

Waterhuishouding Slingeplas – 't Broock



Lijst met aanpassingen

Versie	Datum	Beschrijving van de wijziging	Herzien	Vrijgegeven door

Sweco Nederland B.V.
Onderwerp
Projectnummer
Klant
Auteur
Datum
Versie
Documentreferentie

Handelsregister 30129769
 Slingepas Bredevoort
 51020936
 Gemeente Aalten
 Siebe Houtsma
 21-10-2024
 D1
 NL24-648800269-106090

Gecontroleerd door

Ron Buitelaar



Vrijgegeven door

Wilmer Noome



Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Achtergrond	4
1.2	Vraagstelling	4
1.3	Doel	4
1.4	Bronnen	5
1.5	Leeswijzer	5
2	Huidige situatie	6
2.1	Maaiveldhoogte	6
2.2	Bodemsysteem	7
2.3	Watersysteem	8
2.4	Grondwater	11
2.5	Waterkwaliteit stadsgracht	11
2.6	Wateroverlast	11
3	Impact woningbouwgedeelte	13
3.1	Bodem en grondwater	13
3.2	Waterkwantiteit stadsgracht	13
3.3	Waterkwaliteit stadsgracht	13
3.4	Wateroverlast	14
4	Ontwerpprincipes water en bodem sturend	15
4.1	Niet afwentelen	15
4.2	Vergroot de sponswerking	16
4.3	Houd rekening met extremen	16
4.4	Een aanpasbare inrichting	17
4.5	Benut kansen voor systeemherstel	17
5	Aandachtspunten en aanbevelingen	18
5.1	Aandachtspunten	18
5.2	Aanbevelingen	18
	Bijlage 1 Waterhuishouding en aanpassing stadsgracht Slingeplas – 't Broock	19
	Bijlage 2 Notitie waterkwaliteit stadsgracht Slingeplas – 't Broock	20

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Gemeente Aalten onderzoekt de mogelijkheden voor de bouw van woningen op de huidige locatie van de voetbalvelden van sportvereniging Bredevoort. Om de ontwikkeling mogelijk te maken is het nodig de voetbalvelden te verplaatsen. De beoogde locatie hiervoor ligt net ten oosten van de huidige locatie in het waterbergingsgebied. In de huidige situatie is een deel in gebruik als parkeervoorziening en een deel als grasland.

Figuur 1 geeft een impressie van de ontwikkeling. Op het moment van schrijven wordt gewerkt aan een optimalisatie van het ontwerp. In dit ontwerp zijn resultaten van aanvullende onderzoeken, gesprekken en werksessies met de gemeente, het waterschap en de ontwerper verwerkt.



Figuur 1 Impressie ontwikkeling Slingeplas

1.2 Vraagstelling

Het waterschap heeft aangegeven dat de aanleg van voetbalvelden in het waterbergingsgebied wringt met het principe water en bodem sturend. De gemeente heeft Sweco gevraagd om te onderzoeken wat de (on)mogelijkheden zijn voor ontwikkeling. Hierbij zijn drie vragen geformuleerd:

- 1) Wat is de huidige waterhuishoudkundige situatie?
- 2) Wat is de impact van de ontwikkeling op het watersysteem?
- 3) Hoe verhoudt dit zich tot water en bodem sturend?

1.3 Doel

Om bovenstaande vragen te beantwoorden zijn meerdere onderzoeken en rapportages opgesteld. Om de resultaten van de verschillende onderzoeken te bundelen tot een eenduidig, integraal advies is voorliggende rapportage opgesteld.

1.4 Bronnen

- [1] Actueel Hoogtebestand Nederland;
- [2] DINOloket;
- [3] Legger waterkeringen en watersysteem WRIJ;
- [4] Waterschapsverordening WRIJ;
- [5] Klimaateffectatlas;
- [6] Memo “Ambitiedocument Slingeplas i.r.t. water en klimaat” (WRIJ, d.d. 30 maart 2023);
- [7] Cultuur- en geotechnische verkenning (Sweco, NL24-648800269-93234, d.d. 05-07-2024);
- [8] Waterkwaliteit stadsgracht Slingeplas – ‘t Broock, bijlage 2;
- [9] Waterhuishouding en aanpassing stadsgracht Slingeplas – ‘t Broock, bijlage 1;
- [10] Watersysteem woningbouw Slingeplas Bredevoort (Buro Ontwerp & Omgeving, 3683.02.WAT.Waterberging woningbouw Slingeplas.20240731);
- [11] Waterberging Slingeplas Bredevoort na herontwikkeling (Buro Ontwerp & Omgeving, 3683.02.Retentieberekening Slingeplas.20240730)
- [12] Ontwerp “3244.01_Posters Slingeplas_A0_2024-04-24_LR” (Buro Ontwerp & Omgeving, d.d. 24 april 2024)

1.5 Leeswijzer

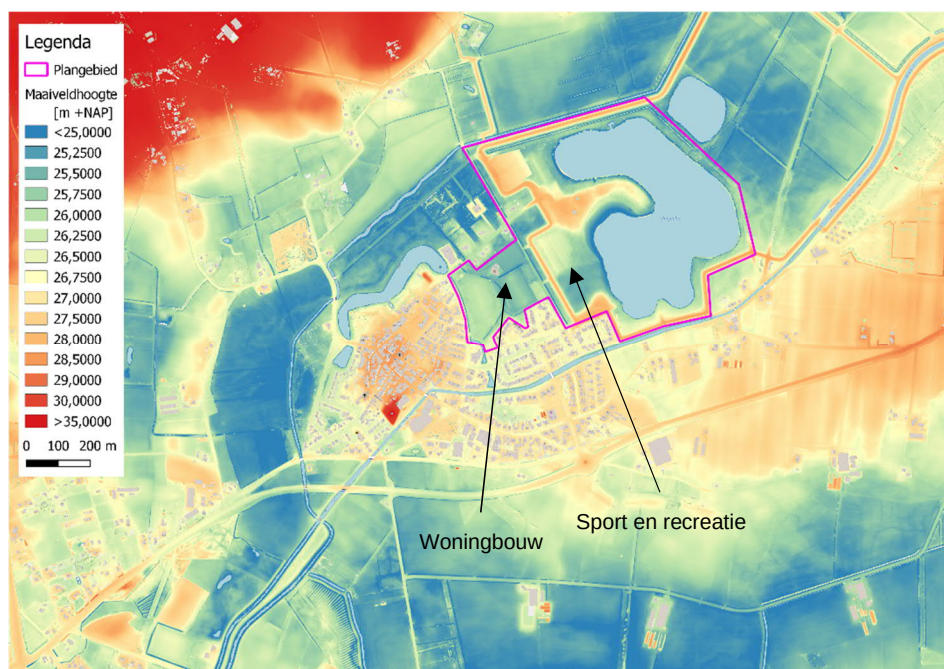
De opbouw van dit rapport is als volgt:

