

Inleiding

Pasgeld-West wordt ontwikkeld voor wonen en bedrijvigheid, waarin de ontwikkeling van duurzaam gebouwde woningen en het aanleggen van bedrijventerreinen is voorzien. De rest van het plangebied zal bestaan uit groen en water. Eén van de onderdelen van de ontwikkeling is het realiseren van een robuust en beheersbaar watersysteem. Om dat te realiseren wordt als uitgangspunt gehanteerd dat de peilstijging die eens in de 100 jaar kan optreden, niet door de ontwikkeling van Pasgeld-West en de klimaatverandering verslechterd.

Bij de ontwikkeling van Pasgeld-West wordt het verhard oppervlak groter dan in de oorspronkelijke situatie. Om ongewenste vergroting van de peilstijgingen bij hevige neerslag te voorkomen, is compensatie in waterberging noodzakelijk.

Toepassing Watersleutel

Voor het bepalen van de benodigde waterberging is in eerste instantie gebruik gemaakt van de Watersleutel van het Hoogheemraadschap Delfland om een inschatting te maken. Die watersleutel is een beleidstool van Delfland voor het bepalen van de wateropgave voor de compensatie van nieuw verhard oppervlak. Als uitgangspunt wordt hierbij gehanteerd dat de peilstijging die eens in de 100 jaar kan optreden, niet door de ontwikkeling van Pasgeld-West en de klimaatverandering verslechterd. Er wordt uitgegaan van de maximaal toegestane peilstijging in het gebied van 36 cm (uitkomst uit de watersysteemanalyse Plaspoel- en Schaaeweipolder uit 2021 (WSA)) en als uitgangssituatie is de oorspronkelijke situatie van 2015 gebruikt, voordat de kassen in het gebied werden gesloopt.

De Watersleutel is echter niet geschikt voor toepassing voor grootschalige ontwikkelingen. Er wordt bijvoorbeeld geen rekening gehouden met verlies van onverhard oppervlak door toevoeging van extra oppervlaktewater, met maaiveldberging in de oorspronkelijke situatie (situatie 2015), met verandering van de grondsoort in de bovenste laag bij herinrichting of met ander gedrag van buien bij andere oppervlaktes verhard en open water.

Daarom is voor het gebied van Pasgeld-West en de omgeving een hydrologisch model gemaakt om het effect van de ontwikkeling op de waterstanden te berekenen bij diverse intensiteiten van neerslag, dat beter inzichtelijk te maken en de benodigde hoeveelheid waterberging nauwkeuriger te bepalen. Het voorlopige stedenbouwkundige ontwerp van januari 2023 is met dit model doorgerekend. In Figuur 1 is het voorlopige ontwerp van november 2022 weergegeven.



Figuur 1: Voorlopig ontwerp Pasgeld-West, november 2022

In tabel 1 zijn de oppervlaktes van Pasgeld-West voor de situatie 2015 en toekomstige situatie opgenomen die voor de berekeningen zijn gebruikt. De bronbestanden hiervoor zijn:

- Situatie 2015 welke is samengesteld met AHN3 (2014) en BGT 2015
- Toekomstige situatie samengesteld met het ontwerp januari 2023 van Pasgeld West

| | Oorspronkelijk situatie (2015) | Voorlopig ontwerp november 2022 | Vershil |
|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------|
| Verhard (m ²) | 66.146 | 108.734 | 42588 |
| Onverhard (m ²) | 131.120 | 78.277 | -52843 |
| Openwater (m ²) | 13.770 | 24.024 | 10255 |
| Totaal (m²) | 211.035 | 211.035 | 0 |

Tabel 1: verharding en open water Pasgeld-West in 2015 en na ontwikkeling

Hierbij is voor de berekeningen uitgegaan van de volgende verhardingsgraden:

| | verhard | onverhard | openwater |
|--------------------------------|---------|-----------|-----------|
| Schoffel | 15% | 85% | 0% |
| Grondgebonden | 85% | 15% | 0% |
| Dekwoningen | 100% | 0% | 0% |
| Bebo | 100% | 0% | 0% |
| Appartementen | 100% | 0% | 0% |
| School | 100% | 0% | 0% |
| Parkeren Binnenhof* | 75% | 25% | 0% |
| Bedrijventerrein | 100% | 0% | 0% |
| Groen | 0% | 100% | 0% |
| Water inclusief bruggen | 0% | 0% | 100% |
| Rijweg | 100% | 0% | 0% |
| Parkeren halfopen verharding** | 50% | 50% | 0% |
| Voetpad | 100% | 0% | 0% |
| Fietspad | 100% | 0% | 0% |

* 50% van parkeren binnenhof wordt halfopen verharding

** Alle publieke parkeerplaatsen worden halfopen verharding

Hydrologische berekeningen

De nieuwe inrichting is getoetst met behulp van drie hydrologische modellen:

- Situatie 2015
- Ontwikkeling van Pasgeld-West zonder extra berging in Pasgeld-Oost.
- Ontwikkeling van Pasgeld-West met 5000 m² extra berging in Pasgeld-Oost.

