de grondwaterstand onder de woning gaat optreden. Dit is een risico voor de fundering en stabiliteit van de woning. Volgens informatie van de bewoners bestaat de fundering uit houten palen met betonnen oplanger. De houten palen liggen zeer waarschijnlijk goed beschermd onder het laagst voorkomende grondwater. De exacte ligging van de houten palen ten opzichte van het grondwater is niet bekend. De verlaging van het grondwater is riskant als de houten palen hierdoor blootgesteld worden aan zuurstof. Zonder nader onderzoek door een funderingsdeskundige en geohydroloog is dempen van de sloot niet aan te raden.

De woning nummer 88 is gebouwd in 2016, en gefundeerd op betonnen palen. De carport aan de zijde van de hoogwatersloot is op een betonnen balk (op staal) gefundeerd. De woning loopt geen risico bij peilverandering. Bij de carport wordt aangenomen dat deze een moderne fundering heeft. Wel wordt aangeraden bij het voornemen om een deel van de hoogwatersloot te dempen de fundering van de carport te laten beoordelen door een deskundige en deze te laten adviseren over eventueel te nemen (compenserende) maatregelen.

4.13 Klimaatbui voor oppervlaktewater

Om rekening te houden met de door Rijnland gestelde eis van een 90 mm bui in 24 uur is een toetsing uitgevoerd. Er wordt voor de berekening uitgegaan van een kortdurende klimaatbui op basis van de eisen van de LIOR. Om deze reden is geen rekening gehouden met infiltratie. Voor de toetsing is er uitgegaan van een worst-case scenario.

De droogleggingseis vanuit de LIOR is dat de straathoogte 1,2 m boven het vigerend peil wordt aangelegd. De 90 mm klimaatbui leidt niet tot schade als de peilstijging in open water niet leidt tot een peilstijging van hoger dan 1,2 m.

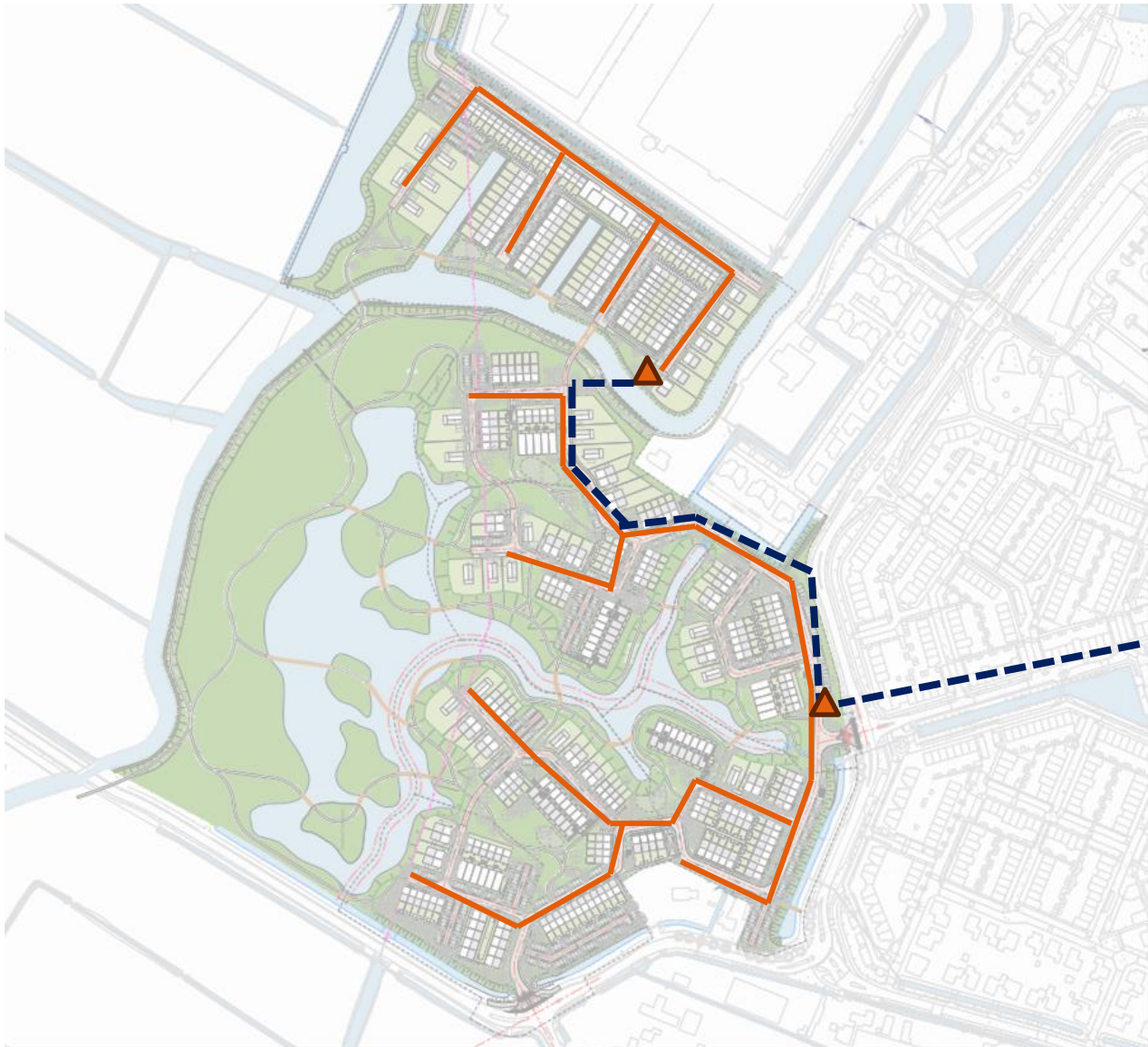
Tabel 7 | Toetsing klimaatbui per deelgebied

Toetsingseis	Geestwater	Dever-zuid polder	Dever-zuid boezem
Plangebied	17,2 ha	2,07 ha	3,35 ha
Oppervlaktewater	2,96 ha	0,47 ha	0,30 ha
90 mm opgave plangebied	15.475 m ³	1.863 m ³	n.v.t.
Berekende peilstijging	0,52 m	0,40 m	n.v.t.

Tabel 7 laat zien dat de berekende peilstijgingen in zowel Geestwater als polder Dever-zuid voldoen aan de eis vanuit de LIOR. Wat betreft boezem Dever-zuid, de 90 mm klimaatbui draagt insignificant bij aan peilstijging. De afwatering vanaf de verharding gaat richting de Ringsloot, waarbij de peilstijging door de omvang van de Ringsloot insignificant zal zijn. Het deel verharding in de boezem wordt gecompenseerd met 15% water, waardoor verandering in peilstijging ten opzichte van de huidige situatie onwaarschijnlijk is. Het Hoogheemraadschap van Rijnland is op 15 februari 2023 akkoord gegaan met de toetsing van de 90 mm bergingseis op de deelgebieden.

4.14 Ontwerp droogweerafvoer (DWA)

De wijken Geestwater en Dever-Zuid lozen beiden onder vrij verval op een gemaal. Het gemaal van Dever-Zuid prikt in op de gemaalkelder van Geestwater. Vanaf hier wordt het afvalwater van beide systemen via een persleiding aangesloten op het gemeentelijk stelsel. In Figuur 4-17 is de hoofdstructuur schematisch weergegeven.



Figuur 4-17 Schematische weergave DWA structuur, gemalen en persleidingen

Het hoofdgemaal is voorzien nabij de Ruishornlaan. Het lozingspunt van de persleiding wordt zodanig gekozen dat deze geen invloed zal hebben op de vuiluitwerp via de nabijgelegen overstort aan de Ruishornlaan. Voor het lozingspunt zijn in overleg met de gemeente en Rijnland twee locaties in de riolering van de Vrouwenpolder verkend:

1. Bovenstrooms van het opvoergemaal in de Frans Halsstraat.
2. Mesdagstraat (benedenstrooms van het opvoergemaal in de Frans Halsstraat).

Aan beide locaties zijn nadelen verbonden:

Ad 1. Het lozen van afvalwater vanuit Geestwater bovenstrooms van het opvoergemaal kan een nadelige invloed hebben op het functioneren van de overstort bij de Ruishornlaan, wat voorkomen dient te worden, en het water moet via het opvoergemaal extra verpompt worden. Mogelijk moet de capaciteit van het opvoergemaal aangepast worden. De benodigde lengte van de persleiding zal vrij kort zijn, wat in aanleg en energieverbruik goedkoper zal zijn.

Ad 2. Het aanleggen van een extra lange persleiding brengt extra aanlegkosten en overlast met zich mee. Het rioolstelsel (en overstort) bovenstrooms van het opvoergemaal wordt niet beïnvloed en het water wordt slechts eenmaal verpompt.

De keuze is onderstaand afgewogen op basis van aanlegkosten en invloed op vuilemissie; beiden bij voorkeur zo laag mogelijk.

In het hydraulisch rekenmodel is gekeken waar onder neerslagomstandigheden een omslagpunt plaats vindt in de stromingsrichting naar de overstorten. Hierdoor kan gekeken worden welke put 'zo ver mogelijk' van de overstort is gelegen. Hiermee wordt de invloed op de vuiluitwerp geminimaliseerd. In Figuur 4-18 is deze grens weergegeven. Hiervoor is gekeken naar 1D rekenresultaten van bui 9, op tijdstap 45 min (grootste afvoermoment tijdens de piek).



Figuur 4-18 Grens afvoeroute richting overstort

Op basis van de stromingsrichtingen zijn er meerdere opties voor het inrikkpunt. Vervolgens is gekeken waar de beste doorstroming verwacht wordt en de afstand tot aan het gemaal. Al deze punten in acht nemend is inrikkpunt op put 15127 de beste keuze. Vanaf deze locatie kan de persleiding ook relatief eenvoudig doorgetrokken worden tot net achter het gemaal. Hiermee wordt voorkomen dat het water twee keer opgepompt moet worden voordat het bij de zuivering terecht komt. In Figuur 4-19 is het tracé van de persleiding globaal weergegeven.

In overleg met de gemeente is gekozen de persleiding direct nu al aan te leggen tot vóórbij het inrikkpunt van de persleiding van het gemaal aan de Frans Halsstraat en deze aan te sluiten op de riolering in de Mesdagstraat. Reden is dat naar verhouding nog een kleine lengte extra persleiding op een later moment gelegd zou moeten worden en het wenselijk is de impact op de omgeving zo beperkt mogelijk te houden.



Figuur 4-19 Indicatie afvoerroute nieuwe persleiding

DWA Prognose

De DWA prognose (t.b.v. de gewenste pompcapaciteit) is bepaald op basis van het aantal woningen in beide gebieden.

Deelgebied	Aantal woningen	Inwoners (2,5 per woning)	m ³ /h	Bergingseis in 10 uur (m ³)
Dever-Zuid	109	273	3,3	33
Geestwater	350	875	10,5	105
Geestwater totaal	459	1148	13,8	138

4.14.1 Ontwerpkeuzes en toetsing Geestwater

Vullingsgraad

Geestwater heeft in totaal 350 aantal woningen. De totale DWA belasting voor dit gebied komt daarmee op 2,9 l/s (10,5 m³/h). De persleiding vanuit Dever-Zuid prikt in op de gemaalkelder, en geeft daarom geen extra belasting op het vrijvalstelsel. Nabij het gemaal is het DWA aanbod het grootst. Het toegepast verhang vlak voor het gemaal is 2 ‰, daarom is voor de afvoercapaciteit naar dit verhang gekeken. Een minimale diameter van 300 mm kan maximaal 38,6 l/s afvoeren, en beschikt dus over voldoende afvoercapaciteit voor dit gebied.

Diameter	Verhang	Volledig gevuld [l/s]	50% gevuld [l/s]	Voldoet
DWA prognose			2,9	
Ø300 mm	2 ‰ (1:500)	38,6	19,3	Voldoet voor eigen gebied
Ø400 mm	2 ‰ (1:500)	83,2	41,6	Voldoet ruim

Onderdrempelberging

Wanneer het gemaal uitvalt moet het stelsel tijdelijk de hoeveelheid afvalwater van 1 dag (10 uur dwa belasting, eis LIOR) kunnen bergen. Het stelsel beschikt over de volgende kenmerken:

- Leidingdiameter 300 mm
- Totale lengte riolering 1545 m
- Berging in het stelsel 109 m³

Hiermee wordt wel voldaan aan de gewenste bergingseis van 105 m³ (10 x 10,5 m³/h).