- Hoofdstuk 2: huidige bodem- en waterhuishoudkundige situatie;
- Hoofdstuk 3: wat is de impact van de ontwikkeling?
- Hoofdstuk 4: water en bodem sturend;
- Hoofdstuk 5: aandachtspunten en advies.

2 Huidige situatie

2.1 Maaiveldhoogte

In figuur 2 zijn de maaiveldhoogtes in en rondom het plangebied weergegeven. De plangebiedsgrens is met een paars kader weergegeven. De westelijke "lob" is het woningbouwgedeelte en het oostelijk deel het waterbergingsgebied. De waterkering rondom het bergingsgebied is herkenbaar door de hogere ligging (aangeduid met oranje kleur).



Figuur 2 Maaiveldhoogtes in en rondom het plangebied

Woningbouwgedeelte

Het maaiveld in het woningbouwgedeelte varieert tussen NAP +25,20 en +26,25 m. Het westelijk deel, ter plaatse van het hoofdveld, ligt hoger. De trainingsvelden aan de oostzijde liggen lager. De blauwe kleuren binnen het plangebied geven greppel- en slootpatronen weer.

Bergingsgebied

Het maaiveld ten westen van de kering "sport en recreatie" varieert tussen NAP +25,30 en +28,10 m (ongeveer de hoogte van de kering aan de westzijde van het bergingsgebied). Het maaiveld loopt richting de plas verder af.

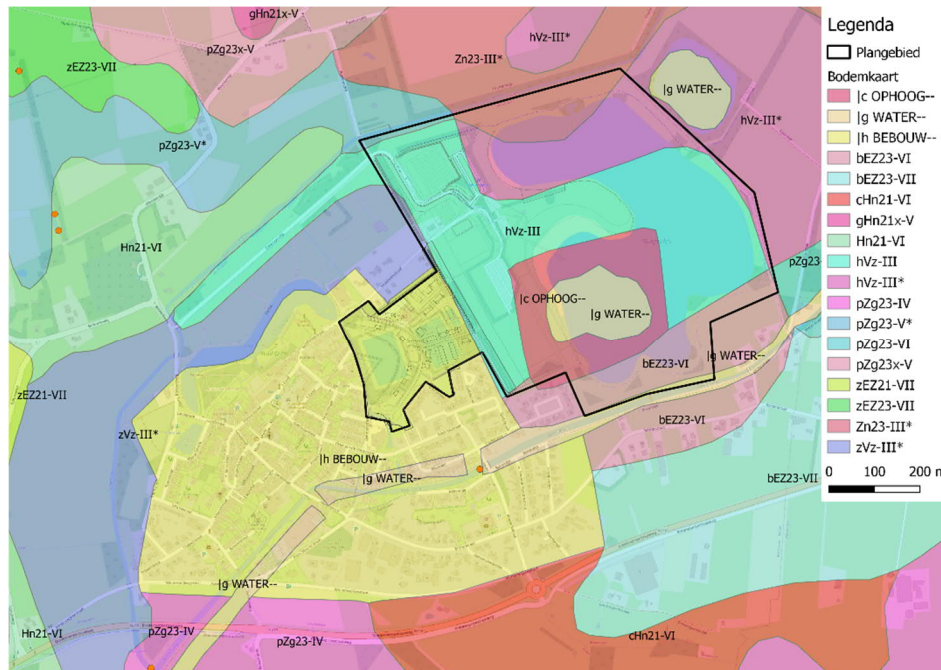
Omgeving

Het centrum van Bredevoort ligt duidelijk hoger. Vanaf de kern (NAP +28,50 m) loopt het maaiveld af naar NAP +26,50 m aan de randen (omgeving Koppelstraat in het westen en Stadsbroek in het oosten). Verder is het beekdal van de Schaarsbeek, die ten noorden van Bredevoort loopt, duidelijk te herkennen (overwegend blauwe kleur; het maaiveld fluctueert rond NAP +25,00 m. Ten noordwesten en zuidoosten loopt het maaiveld op; in het noordoosten tot NAP +35,00 m en in het zuidoosten tot NAP +28,80 m.

2.2 Bodemsysteem

Openbare data

In figuur 3 is een uitsnede van de bodemkaart van Nederland weergegeven. Het woningbouwgedeelte valt onder bebouwd gebied. Ten noorden van het plangebied zijn meerveengronden (zVz) en koopveengronden (hVz) aanwezig. Ten zuiden van het plangebied zijn hoge bruine enkeerdgronden (bEZ23) aanwezig, bestaande uit lemig fijn zand.



Figuur 3 Bodemopbouw in en rondom het plangebied

Veldwerk

Voor dit onderzoek is aanvullend cultuur- en geotechnisch onderzoek uitgevoerd. Hierbij zijn boringen en sonderingen verricht. De handboringen zijn tot 2,5 m -mv (onder maaiveld) genomen. Daarnaast zijn drie boringen tot 4 m -mv verricht voor het plaatsen van peilbuizen. In figuur 4 is een overzicht van de locaties van de boringen (en peilbuizen) gegeven.

De boorprofielen op de groene locaties laten zien dat de bodemopbouw voornamelijk bestaat uit fijn zand. In alle vier profielen is silt/leem aanwezig; over een diepte van minimaal 0,50 m en op de meeste locatie beginnend vanaf 1 m -mv. In boring 1 is op een diepte van 2,3 m -mv veen aangetroffen. De dikte van het veenpakket is niet bekend, omdat de boring tot 2,5 m -mv is uitgevoerd.