Als basis hiervoor is een uitsnede gebruikt vanuit het WSA-model van de Plaspoel- en Schaapsweipolder (2021). Op basis van de maximaal berekende peilstijging van de modellen met ingericht Pasgeld-West kan teruggerekend worden wat de minimale hoeveelheid open water als berging benodigd is voor de compensatie van nieuw verhard oppervlak.

Schematisatie

Het WSA-model is uitgeknipt om een eerlijke vergelijking te maken tussen de oorspronkelijke situatie (2015) en de toekomstige situatie. Door het deelmodel kan worden vergeleken wat de invloed is van alleen de ontwikkeling van Pasgeld-West zonder invloeden van buiten het gebied. Daardoor ontstaat er een eerlijk beeld of de ontwikkeling een positief of negatieve invloed heeft op de waterpeilen.

Door de uitgangssituatie om te zetten naar 2015 in plaats van 2020 en door het uitsnijden van het model, zijn de berekende waterpeilen niet te vergelijken met de peilen uit de WSA. De bedoeling is om aan te tonen dat de berekende peilstijging van de ontwikkeling bij t100 geen verslechtering geeft ten opzichte van 2015. Als dat het geval is, zal dat ook geen verslechtering geven op de peilen als de ontwikkeling in het gehele model zou worden verwerkt.

De rekentijd van het model neemt door het uitsneden ook sterk af.

Bij de schematisatie is gebruik gemaakt van dezelfde verhardingsgraden als bij de toepassing van de Watersleutel.

Schematisatie situatie 2015

- Het WSA model is aangepast naar de situatie van 2015.
- Het gerioleerde gebied is nu volledig verwerkt in het model als verhard oppervlak. Het gebied dat in het WSA model gemodelleerd is als gerioleerd gebied, is in dit model als volledig verhard oppervlak meegenomen dat afwaterd op het oppervlaktewater. Dit om een correcte vergelijking te maken met de toekomsituatie en om afwaterende oppervlakken per afwateringseenheid correct in het model te verwerken.
- Gerioleerd verhard gebied ligt alleen buiten het plangebied.
- In het WSA-model stond deels ongerioleerd verhard gebied in het model als 50% verhard, 50% onverhard. Ongerioleerd gebied is in het aangepaste model meegenomen als volledig verhard.
- De spoorzone is nauwkeuriger in het model verwerkt. De volledige spoorwatergang is als streng verwerkt en in het model opgenomen. De daarvoor in het WSA-model opgenomen waterberging is uit het model verwijderd.
- In het WSA model stond de tunnelbak bij Laan van het Haantje in het model als Storage. Deze is uit het model verwijderd. In 2015 is er nog geen tunnelbak. Daarnaast wordt er nu gewerkt met het AHN3 (2014) ipv het AHN4 (2020) in het WSA-model.
- Duiker 41201016 is aangepast van 200 mm naar 600mm. Uitgegaan is dat dit een tijdelijke duiker is en daarom niet voldoet aan beleid Delfland. In het WSA-model zorgde deze duiker voor opstuwning en zou een vertekend beeld geven van de uitgangssituatie.
- Verbetering van het WSA-model voor de situatie 2015. Hiervoor zijn enkele watergangen die in het WSA-model vanwege de aanleg van Laan van 't Haantje al gedempt waren in het model opgenomen en zijn enkele nieuw aangelegde watergangen in de periode 2015-2020 uit het model verwijderd.
- Met behulp van BGT 2015 en AHN3 is de maaiveldberging in situatie 2015 aangepast.
- De spoorloot van Prorail heeft een oppervlakte van 4075 m².
- Stuwen bij De Schoffel zijn aangepast naar NAP -1.2 m. Uit de eerste berekeningen blijkt dat de onderbemaling invloed heeft op de berekeningsresultaten. De damhoogtes van de onderbemaling liggen rond het t100 peil. Het maakt dan uit of de onderbemaling bij de zwaarste buien net wel of net niet onderloopt. In plaats van te kijken naar het effect van de ontwikkeling van Pasgeld-West op de waterpeilen, worden de model-resultaten door het wel of niet onderlopen van de onderbemaling beïnvloed. Daarom is ervoor gekozen de onderbemaling zowel in de situatie 2015 en de toekomstige situatie onder te laten lopen.