Borging raakvlak tussen Geestwater en Dever Zuid inzake bergingseis

Het DWA-stelsel van Geestwater heeft te weinig onderdrempelberging om na uitval van gemaal Geestwater gedurende 10 uur het afvalwater vanuit Dever Zuid te ontvangen. Een tekort aan berging in het stelsel van Geestwater kan voorkomen worden door:

1. Gemaal Dever Zuid in deze situatie automatisch te laten afschakelen. De besturing van beide gemalen dienen hiertoe aan elkaar gekoppeld te worden; bij voorkeur middels een met de persleiding mee te leggen signaalkabel, zodat er geen afhankelijkheid is van communicatienetwerken, óf;
2. door de persleiding van Dever Zuid rechtstreeks aan te sluiten op de persleiding van Geestwater. Hierbij is het wel van belang dat beide gemalen in samenloop wel de benodigde capaciteit te kunnen halen en dat de snelheid in de persleiding van Geestwater rond 2 m/s blijft. Voor beheersing van de stroomsnelheid kan het ook bij deze oplossing noodzakelijk zijn de gemalen besturingstechnisch aan elkaar te koppelen als uit werkpuntberekeningen blijkt dat de laagste en hoogste stroomsnelheden te ver uit elkaar liggen;
3. Het vergroten van de diameters in bemalingsgebied Geestwater.

Wij adviseren om optie 1 te kiezen. Tegenwoordig zijn veel gemalen uitgerust van signalering waardoor dit relatief eenvoudig is toe te passen. De persleiding van Dever Zuid kan in dit geval inrikken op de gemaalkelder van Geestwater, wat tevens tot meer robuustheid van het stelsel leidt.

Bij optie 2 komen er veel extra variabelen kijken bij het goed functioneren van het persleiding systeem. Hierdoor wordt het moeilijker om de beide gemalen goed in te stellen, en kunnen deze mogelijk niet tegelijkertijd in werking treden.

Optie 3 geeft meer berging in het stelsel, maar zorgt er ook voor dat er makkelijker aantasting van de leidingen kan ontstaan door een te lage stroomsnelheid. Hierdoor zal vaker gereinigd moeten worden, en hebben de leidingen mogelijk een kortere levensduur. In onze ogen weegt dit niet op tegen de extra berging in het stelsel bij incidentele uitval van een gemaal.

Aansluiting garages

In het ontwerp zijn enkele bouwblokken voorzien van garages. Bij de inrit van de garage zal regenwater worden opgevangen, en aangesloten op het HWA stelsel (indien beschikbaar). Binnen in de garage zullen enkele kolken geplaatst worden. Deze dienen om lekwater, of ingereden regenwater/sneeuw af te kunnen voeren. Deze kolken worden aangesloten op het DWA stelsel, aangezien hier een grotere kans op vervuiling is. Dit betreft incidenteel kleine hoeveelheden, waardoor er geen extra afvoercapaciteit op het DWA stelsel meegenomen hoeft te worden. Wel is van belang dat de diepteligging van het DWA stelsel voldoende diep is om de aansluiting te kunnen maken. Als dit niet haalbaar is dan dient een minigemaal toegepast te worden. Dit wordt nader uitgewerkt in een volgende fase.

Aansluiting balkons

De balkons worden aangesloten op de vuilwaterafvoer van de woningen, omdat het gebruik van de balkons en dus de kwaliteit van het geloosde hemelwater slecht controleerbaar is.

4.14.2 Ontwerpkeuzes Dever-zuid

Dever-zuid heeft een eigen DWA structuur. Voor de afvoerroute naar de zuivering zijn op hoofdlijn twee routes verkend:

1. via een nieuw te realiseren gemaal dat het afvalwater naar de noordelijk gelegen reeds aanwezige gemengde riolering in de Vennestraat (buurt Dever) transporteert. Vanaf de Vennestraat stroomt het water onder vrijverval naar het noordelijke ontvangstkelder van de zuivering.
2. via een nieuw te realiseren gemaal dat het afvalwater rechtstreeks op de nieuwe ontvangstput van het nieuwe gemaal Geestwater loost. De afvoerroute van dit gemaal is paragraaf 0 beschreven.

Gekozen is het afvalwater via het nieuwe gemaal Geestwater te lozen. Voor de noordelijke route is een langere persleiding nodig en voor deze persleiding is in de Vennestraat ondergronds vanwege de al aanwezige drukriolering geen ruimte. Inprikken op de drukriolering is voor de gemeente niet wenselijk en vergt aanpassingen van alle drukunits op deze drukriolering.

Het stelsel zal via een persleiding rechtstreeks aansluiten op de ontvangstput van het gemaal van Geestwater om het functioneren van de riolering van Geestwater niet negatief te beïnvloeden en gasvorming te beperken. Het gemaal van Dever-zuid is zo gepositioneerd dat de persleiding een kortere afstand zal overbruggen. Bovendien ligt deze locatie buiten de waterkering, waardoor dit geen nadelige invloed kan hebben op de waterkerende werking in de ondergrond.

Vullingsgraad

Dever-zuid heeft in totaal 109 aantal woningen. De totale DWA belasting voor dit gebied komt daarmee op 0,9 l/s (3,3 m³/h). Deze DWA belasting komt in het vrij verval stelsel samen vlak voor het gemaal. Ter plaatse van een gemaal wordt een verhang van 2 ‰ toegepast. Overige delen van het stelsel krijgen een verhang tussen 2 en 5 ‰. Een minimale diameter van 300 mm kan maximaal 38,6 l/s afvoeren, en beschikt dus over voldoende afvoer capaciteit voor dit gebied.

Diameter	Verhang	Volledig gevuld [l/s]	50% gevuld [l/s]	Voldoet
DWA Prognose			0,9	
Ø300 mm	2 ‰ (1:500)	38,6	19,3	Voldoet voor eigen gebied
Ø400 mm	2 ‰ (1:500)	83,2	41,6	Voldoet ruim

Onderdrempelberging

Wanneer het gemaal uitvalt moet het stelsel tijdelijk de hoeveelheid afvalwater van 1 dag (10 uur dwa belasting, eis LIOR) kunnen bergen. Het stelsel beschikt over de volgende kenmerken:

- Leidingdiameter 300 mm
- Totale lengte riolering 620 m
- Berging in het stelsel 44 m³

Hiermee wordt voldaan aan de gewenste bergingseis van 33 m³ (10 x 3,3 m³/h).

4.15 Hemelwaterafvoer (HWA)

4.15.1 Ontwerpkeuzes en toetsing Geestwater

Deelgebied Geestwater wordt niet voorzien van een regenwaterriool. Wanneer het regent zal dit gebied via oppervlakkige afstroming zijn weg vinden naar groene bergingen in het gebied en/of het oppervlaktewater. Hierbij dient het de voorkeur om waar mogelijk het water tijdelijk vast te houden, en niet direct af te voeren. Dit draagt bij aan invulling van de eis voor berging 90 mm van Rijnland.

Voor een goede afvoer van het regenwater zijn de volgende uitgangpunten gehanteerd:

- Afstand tot lozingspunt max 100 m;
- Eerst berging in groen/openbare ruimte, daarna overloop naar oppervlaktewater.
- Zoveel mogelijk water vasthouden op het maaiveld, met behoud van de stedenbouwkundige kwaliteit.
- Waar mogelijk water in de bodem infiltreren, rekening houdend met de vereiste ontwateringsdiepte.

Onderstaande dimensionering geeft globaal richting voor de nadere uitwerking van het ontwerp. Aansluitend vindt aanvullende toetsing aan de eisen plaats en wordt een stresstest uitgevoerd.

Ontwerp Goten

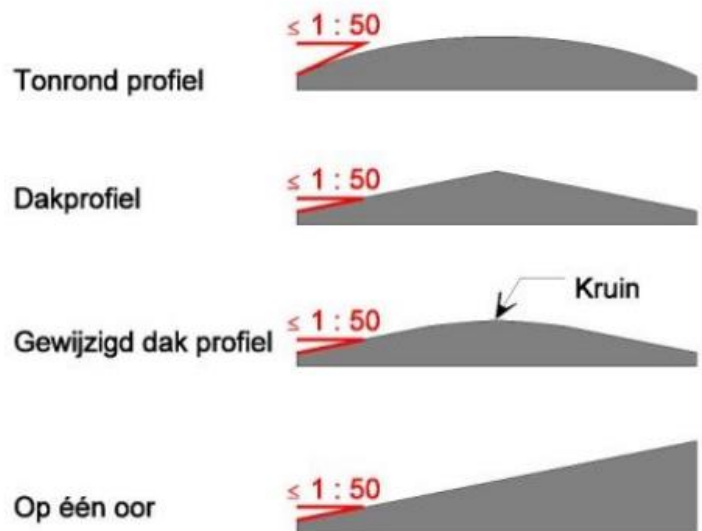
Het oppervlakkig afwateren van het hemelwater moet via molgoten verzameld en afgevoerd worden. Voor de oppervlakkige afvoercapaciteit is daarom gekeken naar de gootprofielen. De projectontwikkelaar heeft voor Geestwater twee soorten profielen aangeleverd. De weg kan dakvormig zijn of op één oor liggen (zie figuur 1). Deze dwarsellingen worden aangebracht om hemelwater van de verharding af te voeren. Bij de wegprofielen met een dakprofiel zal aan beide zijden een molgoot komen te liggen. In het geval van een wegprofiel op één oor zal er maar één molgoot aanwezig zijn.

Voor de berekeningen van het oppervlakkig afvoeren van het hemelwater is gekeken naar de maximale afvoercapaciteit van de goot. Hierbij is gekeken naar de afvoercapaciteit tijdens 'normale' neerslagomstandigheden. Daarom is de belasting afgeleid van de piekbelasting bij bui 9 (160 l/s/ha) en aangenomen op 140 l/s/ha. Gezien de korte duur van de piekbelasting bij de ontwerpbui ligt de gekozen intensiteit lager dan bij de ontwerpbui 9.

De goten worden niet gedimensioneerd op bui 10, omdat conform LIOR bij bui 10 reeds water op straat mag optreden en afstromend hemelwater niet mag leiden tot water in woningen en naar particuliere percelen afgewenteld mag worden. In deze omstandigheden spelen riolering en goten een ondergeschikte rol ten opzichte van de inrichting van het maaiveld en hoeven daarom niet op bui 10 gedimensioneerd te worden.

Op basis van het gekozen profiel en het lengteverhang van 0,4% kan maximaal 835 m² per goot aangesloten worden.

Voor de afmeting van de goten is een totale breedte van 30 cm, en een diepte van 7 cm als (conservatief) uitgangspunt gehanteerd.. Bij het uitvoeren van de stresstest wordt de definitieve afmeting van de goot bepaald. Hierbij wordt onder meer rekening gehouden met bladval.

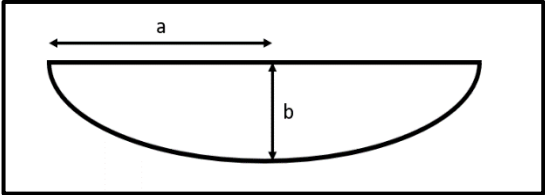


Figuur 4-20. Standaard wegprofielen

Afwateren Molgoten

Variabelen

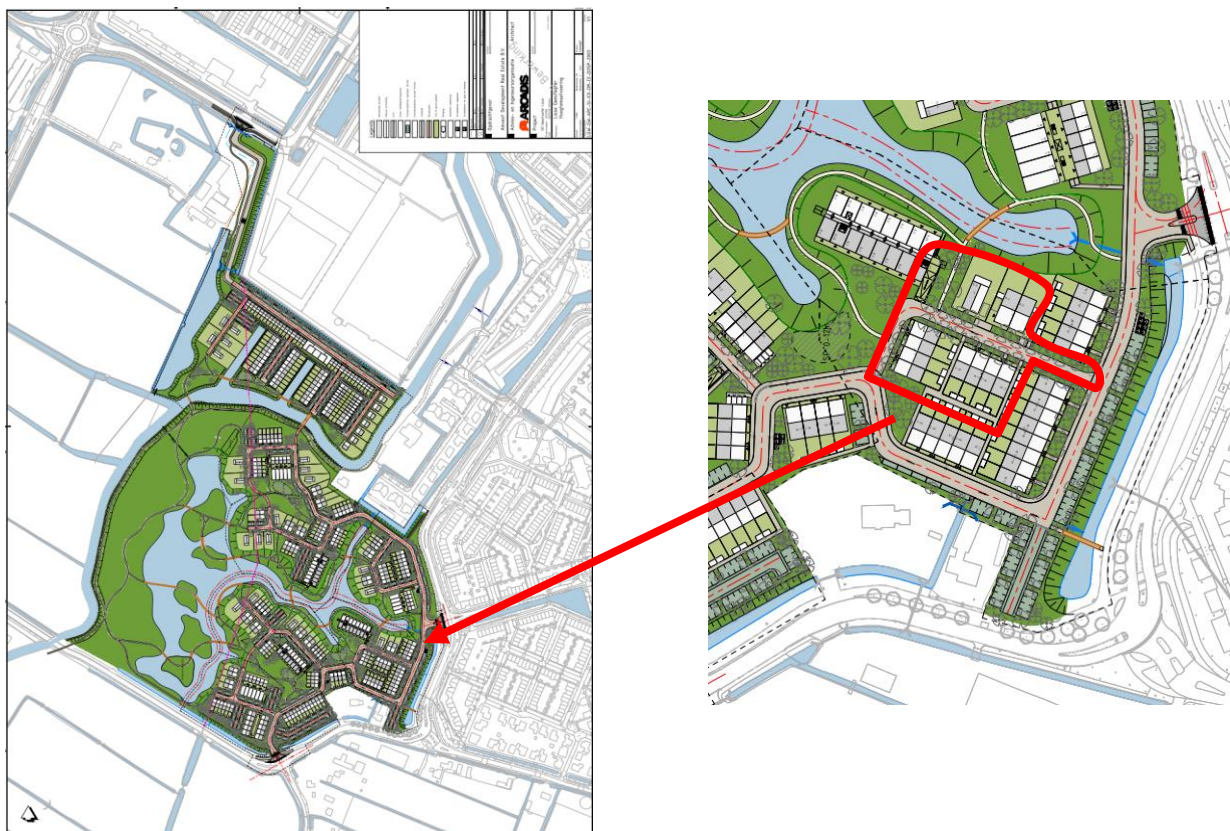
Afmetingen molgoot	a	0.15 m
	b	0.07 m
Oppervlakte molgoot		0.0165 m2
Aftwaterend oppervlak		835 m2
Volume Bui09		24.55 m3
Volume Klimaatbui		58.45 m3
Natte omtrek (P)		0.368 m
Hydraulische straal R		0.045 m
Wandruwheid		0.001
Verhanglijn (i)		0.004
Kinematische viscositeit		0.000001
Gravitatieconstante (g)		9.810
Grenslaagdikte		0.0004
Chezy C		53.15412
Stroomsnelheid (v)		0.711978 m/s
Debiet Q		0.011743 m3/s
Debiet Q		11.74291 l/s