De boorprofielen behorend bij de plaatsing van de peilbuizen laten zien dat de bodem op deze locaties overwegend uit (fijn) zand bestaat. Bij boring 2 en 3 is veen aangetroffen op een diepte 0,80 m -mv. Het gaat om dunne pakketten van 0,10-0,30 m. Ook op deze locaties heeft het zand een siltige samenstelling en bevat de eerste meter kleilagen. Dit levert beperking op voor infiltratie, waarmee het een aandachtspunt voor de hemelwaterverwerking en het toekomstig gebruik vormt.

Voor een uitgebreidere beschrijving van de diepe opbouw verwijzen we naar de cultuur- en geotechnische verkenning [7].



Figuur 4 Overzicht locaties boorprofielen

2.3 Watersysteem

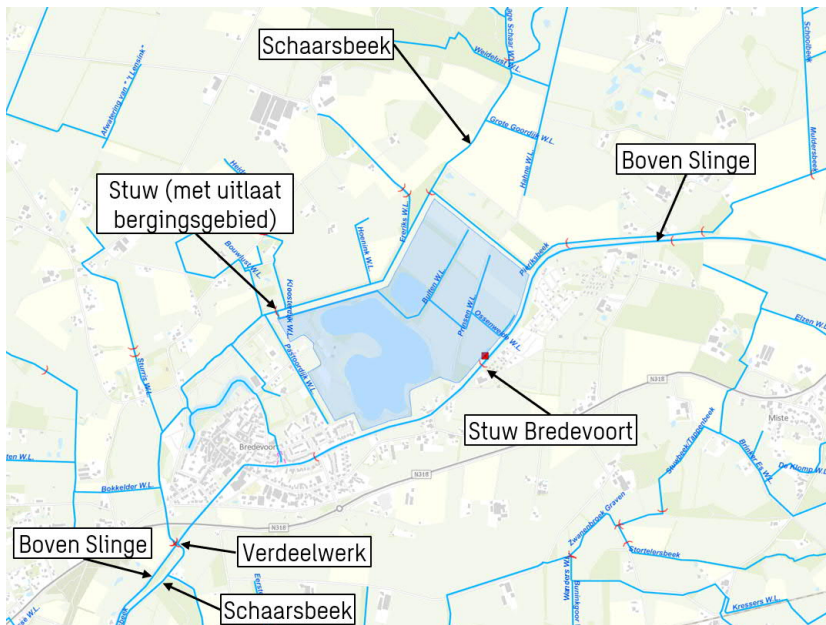
Boven Slinge en Schaarsbeek

Het bergingsgebied Bredevoort (blauwgekleurd op figuur 5) is gelegen in het stroomgebied van de Boven Slinge direct ten noordoosten van Bredevoort. Het gebied heeft naast functie bergen ook een functie als recreatieplas.

Vanuit Winterswijk in het oosten stroomt de Boven Slinge langs het gebied door Bredevoort naar het westen richting Aalten. Hierbij passeert het de stuw Bredevoort (direct naast de Slingeplas waar ook de inlaat via overlaat voor het bergingsgebied zit; de werking van het bergingsgebied komt in de volgende paragraaf aan bod) met een maximaal streefpeil van NAP +26,60 m en daarna het verdeelwerk Schaarsbeek-Boven Slinge met een maximaal streefpeil van NAP +25,55 m.

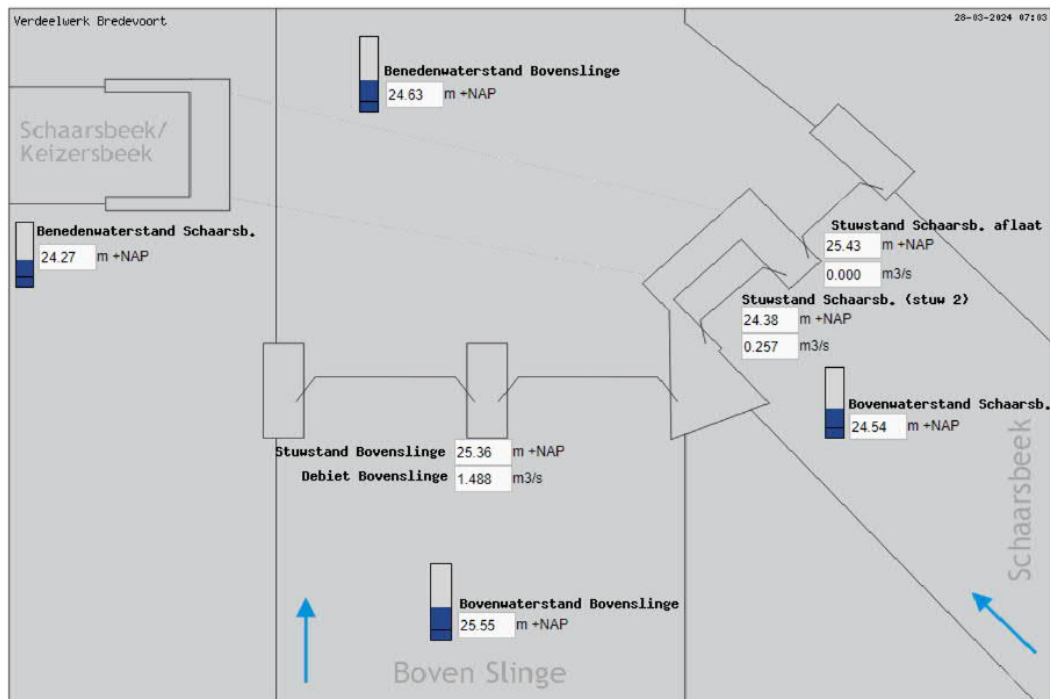
Vanuit het noorden stroomt de Schaarsbeek, waarop het Korenburgerveen afwatert, langs de Slingeplas. Hier stroomt het over een stuw (waar ook de uitlaat van het bergingsgebied zit) met maximaal streefpeil NAP +25,50 m. Daarna vervolgt het zijn weg rondom Bredevoort om vervolgens bij verdeelwerk Bredevoort Schaarsbeek-Boven Slinge aan te komen. Hier wordt het water van de Schaarsbeek verdeeld naar de Boven Slinge (via een stuw naar het westen) of het blijft op de Schaarsbeek (via een stuw met daarna een sifon onder de Boven Slinge door). Bij stuw voor de Boven Slinge wordt een maximaal streefpeil van NAP +25,55 m gehanteerd en bij stuw voor Schaarsbeek NAP +24,60 m. Figuur 5 geeft een overzicht van bovengenoemde voorzieningen en figuur 6 specifiek voor het verdeelwerk Bredevoort.