- Het debiet van het gemaal op het gebied is gesteld op 0.120 m³/s en is afgeleid op basis van de verhouding van de totale bemalingscapaciteit van de polder en het oppervlak van de afwateringseenheden die in het uitgeknipte model zit.
- Het aan- en afslagpeil van het gemaal is gezet op respectievelijk NAP -1.25 m en NAP -1.30 m.
- Het oppervlak van de geïsoleerde sloot in Pasgeld-Oost is van het oppervlak waterberging en openwater afgehaald en als onverhard oppervlak toegevoegd.

Schematisatie situatie toekomst

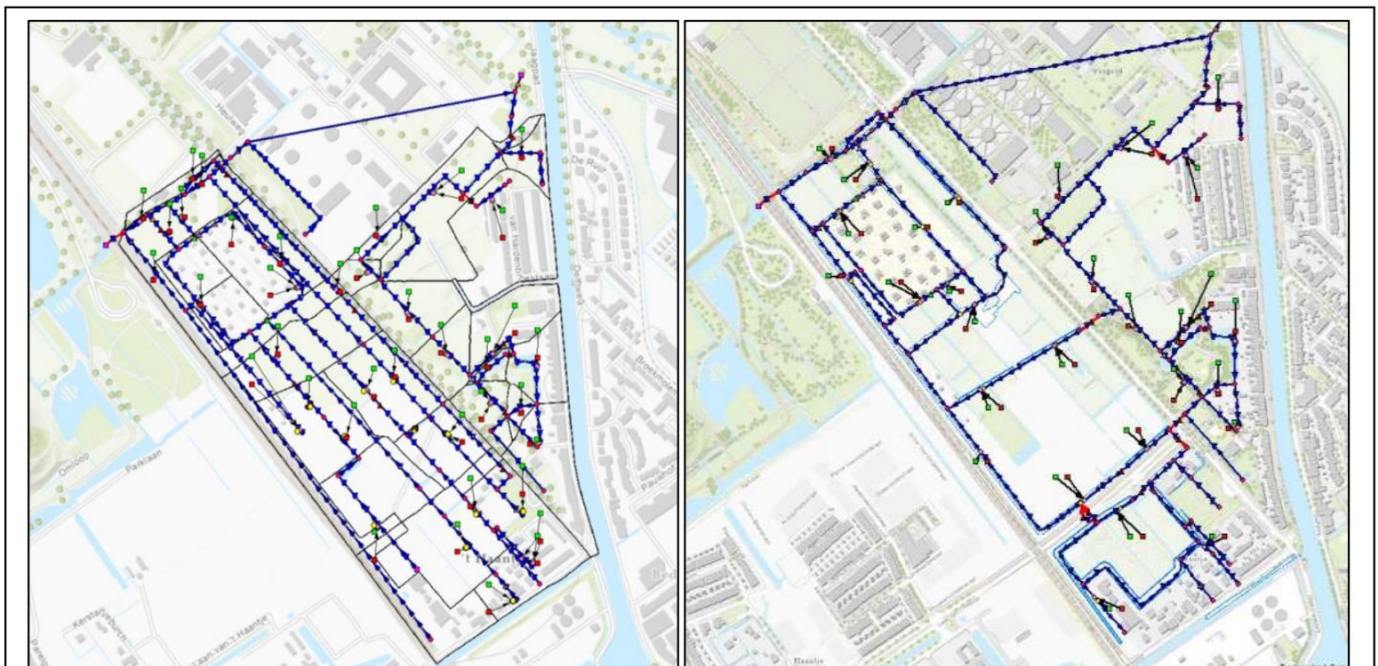
De schematisatie van het model is gebaseerd op het ontwerp van Pasgeld-West van november 2022.

Voor het model van Pasgeld-West zijn binnen de gestelde eisen uit de beleidsregels de volgende uitgangspunten voor de aan te leggen profielen gehanteerd:

- Minimale breedte watergangen: 6 meter breed;
- Diepte watergangen: 1 meter ongeacht de breedte;
- Bodembreedte 0,5 meter;
- Talud: bij watergangen breder dan 6,5 m: ten minste 1:3 of flauwer. Bij watergangen tussen 6,5 en 6 m breedte in wordt het onderwater talud steiler tot maximaal 1:2 of wordt gewerkt met beschoeiing.
- De profielen lopen boven het waterpeil door tot aan het maaiveld. Uitgangspunt dat in het in richten gebied geen maaiveldberging meer aanwezig is. Daarom zijn in het hydrologische model de bergingsknopen in dit gebied verwijderd.
- Voor de bestaande watergangen zijn de profielen uit het WSA-model overgenomen.