Om te bepalen of aan deze eis wordt voldaan, moet naar de totale inrichting en afvoermogelijkheden gekeken worden. Het is belangrijk om de afstand tot aan de bergingsmogelijkheden kort te houden zodat het maximale debiet niet wordt overschreden.

Voor de eerste controle is het gebied in het oosten van Geestwater gekozen (zie figuur 2). Het oppervlak (daken en wegen) dat zal afwateren op de molgoot bedraagt 1078 m². Dit is meer dan de berekende afvoercapaciteit van de goot. Dat betekent dat er een aanpassing aan de goot zal moeten plaatsvinden.

Op basis van het afvoerend oppervlak en de hydraulische eis, zal de molgoot als eerste indicatie een oppervlak moeten hebben van 240 cm². Dit kan behaald worden door de breedte van de molgoot aan te passen naar 40 cm. In de huidige plannen wordt de molgoot op 30 cm ontworpen. De nog uit te voeren stresstest geeft uitsluitsel hierin.



Figuur 4-21. Gekozen gebied berekening molgoot

4.15.2 Ontwerpkeuzes en toetsing Dever-zuid

Deelgebied Dever-zuid wordt voorzien van een gescheiden HWA en DWA en een drainage systeem. Het gebied wordt begrensd door oppervlaktewater van de polder (noordzijde) en de boezem ringsloot (zuid en oost). Door het gebied loopt een waterkering. Het is wenselijk om deze kering niet te doorkruisen met riolering. Daarom is er gekozen voor lozing op de ringsloot.

Het waterschap heeft voorkeur voor een principe waarbij in eerste instantie water wordt vastgehouden. Het principe van een rioelstelsel is het tegenovergestelde, en wordt doorgaans gedimensioneerd op afvoercapaciteit. Om het beste uit beide principes te halen, is gekozen voor toepassing van overstortdrempels met een doorlaat ter hoogte van de uitlaten. De kleine doorlaten houden het water langer vast in het stelsel zodat de afvoer naar de ringsloot afgevlakt wordt. Wanneer het waterpeil de drempelhoogte bereikt wordt de afvoercapaciteit vergroot door de overstort. Hierdoor kunnen ook grotere buien voldoende afgevoerd worden.

Voor de dimensionering van de riolering zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

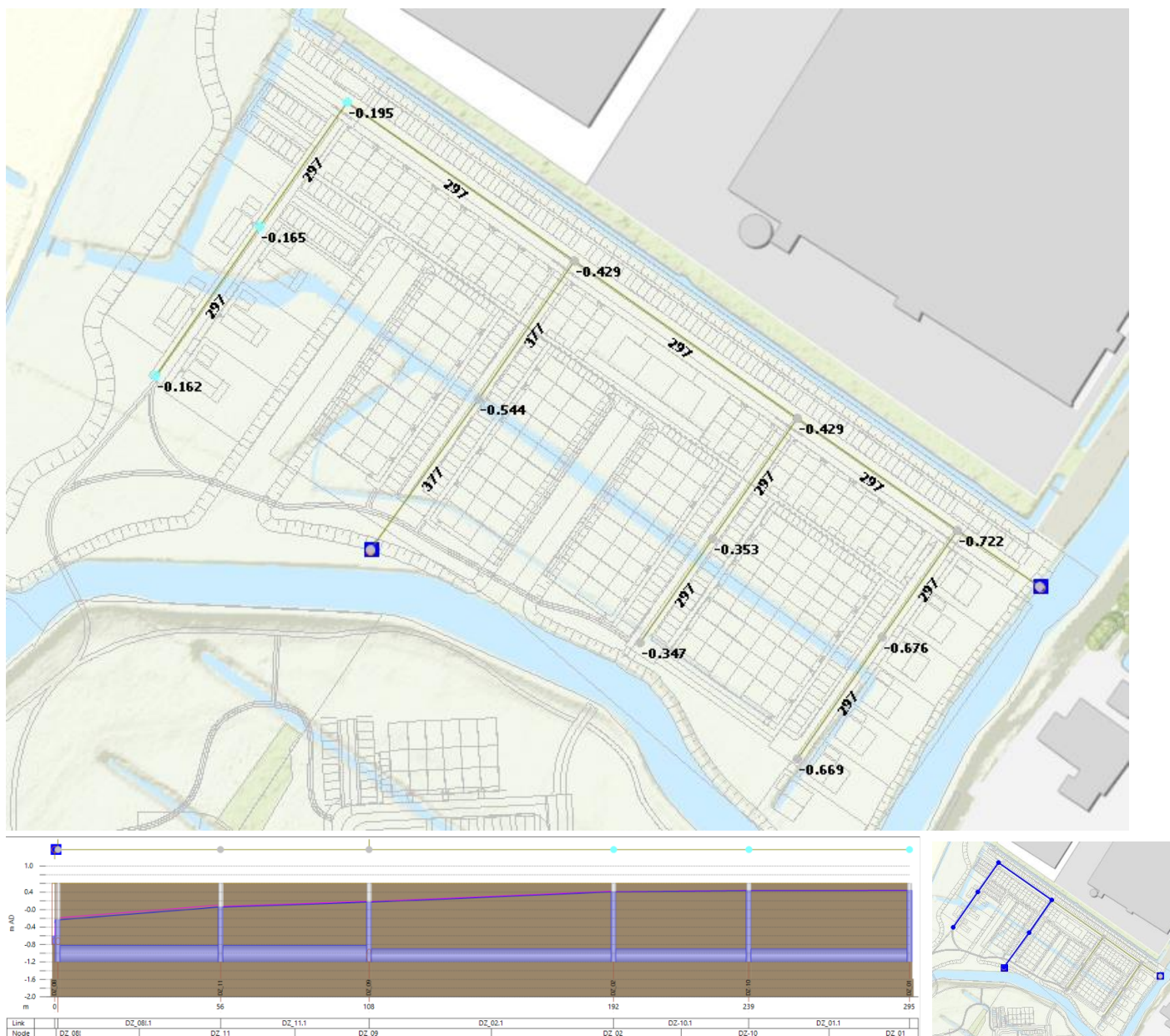
- HWA wordt binnen het peilgebied (boezem) geloosd, met uitzondering van de noordelijke parkeervakken tegen het bedrijventerrein aan welke naar de polder afwateren. Deze parkeervakken liggen op de kering en hellen af naar het polderpeilvak toe, vanwege de inrichting en beschikbare hoogte. Dit zal geen nadelig effect hebben op het bedrijventerrein gezien deze bij extreme regenval ook afwateren op het polderpeilvak.
- Gescheiden stelsel toepassen;
- Drempels t.b.v. vasthouden water op -0,30 m NAP, 1 m breed

- Doorlaat in de drempels van 160 mm
- Waking van minimaal 20 cm bij bui 8
- Geen water op straat bij bui 9 (Kennisbank Riolering); deze toets is doorgaans maatgevend t.o.v. de wakingeis.
- Gebruik van bui 10 (Kennisbank Riolering) voor controle op knelpunten en toets op robuustheid;
- Waterpeil bij de lozingspunten -0,61 m NAP;
- Zowel dakverharding als openbare verharding wordt op het HWA aangesloten;
- Ontwerp maaiveldhoogte 0,60 mNAP;
- Gezien de benodigde dekking op de leidingen ligt het HWA volledig gevuld onder het waterpeil;
- Het systeem bevat twee hemelwateruitlaten. Deze zijn zodanig gekozen dat dit zo min mogelijk invloed heeft op de te ontwerpen kademuur;
- Toegedeeld verhard oppervlak op basis van de inrichtingstekening, zie Figuur 4-22. De meeste tuinen grenzen aan oppervlaktewater en lozen daarop. De afstroming van de resterende tuinen zal dermate vertraagd zijn dat dit geen invloed heeft op de dimensies van de riolering.



Figuur 4-22 Toegedeelde verharding op HWA

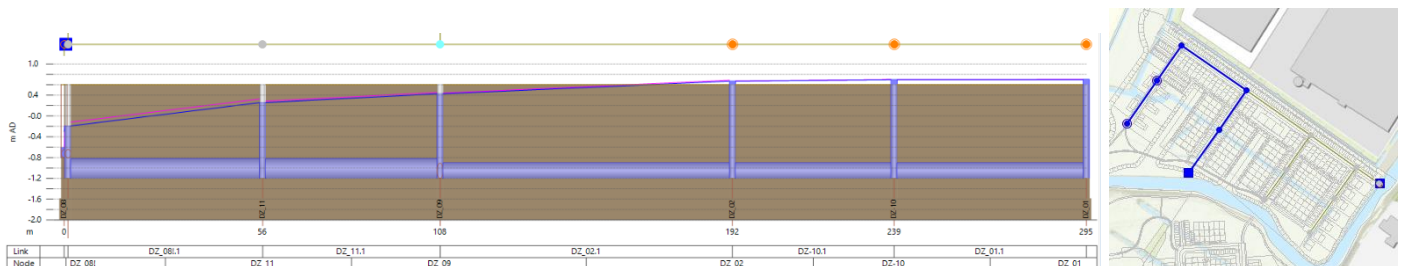
Om te voldoen aan de gestelde eisen zijn de leidingen nabij de uitlaten vergroot naar 400 mm. Daarmee ontstaat bij bui 9 geen water op straat. In het westen wordt de kleinste waakhoogte berekend, respectievelijk 0,16 m. Bij dezelfde diameters wordt bij bui 10 wel water op straat berekend. In totaal bedraagt dit zo'n 13,3 m³. Naar verwachting zal dit geen overlast geven (betreft enkele centimeters). De stresstest zal hier uitsluitsel over geven.



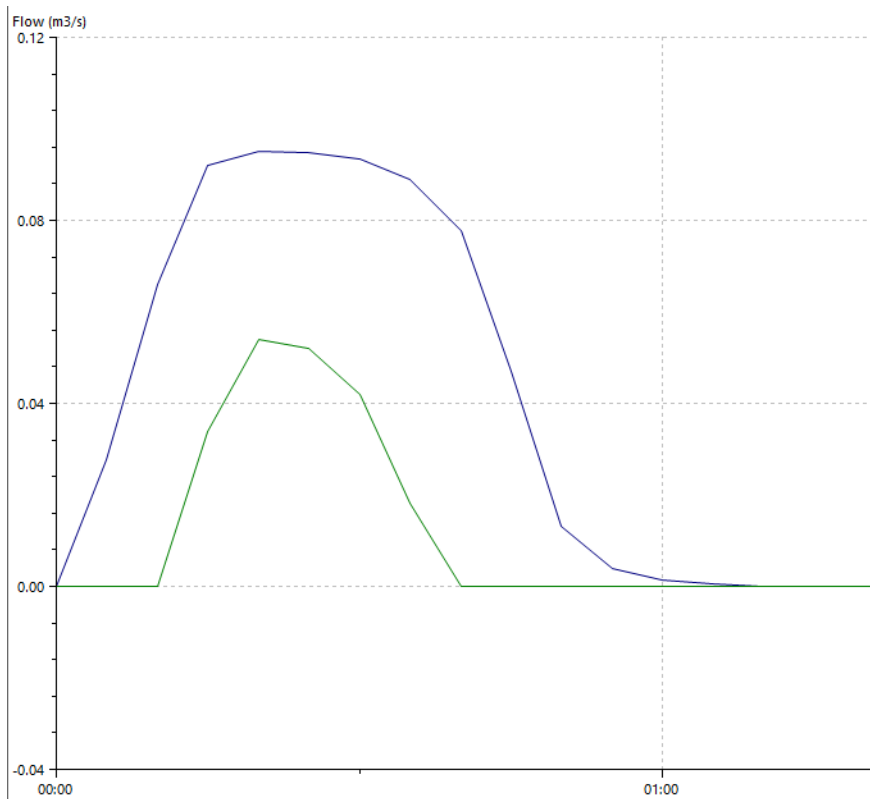
Figuur 4-23 Toetsing bui 9, met waterdiepte op putniveau en langsdoorsnede



Figuur 4-24 Toetsing bui 10, met waterdiepte op putniveau



De drempel en doorlaat zijn bedoeld om het water vast te houden, zodat het met enige vertraging wordt afgevoerd. Om deze functie te controleren is gekeken naar het afvoerdebiet van deze constructie. Deze is in Figuur 4-25 grafisch weergegeven. Daarin is te zien dat de doorlaat (blauwe lijn) ervoor zorgt dat de piek over een groter tijdspad wordt verdeeld. Na ruim een uur is het systeem leeggelopen tot het streefpeil.