In het kader van Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) toetsen de waterschappen hun beheergebied aan de door de provincie bepaalde normen voor wateroverlast. Rondom het plangebied zijn in dit kader geen knelpunten bekend. Vanuit Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) zijn aan waterlichamen met een minimale omvang typering en met bijbehorende ecologische doelstellingen vastgelegd. De Boven Slinge evenals het deel van de Schaarsbeek vanaf de in-/uitlaatduiker van de stadsgracht in Bredevoort tot het verdeelwerk een KRW-waterlichaam.



Figuur 5 Watersysteem rondom Bredevoort

Verdeelwerk Bredevoort: Schematische weergave



Figuur 6 Verdeelwerk benedenstrooms van Bredevoort

Slingeplas

Het bergingsgebied is aangelegd om wateroverlast in voornamelijk Aalten veroorzaakt door de Boven Slinge te verminderen. Daarom is het ook bovenstrooms van Bredevoort gesitueerd.

Het bergingsgebied Bredevoort, met daarbinnen de Slingeplas, is volledig omkaderd met kades variërend in hoogte tussen NAP +27,10 en +28,10 m. Het gebied wordt ingezet als stuw Bredevoort (ST54650220) wordt opgetrokken. Dit gebeurt automatisch wanneer de afvoer in de Slinge hoger is dan 12,9 m³/s. Deze overlaat is een vaste overlaat (als verlaagd deel in de kade) op NAP +26,81 m. Volgens informatie van waterschap Rijn en IJssel wordt de berging volledig benut bij peil NAP +27 m. Delen van het gebied met hoger maaiveld blijven hoogwatervrij. De leegloop vindt plaats via een sloot met in het noordwesten van het bergingsgebied een afsluitbare duiker (DR54250185). De sloot watert af naar de Schaarsbeek.

Het waterpeil in het bergingsgebied wordt niet gemonitord, dus het exacte peil is niet bekend. Het aanwezige oppervlaktewater staat onder normale omstandigheden niet direct in verbinding met de Boven Slinge en Schaarsbeek; bij hoogwater wel. Dit betekent dat het watersysteem met name grondwatergevoed is en het waterpeil meebeweegt met de grondwaterfluctuatie. De verwachting is dat het waterpeil fluctueert tussen NAP +24,70 en NAP +25,00 m.

Het bergingsgebied is ontworpen om theoretisch 1 keer per 2 jaar te worden ingezet volgens bestemmingsplan¹. Het waterschap heeft een overzicht aangeleverd waaruit blijkt dat het gebied sinds 2002 tien keer in werking is getreden.

Stadsgracht

De stadsgracht in Bredevoort staat in verbinding met de Boven Slinge via een regelwerk en in open verbinding met de Schaarsbeek via een duiker bij Tramstraat in het noordwesten van Bredevoort. Deze duiker heeft een b.o.b. op NAP +24,05 m aan beide zijde en een diameter van Ø500 mm. De verbinding met de Boven Slinge is pas recent aangelegd. Er treedt een klein peilverschil op tussen de Boven Slinge en Schaarsbeek waardoor het van de Boven Slinge met beperkte stroming door de gracht naar de Schaarsbeek kan stromen.

2.4 Grondwater

Op basis van openbare data [2, 5] bevindt de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) zich 0,20-0,40 m -mv in het woningbouwgedeelte en 0,40-0,60 m -mv in het bergingsgebied. De modellen die deze waarden genereren geven slechts een indicatie. In de omgeving van het plangebied zijn geen (representatieve) meetgegevens van de grondwaterstand beschikbaar om deze modelresultaten te verifiëren. Daarom zijn voor dit onderzoek in mei-juni 2024 peilbuizen geplaatst en telemetrische dataloggers ingehangen (voor locaties zie figuur 4). In de periode februari-maart 2025 is de representatieve hoge grondwaterstand (RHG²) af te leiden met deze meetreeksen. Deze informatie is ten tijde van dit onderzoek nog niet bekend en daarmee ook niet in de plannen verwerkt.

Uit een gesprek met rioolbeheer is naar voren gekomen dat de voetbalvelden gedraineerd worden en dat water via een gemaal wordt afgevoerd. Tijdens een veldbezoek in de winter 2023-2024 zijn in de greppels ten westen van de waterkering kwelverschijnselen aangetroffen.

Tijdens het veldwerk in mei bevond het grondwater zich op een diepte tussen 0,80 en 1,10 m -mv; met uitzondering van boring 1, waar het grondwater op 1,80 m -mv is aangetroffen. Kanttekening is dat de grondwaterstanden in deze periode van het jaar een dalende trend laten zien.