Voor het toekomstige model zijn verder de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Pasgeld-Oost en buiten plangebied gebaseerd op AHN3 & BGT 2015 (gebied is hetzelfde als de situatie in 2015)
- Geldt dus ook voor de spoorzone. Deze is gelijk gehouden qua verhardingen en openwater met 2015.
- Bij één van de berekeningen is in Pasgeld-Oost 5.000 m² waterberging ten goede van Pasgeld-West toegevoegd.
- Stuwen bij De Schoffel zijn hetzelfde als bij de 2015 situatie. De pompcapaciteit is gehalveerd ten opzichte van situatie 2015.
- Vooralsnog in het model geen berging/buffering op land binnen plangebied Pasgeld-West.
- Drie duikerverbindingen naar Pasgeld-Oost onder de Lange Kleiweg, 600 mm.



Figuur 2: Situatie 2015 (links) en toekomstige situatie (rechts) in Sobek

Controle

Er is een controle uitgevoerd of het wateroppervlak in het model overeenkomt met het wateroppervlak van het ontwerp. Hiervoor zijn de volgende acties uitgevoerd:

- Pasgeld West uitgeknipt uit model, alles van Pasgeld Oost verwijderd;
- RR uitgeschakeld;
- Initiële streefpeil op NAP -1.20 m ingesteld;
- Gemaal naar de noordrand van Pasgeld-West verplaatst. Aanslagpeil op NAP -1.25 m, afslagpeil op NAP -1.30 m, zelfde debiet als eerdere model (0.12 m³/s). Hiermee wordt 10 cm uit het systeem gepompt;
- Model doorgerekend met 0 mm bui en resultaten van gemaal weggeschreven;
- Op basis van het gemaaldebiet kan het volume aan water dat het systeem uit is gepompt worden afgeleid. Omdat er 10 cm water in het systeem staat, kan het wateroppervlak worden benaderd.

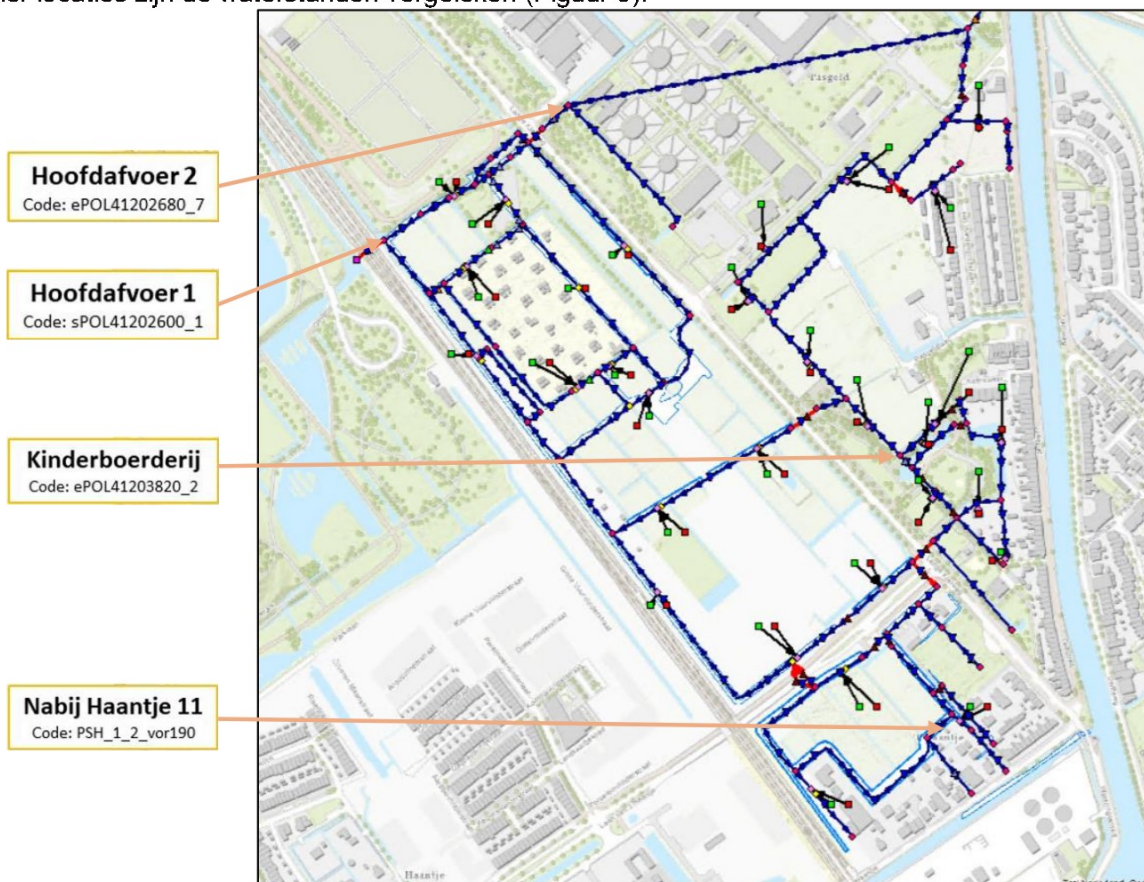
Uit de controle is gebleken dat het wateroppervlak in het model overeenkomt met het ontwerp.