Figuur 4-25 Debiet zuidelijke overstort (groen) en doorlaat (blauw) constructie bij bui 10

Voor de inrichting van het maaiveld en afwikkeling hemelwater hanteren wij de volgende uitgangspunten:

- Geen afwenteling hemelwater naar particuliere percelen en andere peilgebieden bij bui 10.
- Voor de maximale waterdiepte op straat bij bui 10 wordt 10 cm gehanteerd.

De toetsing die nu is uitgevoerd geeft nog geen inzicht in het behalen van de eisen. Bij bui 10 wordt ca 7 m³ water op straat berekend. De 1D toetsing geeft aan een waterdiepte van niet meer dan 5 cm. In werkelijkheid zal het water zich gaan uitspreiden over het straatoppervlak. De werkelijke waterdiepte die daarbij hoort zal worden berekend bij de stresstest.

5 Bijlagen

5.1 Mailwisseling Wateropgave

Van: Rooij, Sander van <Sander.Rooij@rijnland.net>
Verzonden: dinsdag 21 februari 2023 17:15
Aan: Gerritsen, Rick; De Vries, Vincent; Bas van de Pas; h.droog@hltsamen.nl; Remko van Eeten; Hopewell, Louie; Koomen, Arjen
CC: Huijboom, Paul; Reitsma, Jan Jelle; Wieringen, Robert van; Buijs-Heine, Pieter; Tentij, Joyce; Diekema, Jeroen; Schellen, Robert; Wieringen, Robert van; Jayakkumaran, Jana; 'Rob Zegers'; Duijn, Marco van; Timmers, Jorrit; Faassen, Etienne
Onderwerp: Geestwater en Dever Zuid waterbalans

Hoi Allen,

Op het overleg Geestwater / Dever zuid van 15 feb zijn een aantal ontwerp vragen behandeld en is advies gevraagd over een belangrijk onderdeel: de watercompensatie. Op dit onderdeel wordt getoetst bij de latere vergunningaanvraag. Om met de deur in huis te vallen: na intern beraad is het **voorstel van Rijnland om het tekort in compensatie in het peilvak Dever zuid voor lief te nemen en dat Rijnland akkoord gaat met het voorliggende ontwerp met daarin de waterpartijen en de opgenomen peilen**.

Jan Jelle en Pieter hebben de casus nogmaals doorgelicht en beoordeeld of er dubbelingen zijn in compensatie van demping, of verharding door wel/niet meenemen van greppels, sloten etc in respectievelijk het peilgebied of de boezem.

Daarnaast zijn er vragen gesteld door Bas over de maaiveldberging in Dever-zuid.

Op basis van de resultaten uit de beoordeling en intern overleg zijn we gekomen tot het volgende overzicht:

1	Maaiveldberging	a) De maaiveldberging die benodigd is om het peilvak waarin Dever zuid (nu nog) ligt te compenseren is berekend voor het projectgebied inclusief de ligging van de nieuwe kering (@Bas: er is rekening gehouden met de plangrenzen). b) De benodigde compensatie voor maaiveldberging is gesteld op 4400 m². In de berekeningen van Arcadis is vooralsnog gerekend met 4000 m². c) De berekening van de maaiveldberging is opnieuw beoordeeld en vergeleken met meetgegevens van hevige neerslag in de laatste 10 jaar. Hieruit bleek dat een peilstijging verwacht kan worden tot NAP -0,8 m, en een onzekerheidsbandbreedte van 5 cm. Dit is in lijn met de eerdere bevindingen. De benodigde maaiveldcompensatie blijft daarmee staan op 4400m², passend bij een T100 waterstand van NAP -08 m. d) We constateren overigens dat de tabellen uit het peilbesluit van 2020 mogelijk niet representatief zijn voor de huidige situatie en zich vooral richten op deelgebied OR-1.08.1.1 en OR-1.08.2.1, en niet op het peilvak Zemelpolder OR-1.08.2.2 waarin Dever zuid ligt.
---	-----------------	---

2	Greppels en water op Dever-zuid in de compensatie	We gaan er hier vanuit dat het nu aanwezige oppervlaktewater in Dever zuid niet apart nog hoeft te worden gecompenseerd vanwege demping. Het teruggebrachte volume maaiveldberging wordt immers aangebracht als oppervlaktewater en met de toename van oppervlaktewater in het peilgebied wordt dit voldoende meegenomen om deze eis te kunnen laten vervallen. Deze hoeft dus ook niet op boezemniveau te worden gecompenseerd.
3	Resulterende benodigde compensatie op	De omvang van de waterpartij die gerealiseerd wordt in Dever-zuid is onvoldoende om zowel de maaiveldberging en toename van verharding in het peilvak te compenseren. Ook als de watercompensatie voor demping wegvalt.

	peilvak niveau Dever zuid	Het tekort is 519 m ² (uitgaande van de rekentabel van Arcadis in het ontwerprapport).
4	Benodigde compensatie op boezemniveau Dever zuid	De omvang van de insteekhavens die gerealiseerd worden in Dever - Boezem is voldoende om de gevolgen van toename van verharding in nieuw boezemland Dever-Zuid te compenseren. Er is een overschot van 418 m ² op de eis.
5	Benodigde compensatie op peilvak niveau Geestwater (polder)	Geestwater heeft een groot overschot van 17000 m ² aan watercompensatie voor verharding.

Uiteindelijk is de slotconclusie dat de compensatie in het peilvak Dever zuid net wat krap is en dat in alle andere deelgebieden sprake is van een duidelijke verbetering in waterrobustheid en bergend vermogen.

Het voorstel is om het kleine tekort in compensatie in het peilvak Dever zuid voor lief te nemen en akkoord te gaan met het voorliggende ontwerp.

Vanuit de overwegingen dat:

- Tijdens de ontwikkeling van Dever-zuid is zowel door Rijnland als door Arcadis en gemeente Lisse getracht alle negatieve effecten op het gebied van waterberging op te heffen en veel nieuw water aangebracht.
- De verwachting is dat met een kleine verfijning in het ontwerp van de nieuwe plas in Dever zuid rondom de aansluitende duiker, het tekort nog iets teruggedrongen kan worden
- Door het extra water is meer berging aanwezig voor kleinere buien (grootweg tussen situatie T10 en T50), maar minder bij een T100.
Het uiteindelijke resultaat is dat met de totale compensatie er slechts marginale verschillen in waterstand bij een T100 bui optreden die deels vallen binnen de onzekerheidsmarge van de berekeningen en het berekende representatieve peil.
- Daarbij weegt mee dat Rijnland de compensatie-eis vanuit zijn zorgplicht heeft gesteld, en dat regels met duidelijk handelingsperspectief hiervoor in de keur en uitvoeringsregels ontbreken.
- Het ontwerp is klimaatbestendig door een hoger en flexibel peil en de mogelijkheid om 90 mm te bergen in het plangebied zonder schade.

Hiermee kunnen we meen ik door naar verdere verfijning van het ontwerp en de aandachtspunten rondom aanwezige peilafwijkingen en hoogwatervoorzieningen en ontwerp van stuwen.

Dank allen voor de inzet, expertise en de prettige samenwerking.

Met vriendelijke groet,

Sander van Rooij

Adviseur Waterkwantiteit

06-31111034 sander.Rooij@rijnland.net

Hoogheemraadschap van Rijnland
Archimedesweg 1, 2333 CM Leiden Postbus 156,
2300 AD Leiden
www.rijnland.net

5.2 Beleidsdocumenten

In dit hoofdstuk staat het beleid over water samengevat dat relevant is voor de ontwikkeling. Op basis van dit beleid zijn uitgangspunten voor het ontwerp van het watersysteem vastgelegd.

1. Waterbeleid voor de 21e eeuw, Commissie Waterbeheer, 2000

De Commissie Waterbeheer 21ste eeuw heeft in augustus 2000 advies uitgebracht over het toekomstige waterbeleid in Nederland. De adviezen van de commissie staan in het rapport 'Anders omgaan met water, Waterbeleid voor de 21ste eeuw' (WB21). De kern van het rapport WB21 is dat water de ruimte moet krijgen, voordat het die ruimte zelf neemt. In het Waterbeleid voor de 21e eeuw worden twee principes (drietrapsstrategieën) voor duurzaam waterbeheer geïntroduceerd:

- Vasthouden, bergen en afvoeren: dit houdt in dat overtollig water zoveel mogelijk bovenstrooms wordt vastgehouden in de bodem en in het oppervlaktewater. Vervolgens wordt zo nodig het water tijdelijk geborgen in bergingsgebieden en pas als vasthouden en bergen te weinig opleveren wordt het water afgevoerd.
- Schoonhouden, scheiden en zuiveren: hier gaat het erom dat het water zoveel mogelijk schoon wordt gehouden. Vervolgens worden schoon en vuil water zoveel mogelijk gescheiden en als laatste komt het zuiveren van verontreinigd water aan het bod.

2. Waterwet, Rijksoverheid, 2021

Centraal in de Waterwet staat een integraal waterbeheer op basis van de 'watersysteembenadering'. Deze benadering gaat uit van het geheel van relaties binnen watersystemen. Denk hierbij aan de relaties tussen waterkwaliteit, -kwantiteit, oppervlakte- en grondwater, maar ook aan de samenhang tussen water, grondgebruik en watergebruikers.

Het doel van de waterwet is het integreren van acht bestaande wetten voor waterbeheer. Door middel van één watervergunning regelt de wet het beheer van oppervlaktewater en grondwater en de juridische implementatie van Europese richtlijnen, waaronder de Kaderrichtlijn Water. Via de Waterwet gelden verschillende algemene regels. Niet alles is onder algemene regels te vangen en daarom is er de integrale watervergunning. In deze integrale watervergunning zijn zes vergunningen uit eerdere wetten (inclusief keurvergunning) opgegaan in één aparte watervergunning.

3. Nationaal Waterplan 2016 – 2021

Het NWP (dec. 2015) bevat de hoofdlijnen van het nationale waterbeleid en de daarbij behorende aspecten van het nationale ruimtelijke beleid voor de komende 6 jaar met een vooruitblik richting 2050. Het Nationaal Waterplan geeft op hoofdlijnen aan welk beleid het Rijk voert om te komen tot een duurzaam waterbeheer. Het Nationaal Waterplan richt zich op bescherming tegen overstromingen, beschikbaarheid van voldoende en schoon water en de diverse vormen van gebruik van water. Het geeft maatregelen die genomen moeten worden om Nederland ook voor toekomstige generaties veilig en leefbaar te houden en de kansen die water biedt te benutten.

4. Hoogheemraadschap van Rijnland

De Keur van Rijnland en de Uitvoeringsregels op grond van de keur van het Hoogheemraadschap van Rijnland voor handelingen in het watersysteem bevatten de voorwaarden voor werkzaamheden bij water en bij waterkeringen. De keur is een juridisch document (verordening) waarin het hoogheemraadschap van Rijnland (in het vervolg van dit document 'Rijnland') regels stelt die nodig zijn om binnen het beheergebied waterveiligheid, droge voeten, voldoende oppervlaktewater en schoon oppervlaktewater te bieden.

5. Leidraad Inrichting Openbare Ruimte, Gemeente Lisse

De Leidraad Inrichting Openbare Ruimte (LIOR) van de gemeente Lisse bevat de volgende relevante onderdelen voor de inrichting en toetsing van wateraspecten van de openbare ruimte. In dit document staan de technische eisen die door een organisatie aan de openbare ruimte worden gesteld. Deze eisen hebben onder meer betrekking op de

infrastructuur, het groen, water, speelvoorzieningen etc. Natuurlijk zijn actuele thema's, zoals klimaatadaptatie, circulaire economie en energietransitie aan de LIOR te koppelen.