2.5 Waterkwaliteit stadsgracht

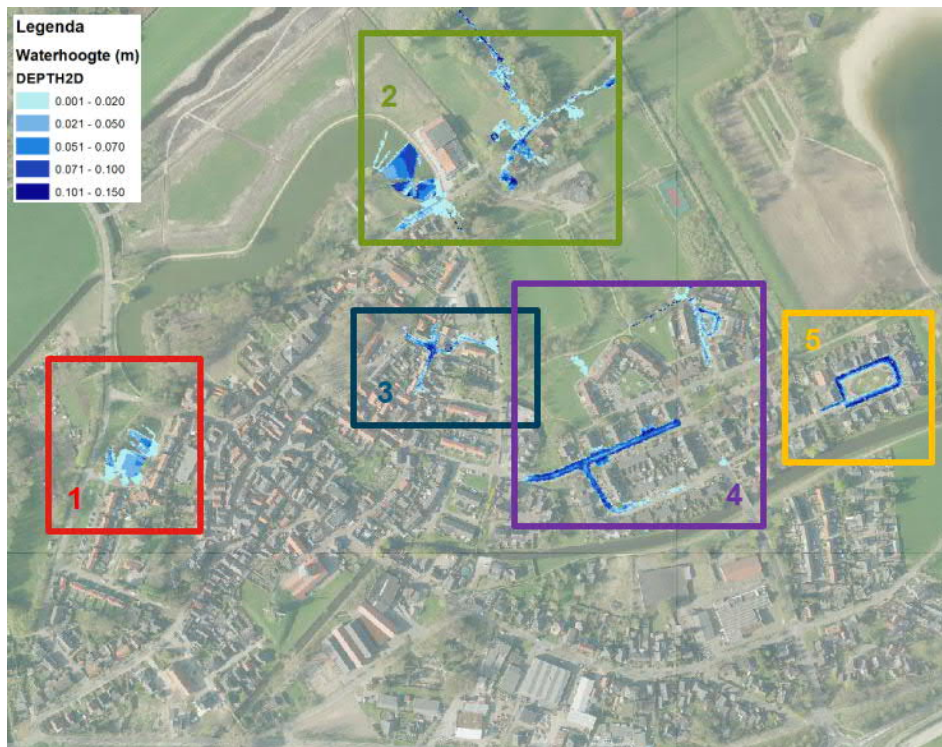
De waterkwaliteit van het bestaande deel van de stadsgracht is een aandachtspunt. Het waterschap heeft aangegeven dat regelmatig sprake is van blauwalg. Dit bevestigt het beeld dat hoge nutriëntenconcentraties aanwezig zijn. Vermoedelijk is de verbinding met de Boven Slinge aangelegd om meer doorspoeling te creëren en de waterkwaliteit te verbeteren.

2.6 Wateroverlast

Voor het opstellen van het basisrioleringsplan (BRP) van 2017 is het stedelijk watersysteem van Bredevoort hydraulisch doorgerekend. Figuur 7 toont een water-op-straatkaart voor bui10 (Kenniskbank Stedelijk Water, stichting Rioned).

² Volgens officiële definitie is de meetreeks te kort om van een GHG te spreken. De RHG geeft samen met de neerslaghoeveelheid een goed beeld van de hoge grondwaterstanden.

Rioolbeheer heeft aangegeven dat in de praktijk alleen in Kruittorenstraat (locatie 2) sprake is van wateroverlast. Hiervoor zijn maatregelen genomen (afgekoppeld en randvoorzieningen aangelegd).



Figuur 7 Uitsnede BRP Bredevoort 2017

3 Impact woningbouwgedeelte

In dit hoofdstuk is de impact van de ontwikkeling op de waterhuishouding beschreven. Deze analyse richt zich op het woningbouwgedeelte.

3.1 Bodem en grondwater

Uit het geotechnisch onderzoek blijkt dat de grond voldoende draagkrachtig is en zetting beperkt optreedt ($\leq 0,10$ m in 10.000 dagen). De bodem bestaat met name uit zand (niet samendrukbaar). Veen is beperkt aanwezig en veelal boven de grondwaterstand en dus veraard. Alleen bij sondering 1 en 3 zijn samendrukbare lagen aanwezig.

Om te voldoen aan de ontwateringscriteria is het nodig om het plangebied ter plaatse van de woningbouw op te hogen. Dit biedt kansen om de grondwaterbemaling op te heffen en een meer natuurlijk grondwaterregime te creëren. Ophoging van het plangebied met goed doorlatend materiaal (zand) zorgt ervoor dat in de toekomstige situatie aanleg van infiltratievoorzieningen mogelijk is. Naast doorlatendheid hangt de mogelijkheid tot infiltratie af van de toekomstige maaiveldhoogtes van het plangebied en de grondwaterstanden.

Om aan te sluiten op de omgeving is een minimaal wegpeil van NAP +26,60 m nodig. Doorgaans liggen woningen 0,20-0,30 m boven wegpeil. Dit leidt tot een minimaal vloerpeil van NAP +26,80 tot +26,90 m. Toekomstige groen-voorzieningen liggen lager, met name de zone rondom de gracht. De grondwatermonitoring geeft inzicht in de hoge grondwaterstanden en daarmee in de definitief te hanteren weg- en vloerpeilen (uitgaande van een systeem waarbij geen drainage wordt aangelegd). Voor de bepaling van de definitieve hoogtes is de afwateringsmethode van invloed. Bovengrondse afvoer zorgt voor meer hoogteverschil.

3.2 Waterkwantiteit stadsgracht

Onderdeel van de ontwikkeling is het herstellen van de oorspronkelijke stadsgracht. Het huidige oppervlak bedraagt circa 23.300 m². In het plan is een uitbreiding van circa 7.250 m² voorzien. In een aparte memo is de uitbreiding van de stadsgracht vanuit kwantitatief oogpunt beoordeeld [9]; deze memo is opgenomen in bijlage 1. De conclusie dat de gracht grondwatergevoed is en dus meebeweegt met de grondwaterstand. Dit betekent dat het waterpeil onder normale omstandigheden te handhaven is. Op beeldmateriaal is te zien dat het peil in droge jaren zakt, maar dat de gracht niet droogvalt.

3.3 Waterkwaliteit stadsgracht

De huidige waterkwaliteitsproblemen in de Stadsgracht laten zien dat de plas overbelast is met voedingsstoffen. Er is sprake van overbelasting als de toevoer van nutriënten (met name fosfor) hoger is dan de natuurlijke draagkracht van het watersysteem voor nutriënten. Dit levert twee stuurknoppen op waaraan gedraaid kan worden om de waterkwaliteit te verbeteren:

- de toevoer van nutriënten, ofwel de belasting;
- en de draagkracht, aangeduid als de kritische belasting.

Huidige situatie

De belasting op de Stadsgracht bestaat uit bladval, nalevering van nutriënten vanuit aanwezig slib, ontlasting van watervogels en honden, voergebruik door sportvissers en inlaat van water vanuit de Slinge.

De kritische belasting van de plas wordt bepaald door de afmetingen van de plas, de hoeveelheid moerasvegetatie en de mate van doorstroming van de plas.