Modellering huidig klimaat

De huidige situatie is doorgerekend met de neerslagreeks voor het huidig klimaat 2015.

De Channelflow en de Rainfall Runoff modules van Sobek hebben bij deze berekening parallel gerekend.

Op vier locaties zijn de waterstanden vergeleken (Figuur 3).



Figuur 3: Locaties voor vergelijking waterstanden

Resultaten berekening benodigde waterberging huidig klimaat

De resultaten van de reeks analyses zijn gegeven in Figuur 4 tot en met Figuur 7.

Voor hoofdafvoer 1, hoofdafvoer 2 en Kinderboerderij zijn de verdelingen in statistiek voor de toekomstige situatie nagenoeg hetzelfde. Dit betekent dat door de inrichting van het gebied geen opstuwung meer plaatsvindt door smalle watergangen en/of te krappe duikers.

Bij de situatie 2015 geven de zwaarste drie buien een afvlakking van de peilstijging. Dit wordt veroorzaakt door het maaiveld dat gaat inunderen. Was er geen maaiveldberging geweest, zouden de laatste twee buien en de T100 een grotere peilstijging hebben gegeven.

De berekende maximale waterstanden bij T100 zijn als volgt:

| Variant | T100 (m NAP) | Peilstijging (m) |
|--------------|--------------|------------------|
| A: 2015 | -0.8623 | 0.3878 |
| B: West 0 | -0.8821 | 0.3679 |
| C: West 5000 | -0.9108 | 0.3392 |

Op basis van de berekende maximale peilstijgingen is bepaald dat bij iedere 1000 m² dat minder aan open water wordt aangelegd, de maximale waterstand bij T100 5,74 mm hoger wordt.

Bij huidig klimaat is bij de gegeven nieuwe verharding van 42588 m² te compensatie 6805 m² open water nodig. Dit komt overeen met een compensatie van 16,0% van het nieuw verhard oppervlak in open water.

Het totale oppervlak aan open water in het plangebied moet minimaal voor huidig klimaat $6805 \text{ m}^2 + 13770 \text{ m}^2 = 20575 \text{ m}^2$ open water zijn.

Benodigde waterberging toekomstig klimaat

De berging voor de klimaatopgave is bepaald op basis van het oppervlak van het plangebied en de klimaatopgave die Delfland hiervoor hanteert. Uit de Watersleutel blijkt dat Delfland voor het plangebied een waterberging vraagt van 8,93 mm. De Watersleutel berekent dit alleen over het verhard en onverhard binnen het plangebied. Voor openwater hoeft volgens de Watersleutel geen klimaatcompensatie plaats te vinden. Voor deze berekening is dat wel gedaan, aangezien de extra neerslag ook op het openwater valt.

Voor het bepalen van de minimale klimaatopgave is uitgegaan van het oppervlak van het plangebied, 5000 m² in Oost en het gebied van de Schoffel.

Het plangebied inclusief de Schoffel en de 5000 m² in Oost is 21,6 ha. De benodigde klimaatcompensatie uitgedrukt in oppervlak openwater komt neer op 5360 m² ($21,6 * 10000 * 0,00893 / 0,36$)

Met het waterschap is afgesproken dat deze klimaatcompensatie ook in andere vormen als openwater. Bijvoorbeeld als berging op land mag worden ingevuld.