6. Leidraad Klimaatadaptief Bouwen

Het Leidraad 2.0 is bedoeld als richtlijn voor alle overheden en marktpartijen die een rol spelen in klimaatadaptief ontwikkelen, ontwerpen en bouwen. De vernieuwde leidraad is daarmee een hulpmiddel voor overheden en projectontwikkelaars om snel te bepalen welke middelen gebruikt kunnen worden om klimaatadaptief te ontwikkelen. De leidraad richt zich op de praktische mogelijkheden van de deelnemers van het ontwikkelproces en houdt daarbij zoveel mogelijk rekening met de instrumenten uit de Omgevingswet. Daarnaast zijn de doelen en eisen van de verschillende regio's samengevoegd in een praktijktabel van doelen en eisen.

7. Peilbesluiten

Het voorgenomen ontwikkelingsgebied beslaat 2 verschillende peilbesluiten welke de volgende toelichtingen hebben:

- Peilbesluit Zemelpolder (OR-1.08) – Onderdeel van Watergebiedsplan, Duin & Bollenstreek (2020)
- Peilbesluit Lisserpoelpolder en Rooversbroekpolder (OR-3.34 en OR.3.40) – Onderdeel van Watergebiedsplan Rijnland, Duin & Bollenstreek (2020)

8. Integraal waterketenplan bollenstreek

Het integrale Waterketenplan (iWKp 2021) Bollenstreek is geschreven door de waterpartners binnen het samenwerkingsverband Bollenstreek. De waterpartners zijn de gemeenten Katwijk, Lisse, Noordwijk en Teylingen, het hoogheemraadschap van Rijnland en het drinkwaterbedrijf Dunea. Het iWKp 2021 beschrijft het beleid, de uitvoeringsprogramma's en de kostendekking van deze waterpartners voor de waterketen in de Bollenstreek; drinkwaterproductie en -distributie, riolering en de afvalwaterzuivering. Voor betrokken gemeenten is dit de opvolger van het gemeentelijk rioleringsplan. Vooral voor de omgang met extreme neerslag en met grondwater geeft dit plan richting.

9. Methode Duurzame Gebiedsontwikkeling (DGO, 2019)

Voor de gemeenten Hillegom, Lisse en Teylingen heeft de ambtelijke werkorganisatie HLTsamen de Methode Duurzame gebiedsontwikkeling ontwikkeld en vastgesteld. Doel is op een uniforme wijze ambitieniveaus voor ruimtelijke ontwikkelingen vast te stellen, waarbij de methode duurzaamheid zichtbaar, meetbaar en werkbaar maakt. Voor ontwikkelingen kan met hulp van deze methode voor zes thema's (duurzame energie, circulaire economie, natuur en milieu, water- en klimaatadaptatie, duurzame mobiliteit en sociale duurzaamheid) een ambitieniveau (Basis, Extra en Ambitieuus) vastgesteld worden.

Voor specifiek ontwikkeling Geestwater zijn met hulp van deze methode voor verschillende aspecten binnen deze thema's de ambitieniveaus vastgesteld. Deze waterparagraaf beperkt zich tot het thema water- en klimaatadaptatie. Met het uitvoeren van stresstesten op het DO van het stedenbouwkundig plan wordt bepaald in hoeverre de ambities worden gehaald.

Voor het aspect Wateroverlast is het doel gesteld op ambitie "extra", maar tevens is onderzocht in hoeverre ambitie "ambitieuus" technisch en financieel haalbaar is. Ambitieniveau "extra" gaat uit van een berging van 50 mm/u en "ambitieuus" gaat uit van 70 mm/u.

Voor het aspect Droogte is het doel ambitie "extra" en is de haalbaarheid van ambitie "ambitieuus" onderzocht. De doelstelling voor ambitie "extra" ligt op infiltratie van 60% van de jaarlijks neerslag in de openbare ruimte en voor ambitie "ambitieuus" ligt deze op 80%.

Het doel voor aspect Hitte ligt voor deze ontwikkeling op ambitie "ambitieuus". De hiermee verband houdende maatregelen zijn schaduw/groene daken in de optie sfeer zonder verplichting, halfverharding en begroeiing, open plekken en watervoorzieningen door het hele gebied heen.

De ambitie voor het aspect Overstromingen ligt op niveau "extra". Dit houdt in dat waterstanden tot 30 cm boven de weg niet leiden tot schade aan gebouwen en wegen.

5.3 Grondwatermodel en berekende grondwaterstanden voor huidige en toekomstige situatie Geestwater

Uitgangspunten voor huidige situatie

- Gebruikte modelsoftware: Groundwater Vistas 8 (rekencode MODFLOW2005)
- Layout huidige watersysteem volgens vigerende legger
- Bodemopbouw en verticale doorlatendheden volgens Dinoloket (Regis II, v2.2.1), waarbij aangenomen horizontale doorlatendheid 50% is van de verticale doorlatendheid.
- Waterpeilen volgens vigerende peilbesluiten

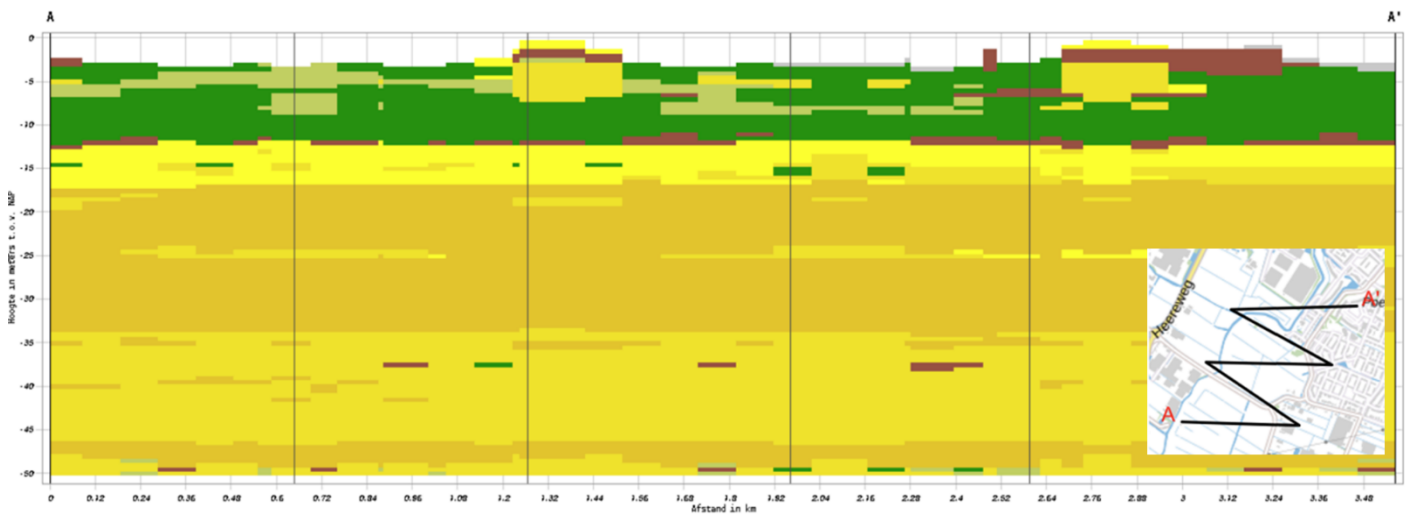
Uitgangspunten voor de toekomstige situatie

- Voor de ophoging van Geestwater wordt grond uit de bovenlaag gebruikt dat vrijkomt bij het graven van het oppervlaktewater.
- Voor de layout van de toekomstige situatie en vloerpeilen is het DO van het stedenbouwkundig plan gebruikt (DOSP)
- Ontwerphoogte plangebied is gemiddeld NAP- 2,20 m
- De landschapsvingers zijn voorzien van wadi's.
- Onder wegen en in wadi's wordt drainage toegepast. Noodzaak hiertoe was al met handmatige berekeningen aangetoond.
- Het oppervlaktewater van Geestwater heeft een streefpeil van NAP-3,77 m. Dit is ook het instelpeil voor de drainage.
- Het model houdt nog geen rekening met toepassing van drainage onder de verdiepte parkeerplaatsen.
- De grondwaterstanden worden getoetst aan de eisen voor de ontwateringsdiepte van wegen en woningen:
 - Wegen: 70 cm beneden maaiveld
 - Woningen: 70 cm beneden onderkant vloer (vloerdikte is 36 cm)

Bodemopbouw en doorlatendheid

De bodemopbouw in Geestwater volgens het Dinoloket voor de huidige situatie is onderstaand weergegeven en verwerkt in het model.

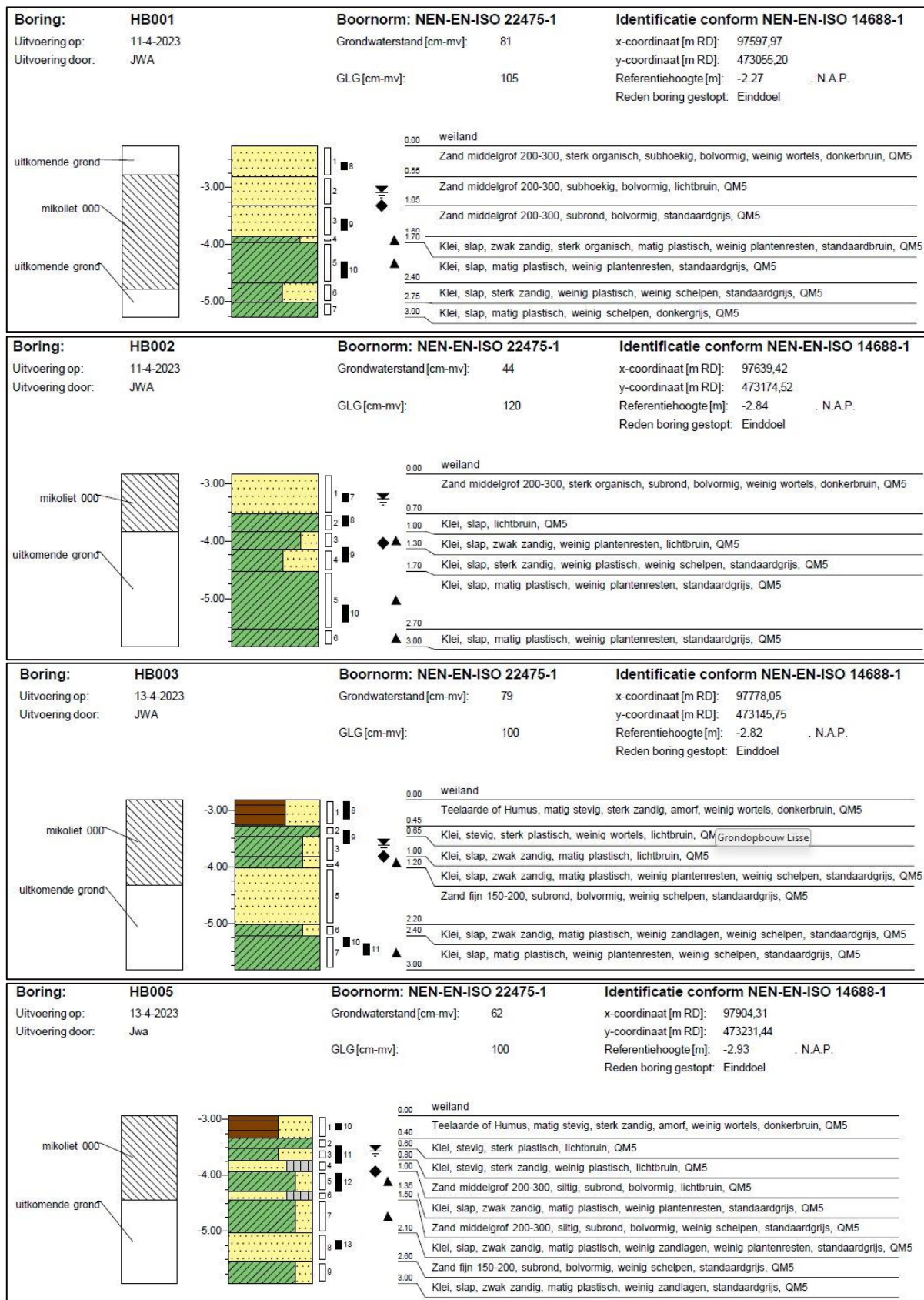
Modellaag	Geologische eenheid	Lithologie	Diepte van	Diepte tot	Horizontale (kh) doorlaatfactor	Verticale (kv) doorlaatfactor
[-]	[-]	[-]	[m NAP]	[m NAP]	[m/dag]	[m/dag]
1	Bovenlaag	Matig grof zand met kleiresten	Bestaand -5	-5	15	7,5
2	Holoceen	Klei	-5	-8,5	0,1	0,05
3	Holoceen	Klei	-8,5	-12	0,2	0,1
4	Boxtel	Fijn zand	-12	-15	3	1,5
5	Kreftenheye	Grof zand	-15	-32	50	25
6	Urk	Grof zand	-32	-48	30	15
7	Sterksel	Grof zand	-48	-55	30	15
-	Waalre klei	GHB				