In de huidige situatie is de aanvoer vanuit de Slinge heel beperkt. De verblijftijd in de Stadsgracht is daardoor zodanig lang dat de plas als een stilstaand water functioneert. De doorspoeling is zo laag dat deze geen invloed heeft op de kritische belasting, maar de geringe doorspoeling leidt wel tot aanvoer van nutriënten en dus tot extra nutriëntenbelasting. Het is daarom wenselijk om de aanvoer van water vanuit de Slinge zoveel mogelijk te beperken.

Handelingsperspectief

Door slimme keuzes te maken bij de uitbreiding van de Stadsgracht kan de natuurlijke draagkracht van de gracht worden versterkt. Deze keuzes schuilen vooral in aanpassing van de dimensies van de gracht en het vergroten van potenties voor de groei van waterplanten. Daarbij kan het best worden ingezet op behoud van de gracht als een stilstaande waterpartij. De waarde van doorspoeling is daarbij beperkt omdat doorspoeling een bron van extra nutriëntenbelasting vormt waardoor de verhouding tussen belasting en kritische belasting onbedoeld juist ongunstiger gemaakt wordt.

Naast goede keuzes bij de herinrichting van de Stadsgracht zou daarnaast moeten worden ingezet op vermindering van de belasting op de gracht vanuit de benoemde bronnen.

In bijlage 2 is de notitie opgenomen.

3.4 Wateroverlast

Buro Ontwerp & Omgeving (BOO) heeft een voorlopige uitwerking van het watersysteem voor het woningbouwgedeelte gemaakt [10, 12]. Hieruit blijkt dat de vereiste waterberging van 80 mm/m² nieuwe verhard oppervlak inpasbaar is [4]. De berging is voorzien in wadi's en een droogvallende zone langs de toekomstige stadsgracht. Dit is exclusief de berging in de toekomstige stadsgracht en eventuele tijdelijke berging op straat.

4 Ontwerpprincipes water en bodem sturend

Dit hoofdstuk gaat in op de ontwerpprincipes van water en bodem sturend. Per principe is een toelichting gegeven hoe hier in het ontwerp rekening mee gehouden is of kan worden. Deze principes hanteren we als de locatiekeuze vaststaat om bij ontwikkeling zoveel mogelijk te anticiperen op klimaateffecten.

4.1 Niet afwentelen

Ontwerpprincipe: Niet afwentelen naar de omgeving, toekomst of van privaat naar publiek en visa versa.

Woningbouw

De benodigde hoeveelheid waterberging van 80 mm/m² verhard oppervlak is inpasbaar. Het plan gaat zoveel mogelijk uit van bovengrondse verwerking van hemelwater; alleen in de hofjes wordt riolering toegepast. Dit betekent dat de inrichting is afgestemd op het afvoeren en of bergen van water op plekken die hiervoor bedoeld zijn en waarbij de kans op overlast beperkt blijft.

Hemelwater stroomt via het straatprofiel naar de wadi's of de droogvallende bergingsvoorziening ten oosten van de toekomstige stadsgracht. Hierdoor wordt de omgeving niet belast. We adviseren aan de noord- en zuidzijde van het plan een greppel aan te leggen voor de ontwatering en afwatering van bestaande percelen. Door het vloerpeil 0,30 m boven het wegpeil aan te leggen is de kans op wateroverlast zeer beperkt.

De stadsgracht zorgt ervoor dat extra bergingscapaciteit voor de bestaande bebouwde omgeving beschikbaar komt. Hiermee creëert de ontwikkeling meerwaarde voor de omgeving. Delen van Bredevoort die gemengd gerioleerd zijn, kunnen bij afkoppelprojecten hemelwater afvoeren naar de gracht. Hierdoor neemt de kans op wateroverlast in de kern af en wentelen we effecten dus niet af naar de toekomst.

Hetzelfde geldt voor het bouwrijp maken van het woningbouwgedeelte. De ondergrond is draagkrachtig. Zowel bij de aanleg van de infrastructuur als door ophoging zijn de te verwachten zettingen beperkt ($\leq 0,10$ m in 10.000 dagen). De ophoging beperkt zich tot het oostelijk deel van het woningbouwgedeelte en maakt een natuurlijk grondwaterregime mogelijk. Vrijkomende grond bij het herstellen van de stadsgracht kan mogelijk gebruik worden als ophoogmateriaal voor het woningbouwgedeelte. Hiervoor is verder onderzoek nodig.

Sport en recreatie (waterbergingsgebied)

In het ontwerp is rekening gehouden met het verleggen van de bestaande waterkering aan de westzijde van dit deel van het plan. In de huidige situatie ligt de camperplaats buiten het waterbergingsgebied en loopt de kering als een soort u-bocht om de camperplaats heen. Door het opheffen van de u-bocht en de kering in één rechte lijn langs de Pastoorsdijk te laten lopen, neemt de bergingscapaciteit volgens de bepaling van BOO toe [11]. Wij adviseren om bij de inrichting van de sportvelden de berging zoveel mogelijk te maximaliseren en hierbij rekening te houden met de speelbaarheid van de velden.

Het woningbouwgedeelte ligt lager dan de bebouwde delen rondom het gebied, maar hoger dan het beekdal Schaarsbeek (met blauwe kleur in figuur 2 aangegeven). Dit betekent dat uitbreiding van het bergingsgebied in de toekomst mogelijk blijft, ook na ontwikkeling. Daarnaast lijkt uitbreiding in westelijke richting, richting de kern van Bredevoort, onwaarschijnlijk en of onwenselijk, vanwege de bestaande bebouwing. Hierdoor is geen sprake van afwenteling naar de toekomst.

4.2 Vergroot de sponswerking

Ontwerpprincipe: Vergroot de sponswerking van het bodem- en watersysteem.

Woningbouw

Het ontwerp gaat uit van ophoging van het woningbouwgedeelte. We adviseren dit deel op te hogen met goed doorlatend materiaal. Hierdoor is het niet langer nodig om dit gebied te draineren en bemalen (water afvoeren). Dit leidt tot een natuurlijk verloop van de grondwaterstanden. Bovendien is het bij voldoende ophoging mogelijk om infiltratievoorzieningen in het ontwerp toe te passen. Deze maatregel vergroot daarmee de sponswerking van het systeem. Voor de rietzone (droogvallende berging) en het bergingsgebied is geen ophoging nodig.