Conclusies

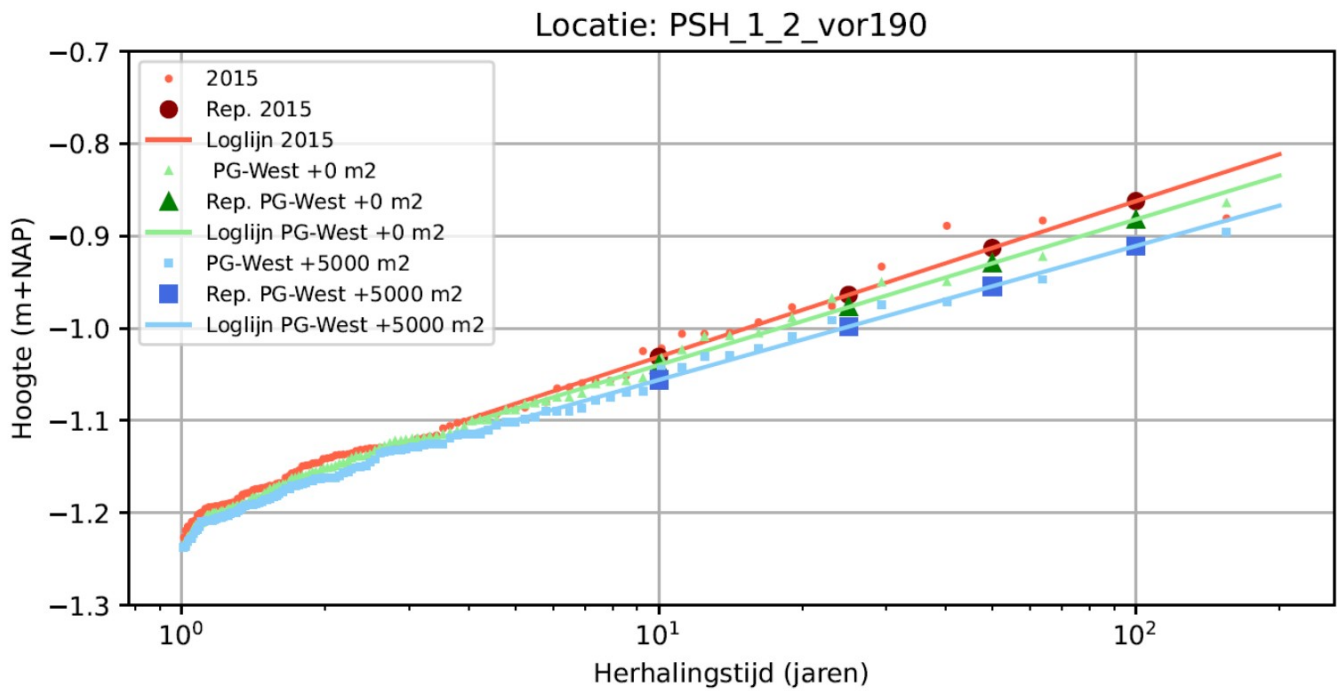
Het ontwerp voor Pasgeld-West van november 2022 voorziet in voldoende compensatie in open water voor de nieuwe verharding gepland in Pasgeld-West.

Minimaal is voor huidig klimaat 6805 m² compenserend wateroppervlak noodzakelijk. Nieuwe verharding wordt met de gehanteerde uitgangspunten voor huidig klimaat gecompenseerd met 16% open water.