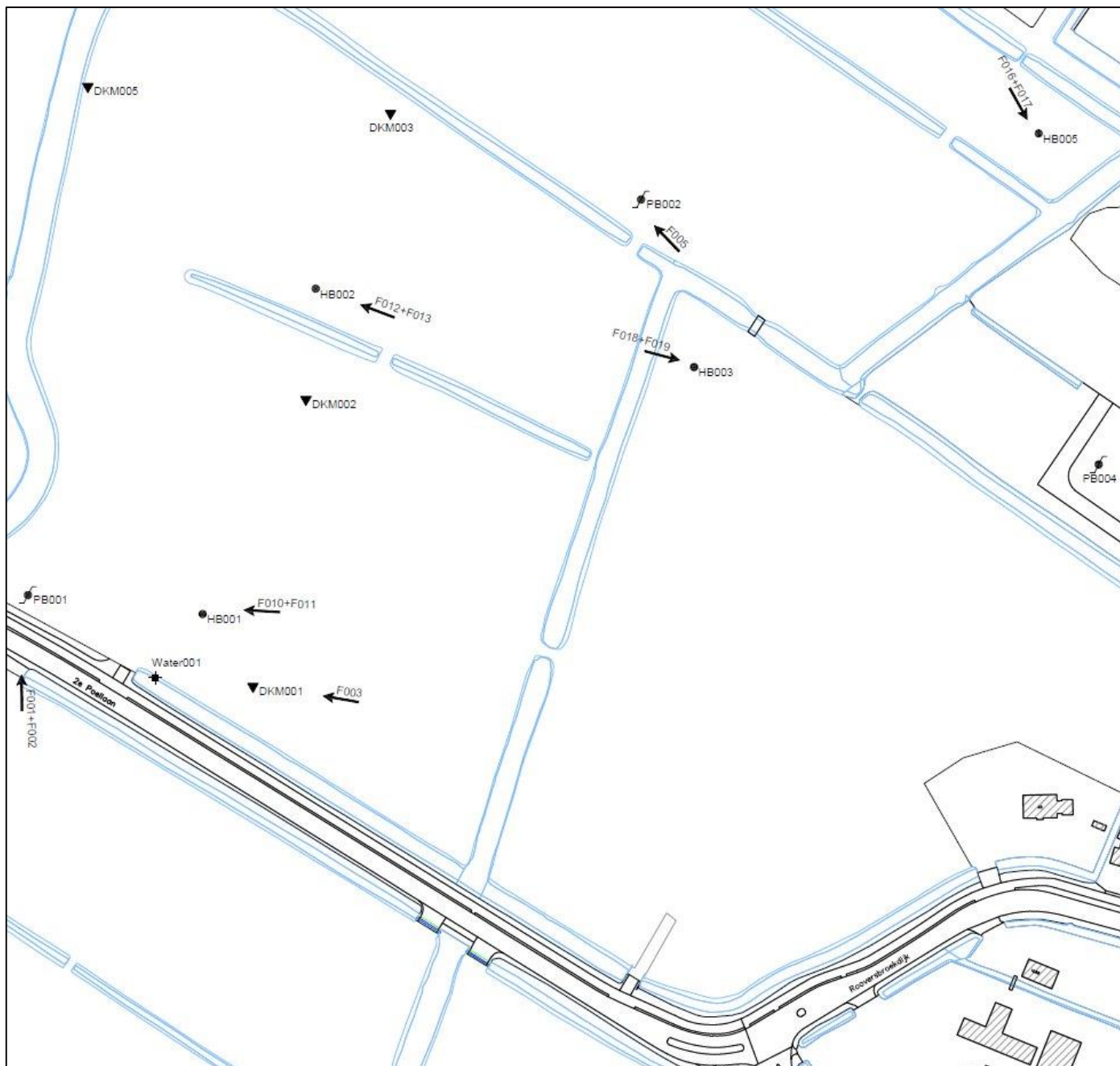
Toelichting gehanteerde verticale doorlatendheid (kv) en horizontale doorlatendheid (kh) bovenlaag

- De bovenlaag (0 tot 5 m – mv) bestaat uit matig grof zand met lokale verstoringen door klei. Onder deze laag bevindt zich tussen 5m –mv en 12 m-mv klei. De ontwateringsdiepte wordt hierdoor vooral beïnvloed door de grondwaterstromingen in de bovenlaag. De verticale en horizontale doorlatendheid (kv en kh) worden bepaald door de samenstelling van de grond zijn van grote invloed op de optredende grondwaterstanden.
- De laag van fijn zand (tussen 12 en 15 m –mv) heeft een doorlatendheid van $kh=3$ m/dag.
- De diepere lagen (beneden 15 m – mv) met grof zand hebben een doorlatendheid $kh=50$ m/dag.
- Volgens het grondwaterzakboekje van B. Bot geldt voor matig grof zand een k-waarde van 30 m/dag. 50 % verstoringen door klei zorgen voor een reducering van de k-waarde. Op basis van voorgaande: een $kh=15$ m/dag en $kv=7,5$ m/dag is representatief voor de bovenlaag.

De bodemopbouw volgens het Dinoloket is vergeleken met ter plaatse uitgevoerde grondboringen. De boorprofielen en locaties van de boringen zijn onderstaand afgebeeld. De boorprofielen komen op hoofdlijn overeen met de gegevens uit het Dinoloket.



Locatie boorprofielen:



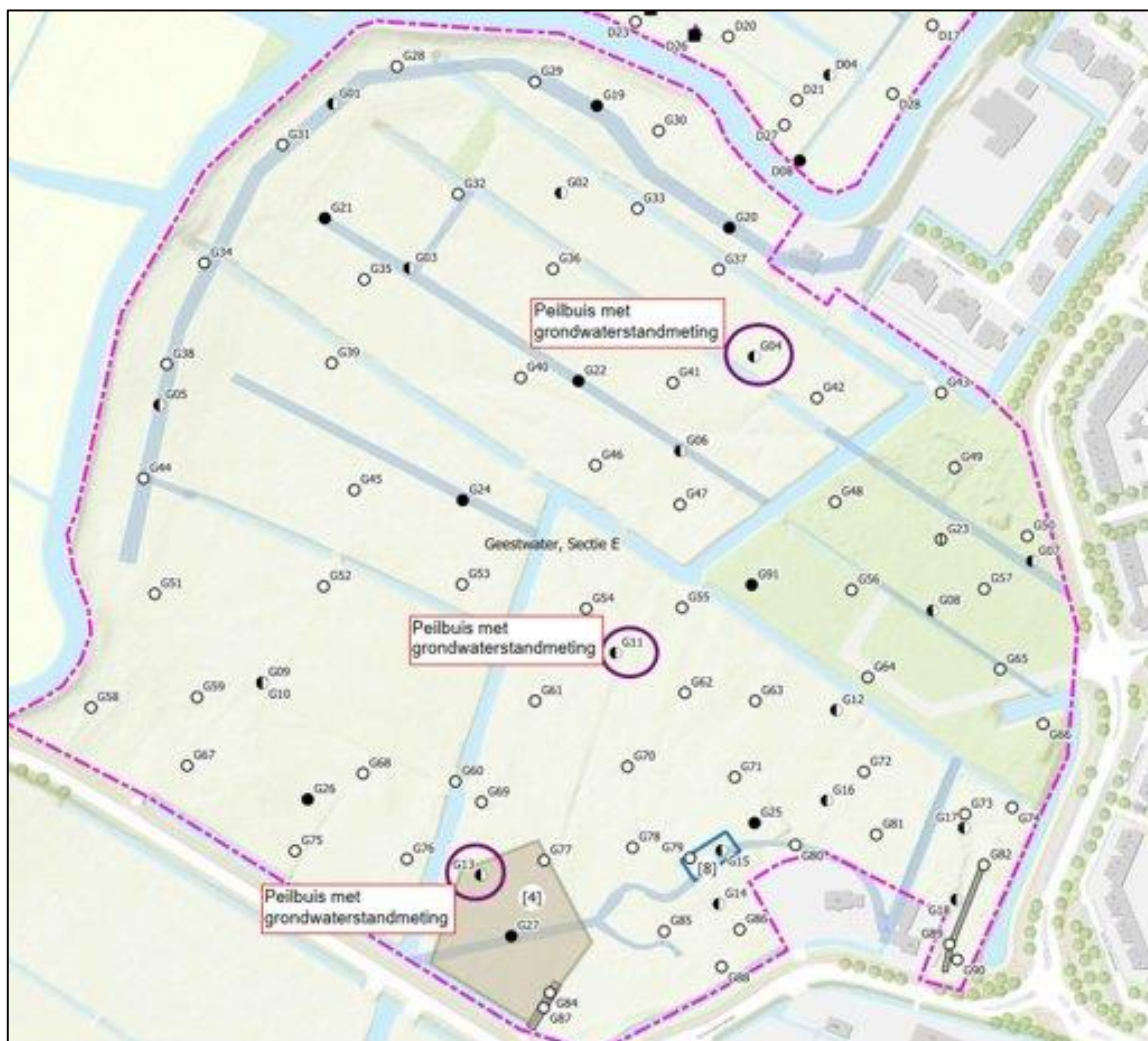
Gemeten grondwaterstanden

Aveco de Bondt heeft tijdens een voorstudie voor ontwikkeling Geestwater peilbuizen geplaatst met filters in het freatisch pakket. Voor de periode november 2021 t/m augustus 2022 zijn grondwaterstanden beschikbaar. De locaties van de peilbuizen en gemeten grondwaterstanden zijn onderstaand weergegeven. Deze grondwaterstanden zijn gebruikt om de met het model berekende grondwaterstanden te valideren.

Het grondwatermodel rekent stationair, dus de berekende grondwaterstanden zijn gemiddelden en dienen dus vergeleken te worden met de gemiddelde grondwaterstanden. In de winter treden de hoogste grondwaterstanden op, dus deze worden vergeleken. De waargenomen wintergemiddelden zijn:

G04 = NAP-3,5 m; G11 = NAP-3,3 m en G13 = NAP-3,2 m

Locaties peilbuizen:

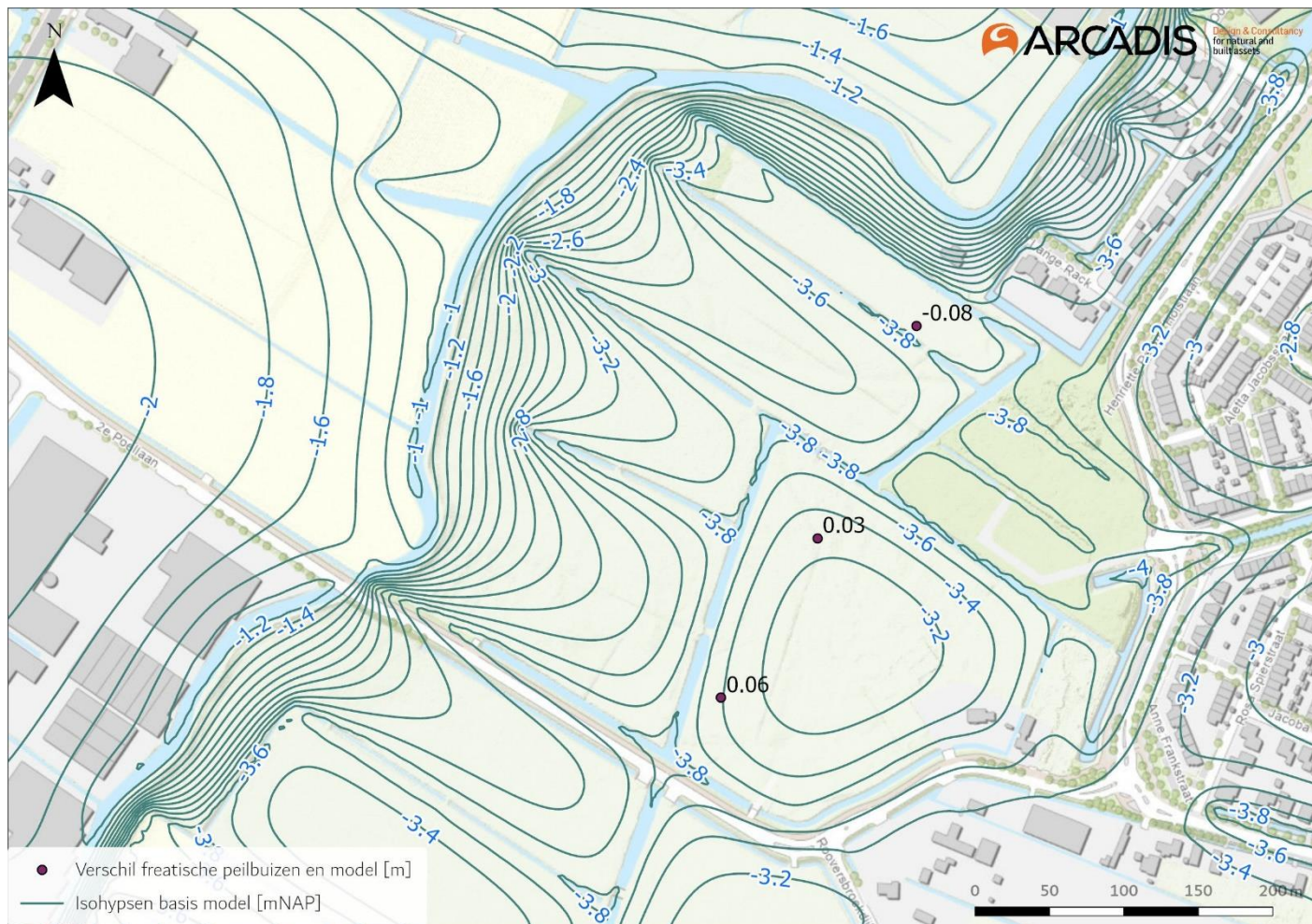


Gemeten grondwaterstanden:



Berekende grondwaterstanden en vergelijk met metingen huidige situatie

De met het model voor de huidige situatie berekende grondwaterstanden zijn onderstaand weergegeven.