Sport en recreatie (waterbergingsgebied)

De uitwerking voor dit deel is minder concreet. Het advies blijft gelijk: zorg bij aanpassingen aan maaiveld voor een goed doorlatende ondergrond. Creëer waar mogelijk extra ruimte voor waterberging en beperk gebruik van verhardingen tot een minimum.

4.3 Houd rekening met extremen

Ontwerpprincipe: houd rekening met extremen (boven-normatieve gebeurtenissen: neerslag, droogte).

Woningbouw

In het ontwerp is 80 mm/m² statische berging aanwezig. Daarnaast bergt het straatprofiel mee bij extreme neerslaggebeurtenissen. Door woningen 0,30 m boven wegpeil te bouwen en water bovengronds af te voeren, is het ontwerp op zwaardere buien berekend. Mocht de droogvallende voorziening langs de stadsgracht de maximale capaciteit bereiken dan stort deze voorziening over op de gracht. We adviseren de woningen in de droogvallende voorzieningen op palen of voldoende hoog te bouwen.

Het plan gaat uit van infiltratie in de nieuwe situatie. Dit betekent dat water zo lokaal mogelijk wordt vastgehouden en niet wordt afgevoerd. Hierdoor blijft water in perioden van droogte langer beschikbaar.

Sport en recreatie (waterbergingsgebied)

Dit onderdeel vereist verdere uitwerking.

4.4 Een aanpasbare inrichting

Ontwerpprincipe: een aanpasbare inrichting voor de lange termijn (flexibiliteit en aanpasbaarheid in plannen borgen).

Woningbouw

Doordat het aandeel openbare ruimte groot is, zijn er mogelijkheden om in de toekomst aanpassingen aan het gebied te doen. Voor de woningen in de droogvallende voorziening kan voor een alternatieve bouwvorm worden gekozen (bijvoorbeeld op palen, verplaatsbaar).

Sport en recreatie (waterbergingsgebied)

De beoogde voorzieningen zijn in hoge mate aanpasbaar. Uitzondering hierop is het clubgebouw. In de huidige situatie is ook al bebouwing in het gebied aanwezig in het hoger gelegen deel van het bergingsgebied. Voor overige delen en voorzieningen geldt het advies om zo weinig mogelijk permanente constructies aan te brengen (denk aan riolering, asfalt en bebouwing) of locatiekeuze en gebruik af te stemmen op tijdelijkheid en flexibiliteit.

4.5 Benut kansen voor systeemherstel

In het woningbouwgedeelte zijn kansen voor systeemherstel aanwezig. Zo is de waterkwaliteit van de stadsgracht in de huidige situatie slecht (onder andere blauwalg). De ontwikkeling biedt kansen om deze te herstellen en een natuurlijk evenwicht te creëren. Daarnaast zorgt het verwijderen van de drainage ervoor dat natuurlijke fluctuatie van grondwater mogelijk is. In combinatie met de ophoging zijn in de toekomst hogere grondwaterstanden te verwachten; water wordt dus niet afgevoerd, maar blijft in het gebied. Eventuele niet-veraarde veenresten/-lagen komen hiermee dieper in het grondwater te liggen, waardoor de kans op oxidatie afneemt.

5 Aandachtspunten en aanbevelingen

Hieronder volgen een aantal aandachtspunten en adviezen voor de ontwikkeling en het ontwerpproces.

5.1 Aandachtspunten

- De bespeelbaarheid van de voetbalvelden vormen een aandachtspunt. Het klimaat laat zich niet voorspellen en daarmee het toekomstige gebruik van het bergingsgebied ook niet. Hier dienen goede afspraken gemaakt te worden tussen de gemeente en de voetbalvereniging (onder ander over verwachtingen, aansprakelijkheid, etc.).
- De activiteiten in het bergingsgebied kunnen de waterkwaliteit beïnvloeden. Hiervoor zijn maatregelen nodig.
- Er dient een plan/protocol opgesteld te worden voor het in werking treden van het bergingsgebied. Dit plan bevat tenminste de volgende onderdelen: communicatie, afsluiting, maatregelen.

5.2 Aanbevelingen

- In het ontwerpproces is het waterschap het nauw betrokken. We adviseren verdere uitwerking in nauwe samenwerking met het waterschap te blijven doen.
- Aangezien het waterbergingsgebied een belangrijke rol speelt in het beperken van wateroverlast in de gemeente, adviseren we de gemeente om (in overleg met het waterschap) na te denken over uitbreidingsmogelijkheden en hiervoor een strategie op te stellen. Denk hierbij aan het leggen van een ruimteclaim of geen functies toestaan in het beekdal Schaarsbeek die waterberging belemmeren. Hoe langer de gemeente hiermee wacht, hoe minder mogelijkheden er naar verwachting zijn. Dit heeft ook financiële gevolgen.
- We adviseren om het waterpeil in het bergingsgebied te monitoren.
- We adviseren het waterpeil in de gracht zoveel mogelijk het natuurlijke verloop te laten volgen; dus het neerslagoverschot in de winter vasthouden. Verder onderzoek is nodig om te bepalen of en in welke mate dit mogelijk is.
- We adviseren een hydraulische modelberekening (2D1D) uit te voeren om het hydraulisch functioneren te toetsen. In aanvulling hierop adviseren we het systeem bloot te stellen aan een stresstest (bovennormatieve gebeurtenis; bijvoorbeeld de “Kopenhagenbui” of “Limburgbui”).
- Met het oog op het watervoerend houden van de gracht en om effecten van de aanleg in beeld te brengen, adviseren we om een extra peilbuis te plaatsen bij de peuteropvang in Izermanstraat. Met de gegevens van dit extra meetpunt is 1) de noodzaak tot aanvullend onderzoek en eventuele berekeningen te bepalen, 2) een controle op aannames uit te voeren en 3) het effect van herstel van de stadsgracht in beeld te brengen. Met de gegevens kunnen eventuele klachten worden bevestigd of weerlegd.