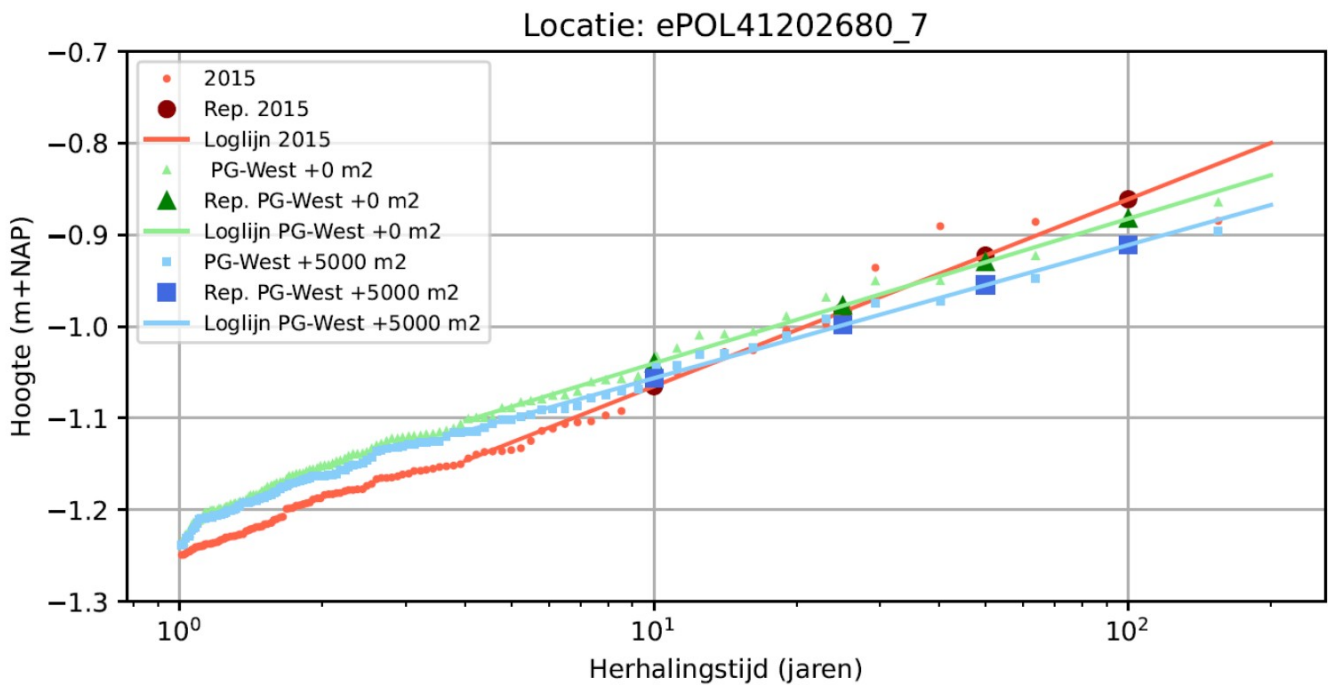
De klimaatcompensatie uitgedrukt in oppervlak open water voor het plangebied Pasgeld-West, inclusief de Schoffel en 5000 m² in Pasgeld-Oost bedraagt 5360 m².

In totaal moet het plan voorzien in minimaal 12163 m² nieuw open water. Dit komt overeen met 28.6% compensatie van nieuwe verharding.

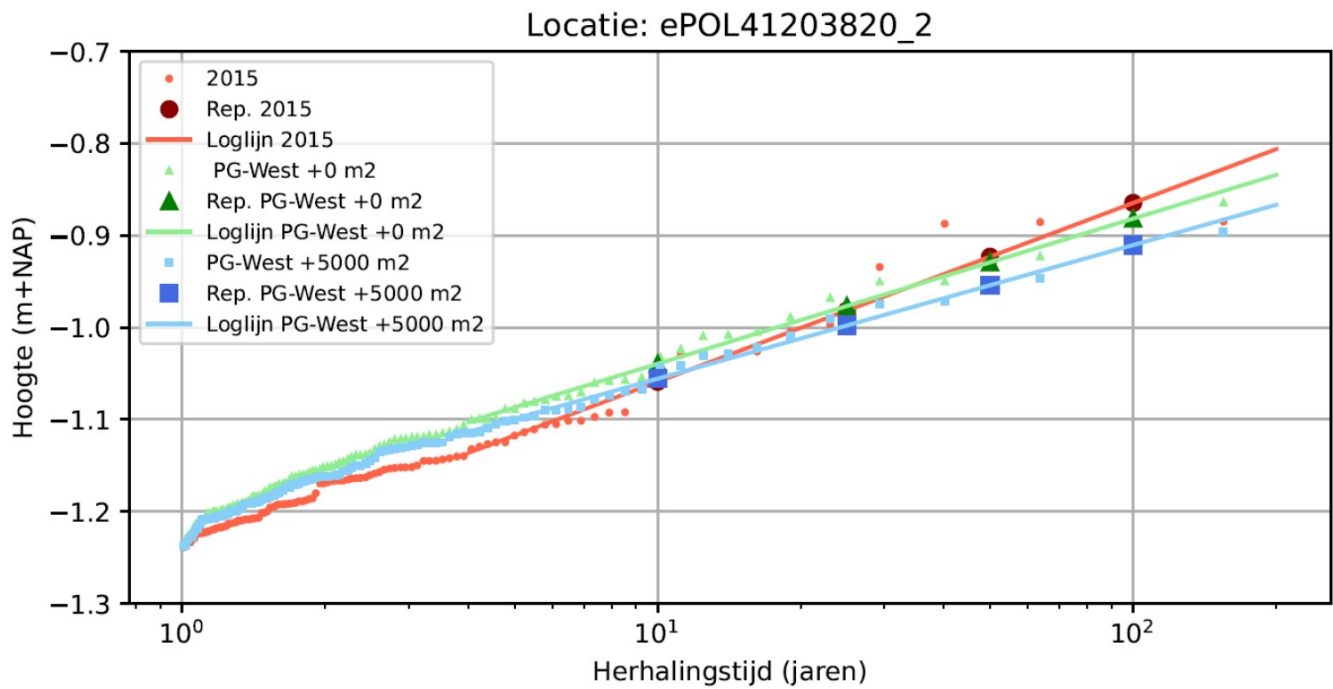
Als het ontwerp wordt aangepast zullen de uitgangspunten en randvoorwaarde ongewijzigd worden toegepast. Het ontwerp wordt dan opnieuw getoetst aan de regels die Delfland stelt bij de aanleg van nieuwe verharding.