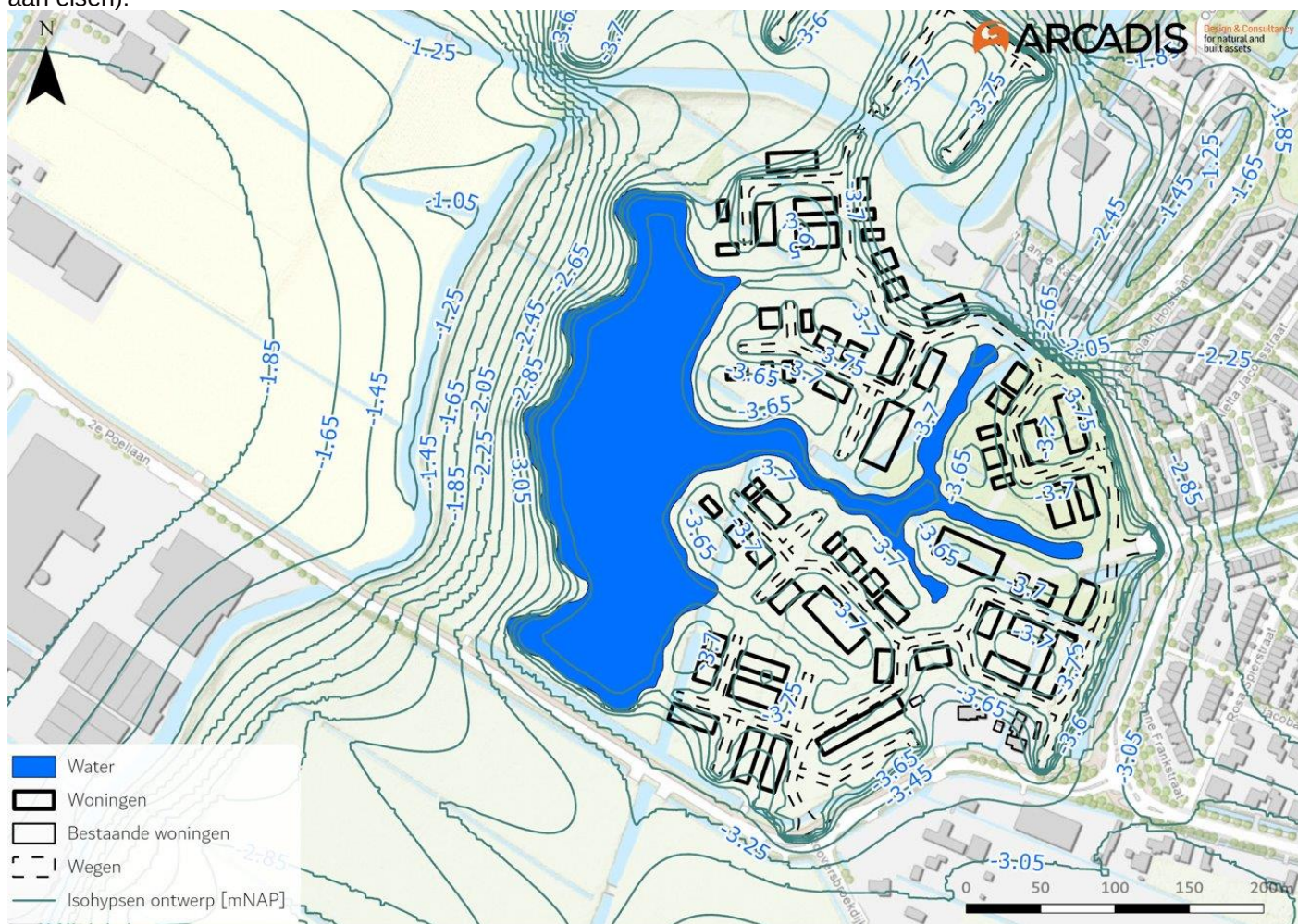
In de kaart is ter plaatse van de peilbuizen het verschil tussen berekende en gemeten grondwaterstanden aangegeven. Deze verschillen zijn tussen +6 cm en -8 cm (positief verschil betekent hoger berekend dan gemeten en vice versa).

Op basis van deze controle stellen we de nauwkeurigheid van het grondwatermodel op 10 cm. Dit is voor dit soort modellen acceptabel.

Berekende grondwaterstanden toekomstige situatie

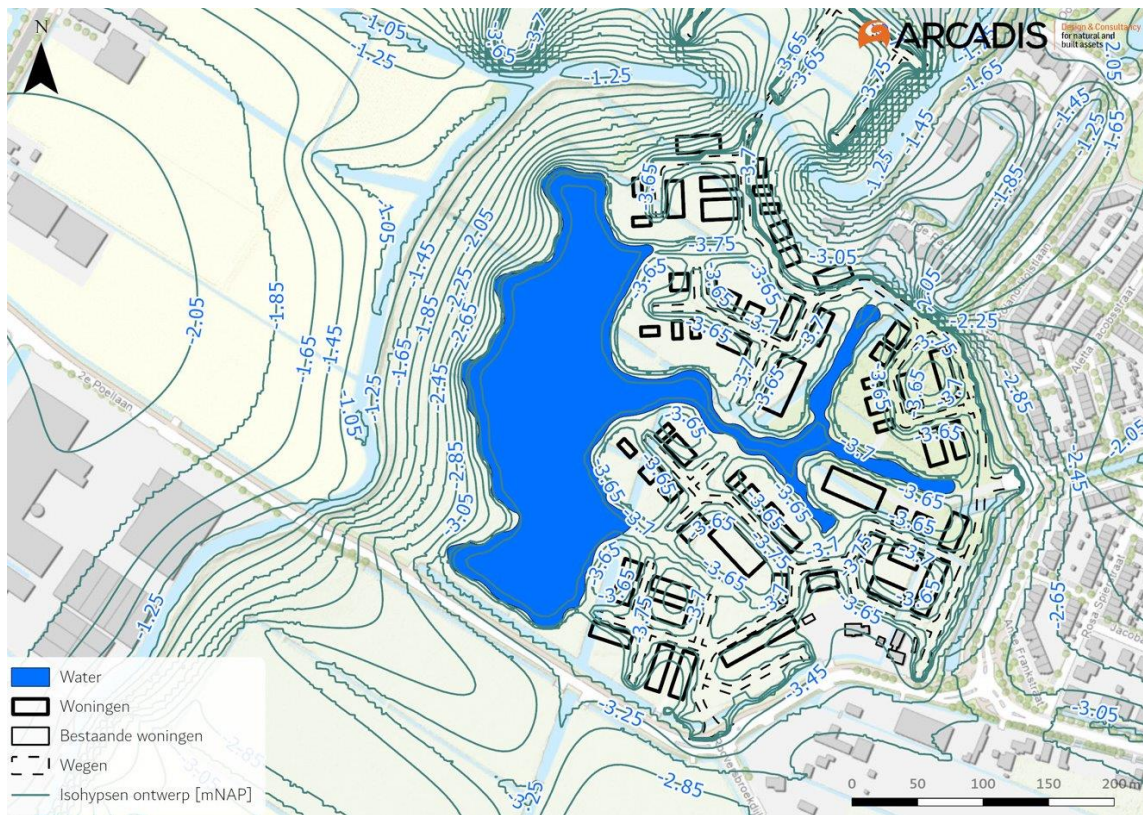
Voor de toekomstige situatie volgens het DOSP zijn met het grondwatermodel de grondwaterstanden berekend. Hierbij zijn de uitgangspunten gehanteerd zoals in deze bijlage aangegeven.

Berekende grondwaterstanden toekomstige situatie met $K_h=15$ m/dag en $K_v=7,5$ m/dag (Basismodel voor toetsing aan eisen):

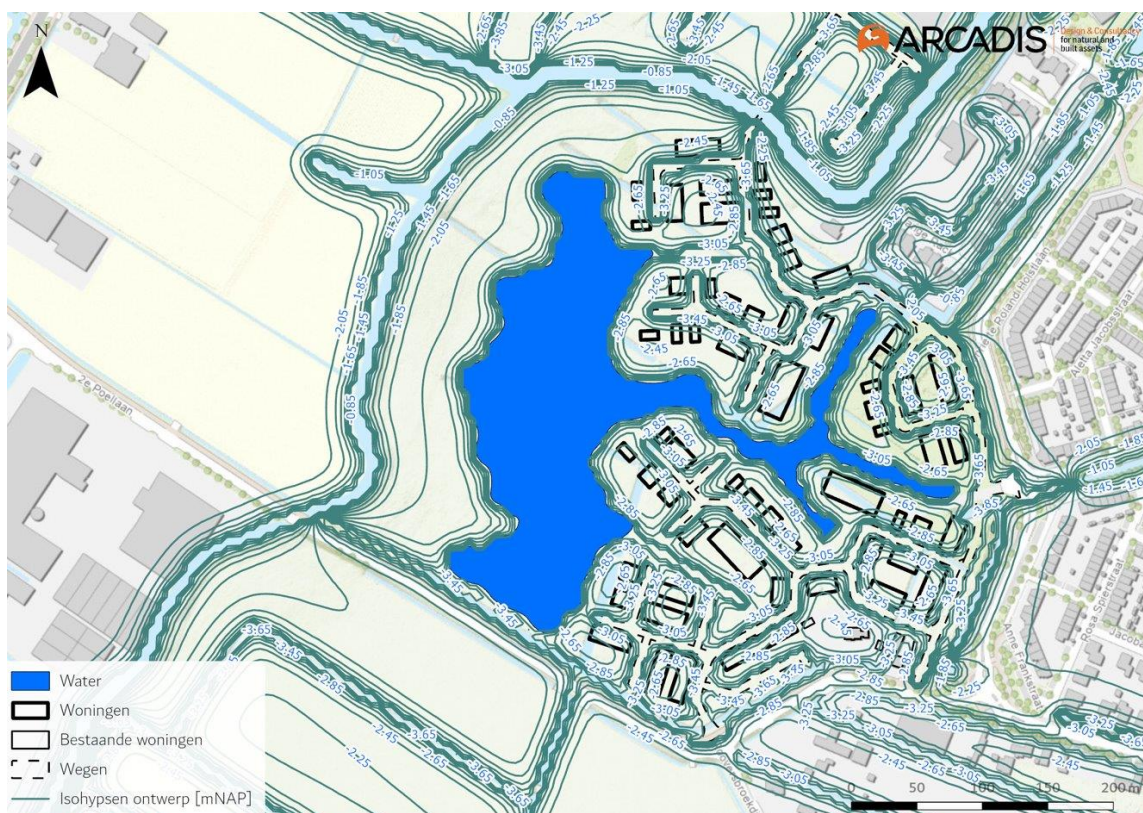


De doorlatendheid van de bovenlaag heeft een relevante invloed op de grondwaterstanden. Ter illustratie hiervan is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Hiertoe zijn berekeningen gemaakt met voor de bovenlaag doorlatendheden $K_h=7,5$ m/dag en $K_v=3,75$ m/dag (fijn zand) en voor de bovenlaag doorlatendheden van $K_h=0,2$ m/dag en $K_v=0,1$ m/dag (klei).

Berekende grondwaterstanden toekomstige situatie met $K_h=7,5$ m/dag en $K_v=3,75$ m/dag (gevoeligheidsanalyse 1):



Berekende grondwaterstanden toekomstige situatie met $K_h=0,2$ m/dag en $K_v=0,1$ m/dag (gevoeligheidsanalyse 2):



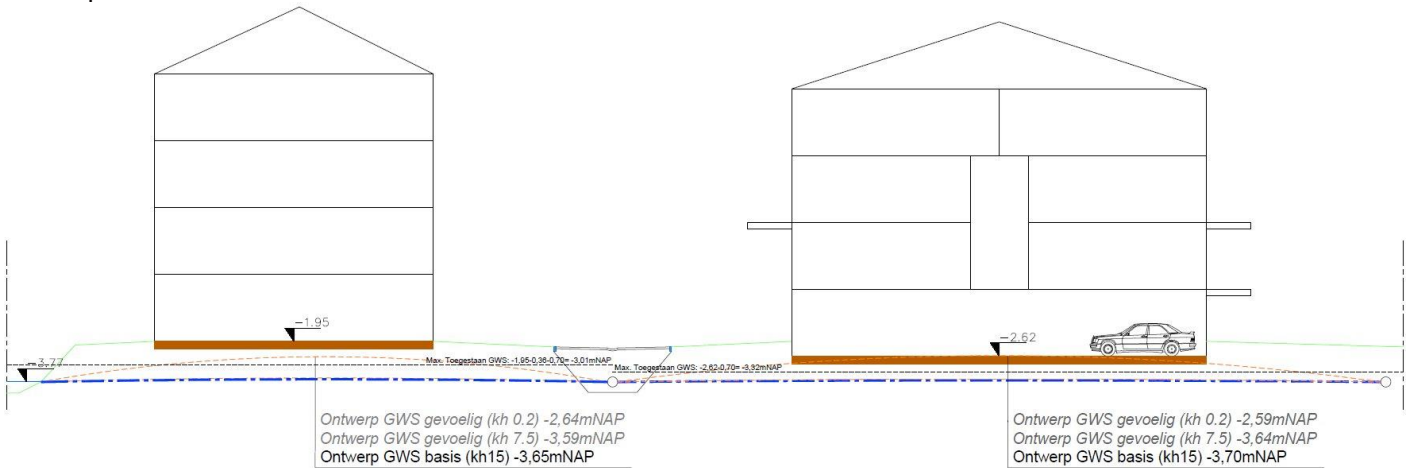
Toetsing toekomstige situatie aan eisen ontwateringsdiepte

De met het basismodel berekende grondwaterstanden zijn getoetst aan de eisen voor de ontwateringsdiepte. In de maatgevende principeprofielen zijn de toetsresultaten weergegeven. Ook zijn hierin als worst case de uit de gevoeligheidsanalyse berekende hogere grondwaterstanden weergegeven.

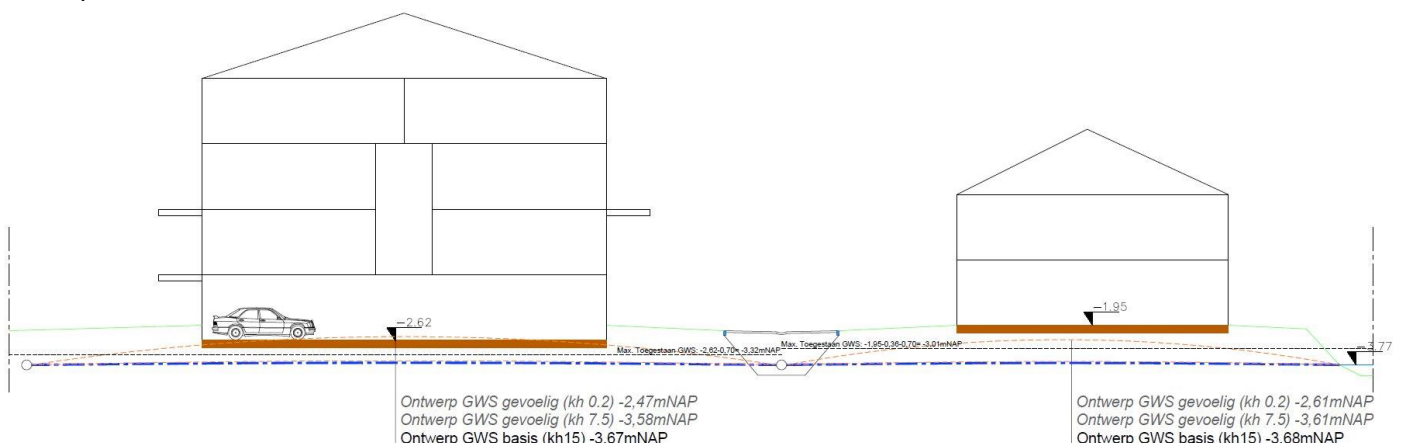
Locatie dwarsprofielen 1 en 2 geprojecteerd over grondwaterstanden uit basismodel ($K_v=15$ m/dag en $K_h=7,5$ m/dag):



Dwarsprofiel 1:



Dwarsprofiel 2:



Locatie dwarsprofiel 3 geprojecteerd over grondwaterstanden uit basismodel (Kv=15 m/dag en Kh=7,5 m/dag):



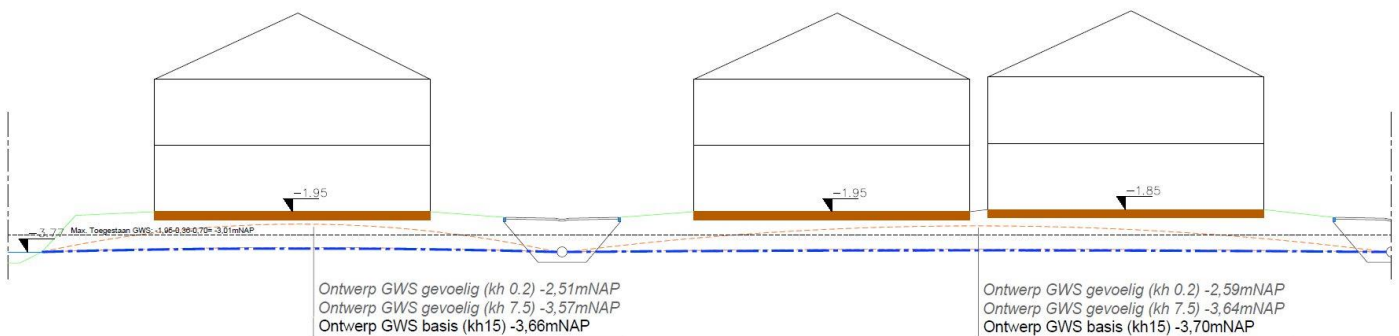
Dwarsprofiel 3:



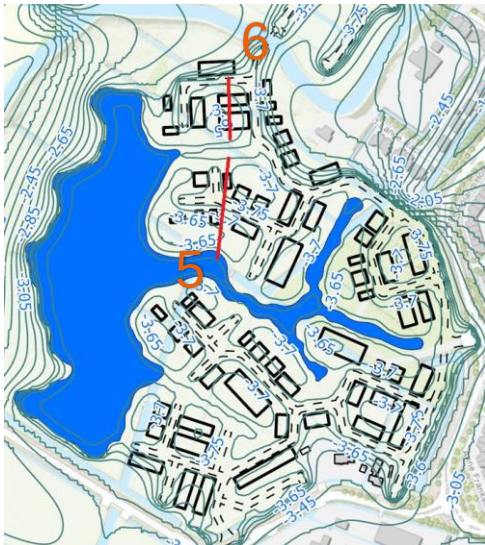
Locatie dwarsprofiel 4 geprojecteerd over grondwaterstanden uit basismodel ($K_v=15$ m/dag en $K_h=7,5$ m/dag):



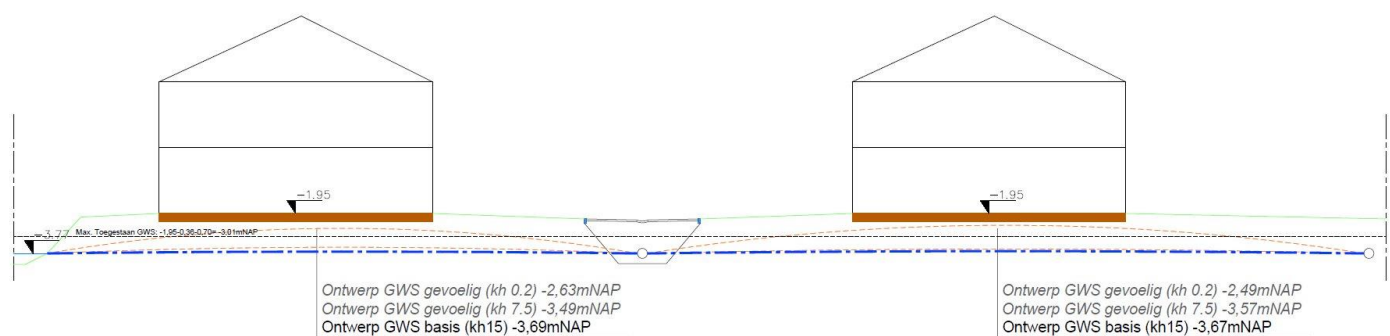
Dwarsprofiel 4:



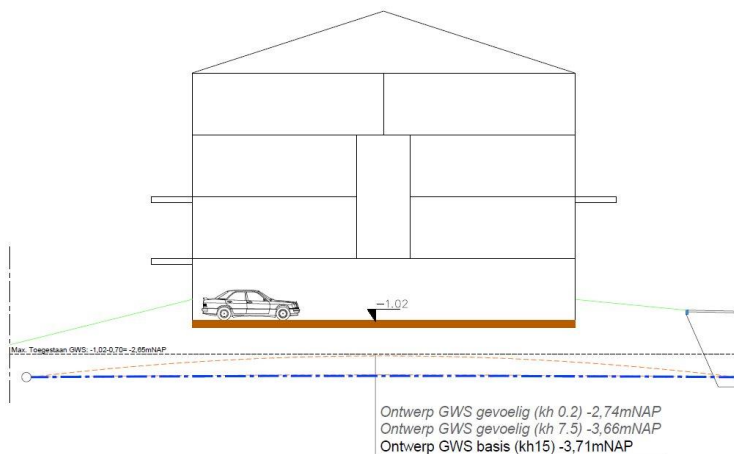
Locatie dwarsprofielen 5 en 6 geprojecteerd over grondwaterstanden uit basismodel ($K_v=15$ m/dag en $K_h=7,5$ m/dag):



Dwarsprofiel 5:



Dwarsprofiel 6:



Conclusies

- O.b.v. modelvalidatie met gemeten grondwaterstanden: nauwkeurigheid model is +/- 10 cm.
- Op basis van de beschikbare sonderingen en boringen is vastgesteld dat de Horizontale (kh) doorlaatfactor binnen Geestwater 15 m/dag bedraagt. Het grondwatermodel toont aan dat, bij ontwerphoogte van -2,20m, deze voldoet aan de gesteld ontwateringseis van de gemeente. Bij een ongunstiger aanname van een Horizontale (kh) doorlaatfactor van 7,5 m/dag wordt volgens het grondwatermodel, bij een ontwerphoogte van -2,20 m ook voldaan aan de gestelde ontwateringseis van de gemeente.
- Bij een worst case aanname van een $kh=0,2$ m/dag wordt niet voldaan aan de ontwateringseis. Deze worst case geldt voor 100 % klei en is hier gezien het geotechnisch onderzoek niet aannemelijk.
- De formule van Hooghoudt heeft in een eerder stadium al aangetoond dat Dever-zuid ruim voldeed aan de opbollingseis. Gezien de symetrie van Dever-Zuid is het geohydrologisch functioneren eenvoudiger te modelleren met de formule van Hooghoudt dan Geestwater. Eventueel aanvullende berekeningen met een grondwatermodel zullen naar verwachting niet leiden tot een andere conclusie voor Dever Zuid.
- Het toepassen van drainage onder de parkeergarages is op basis van deze berekening niet benodigd. Aangezien de marge niet ruim is en het later alsnog aanleggen van drainage niet wenselijk is, adviseren wij ondanks het rekenresultaat wel drainage toe te passen.

Colofon

WATERHUISHOUDKUNDIGPLAN GEESTWATER

AUTEURS

Bas Agerbeek, Louie Hopewell, Astrid Aukema

ONZE REFERENTIE

X72X2F5KCPFK-356542145-1229:1

DATUM

14 april 2023

STATUS

Concept

GECONTROLEERD DOOR

Rick Gerritsen, Vincent de Vries

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende ontwerp- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij helpen onze klanten en de maatschappij met doeltreffende, duurzame en digitale oplossingen. Wij zijn met 36.000 mensen actief die in ruim zeventig landen meer dan €4,2 miljard aan omzet genereren. Wij helpen UN-Habitat met onze mensen, die kennis en expertise leveren om de moeilijke leefomstandigheden te verbeteren in gebieden die lijden onder de gevolgen van klimaatverandering.

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 56825
1040 AV Amsterdam
Nederland

T +31 (0)88 4261 261

Arcadis. Improving quality of life

Volg ons op



[Arcadis](#)



[arcadis_nl](#)



[ArcadisNetherlands](#)