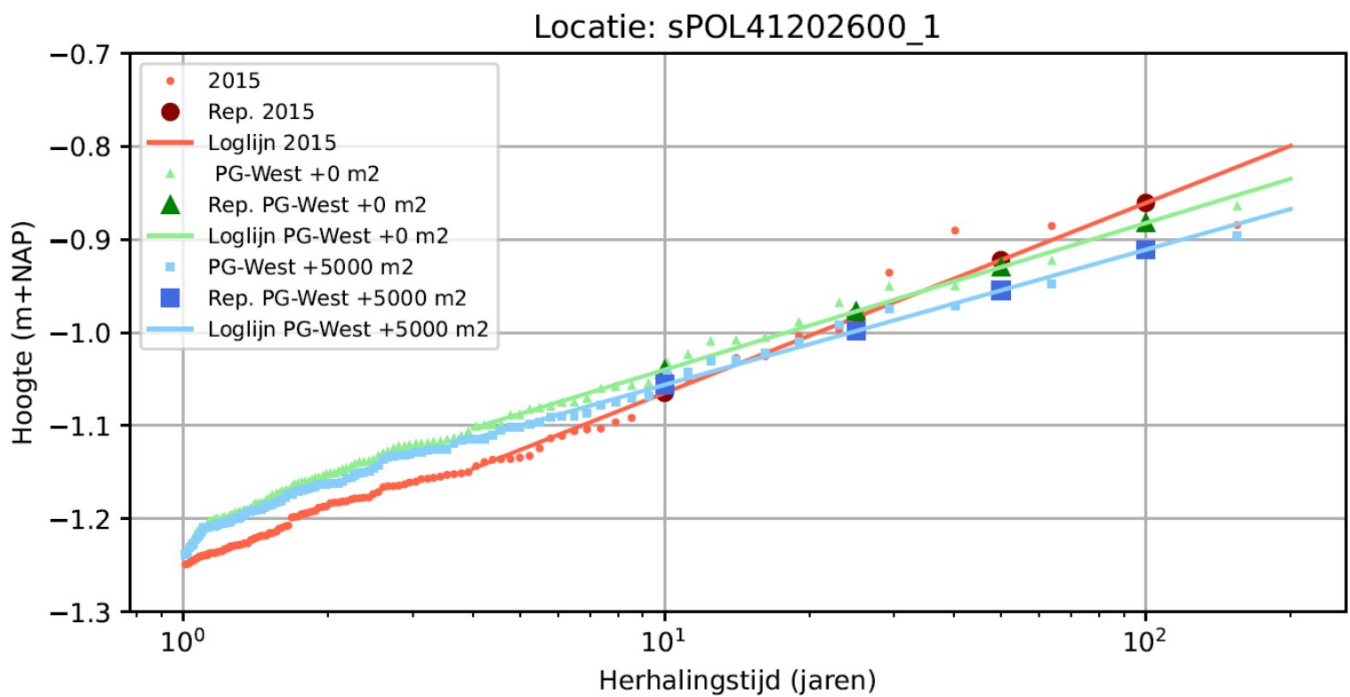
Figuur 4: Gumbel verdeling van waterstanden dichtbij Haantje 11.



Figuur 5: Gumbel verdeling van waterstanden bij hoofdafvoer 2.



Figuur 6: Gumbel verdeling van waterstanden bij Kinderboerderij.



Figuur 7: Gumbel verdeling van waterstanden bij Hoofdafvoer 1.