Bijlage 1 Waterhuishouding en aanpassing stadsgracht Slingeplas – 't Broock

Waterhuishouding en aanpassing stadsgracht Slingeplas – 't Broock

1 Inleiding

1.1 Vraagstelling

Onderdeel van het project Slingeplas is het herstellen van de oorspronkelijke stadsgracht. De gemeente heeft Sweco gevraagd de haalbaarheid van de gracht in kaart te brengen. Voorliggende memo beschrijft op basis van de beschikbare informatie welke invloed de aanleg van een gracht op het watersysteem heeft.

1.2 Ontwerp gracht

In figuur 1 is het voorlopige ontwerp van de gracht opgenomen. De gracht heeft in het huidige ontwerp een breedte van tussen de 30-40 m. Het gaat om een oppervlak van circa 7.250 m²; het oppervlak van de bestaande delen bedraagt circa 23.300 m².



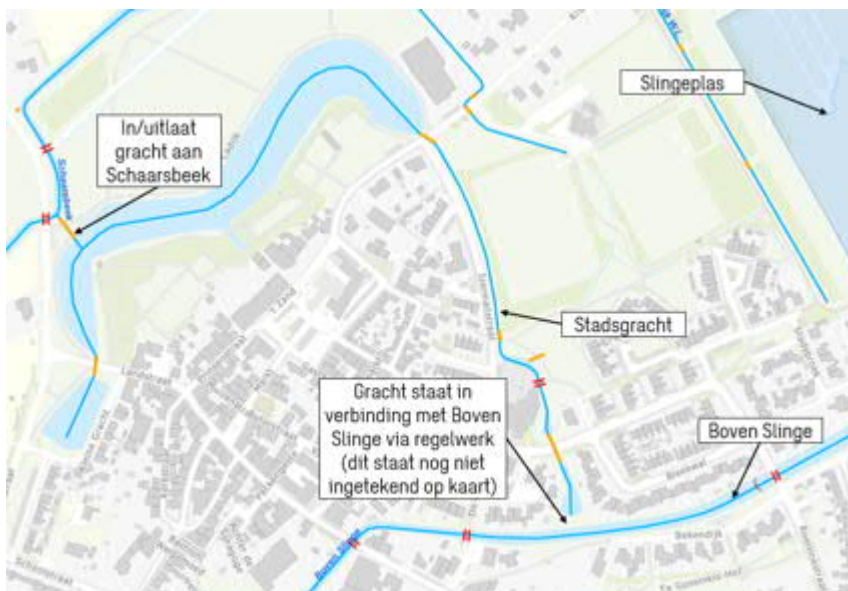
Figuur 1 Voorlopig ontwerp Slingeplas (woningbouwdeel met gracht)

2 Analyse

2.1 Oppervlaktewater

In figuur 2 is een uitsnede van de legger van waterschap Rijn en IJssel (WRIJ) weergegeven. De stadsgracht staat in verbinding met de Schaarsbeek via een duiker. Vermoedelijk gaat het om een open verbinding. Dit betekent dat het waterpeil in de gracht gelijk is aan het waterpeil in de Schaarsbeek. Een stuw ten zuidwesten van Bredevoort reguleert het waterpeil in de Schaarsbeek. Volgens de legger varieert de stuwstand (en daarmee het waterpeil) tussen NAP +24,45 en +24,60 m.

In de zomer van 2023 is de stadsgracht in het zuidoosten verbonden met de Boven Slinge via een nieuwe (inlaat)duiker met afsluiter¹. Dit kunstwerk is nog niet in de legger opgenomen. De inlaatduiker is aangelegd om meer doorspoeling te creëren.



Figuur 2 Uitsnede legger oppervlaktewater WRIJ

2.2 Bodemopbouw

Om de bodemopbouw in beeld te brengen is in mei 2024 veldwerk uitgevoerd (boringen en sonderingen). Hieruit blijkt dat de ondergrond hoofdzakelijk uit zand bestaat. Lokaal zijn dunne klei-/leemlagen aanwezig. In drie boringen is veen aangetroffen; op twee locaties gaat het om een laag van 10-30 cm boven de ingemeten grondwaterstand. Het veen is op deze locaties vermoedelijk veraard. Op de andere locatie is veen dieper in de ondergrond aangetroffen, onder de ingemeten grondwaterstand. Het gaat om een laag van tenminste 20 cm. De exacte diepte is niet vast te stellen, omdat de boring niet dieper is doorgezet. De sonderingen bevestigen het beeld dat veen (zeer) beperkt aanwezig is.

¹ Overleg met Waterschap Rijn en IJssel op 27 maart 2024.

2.3 Grondwater

In de omgeving zijn geen gegevens beschikbaar van de grondwaterstand in het gebied. Daarom heeft de gemeente op advies van Sweco peilbuizen geplaatst (mei 2024). De meetapparatuur is geïnstalleerd, maar op moment van schrijven (augustus 2024) is het dataportaal nog niet ingericht en de data niet op afstand beschikbaar. Tijdens het veldwerk is de grondwaterstand ingemeten; de grondwaterstand lag gemiddeld rond de NAP +24,60 m. Kanttekeningen hierbij zijn:

- 1) het gaat om een momentopname in een periode van het jaar waarin de grondwaterstanden normaal gesproken een dalende trend vertonen;
- 2) de winter 2023-2024 en het voorjaar 2024 natter dan gemiddeld zijn en de grondwaterstanden daarmee hoger dan normaal zijn;
- 3) uit overleg met de rioolbeheerder² blijkt dat de sportvelden gedraineerd en bemalen worden. Dit betekent dat de grondwaterstanden zonder deze voorzieningen (in de toekomstige situatie) hoger is. Om deze reden is daarom geen meetpunt aangelegd op de sportvelden.

2.4 Waterkwaliteit

In de huidige situatie laat de waterkwaliteit te wensen over. In de zomer is regelmatig sprake van blauwalg. De verwachting is dat ook met de inlaatconstructie doorspoeling onvoldoende kan plaatsvinden om de waterkwaliteit te verbeteren. Door verschillende maatregelen, waaronder het vergroten van het volume van de gracht (draagkracht vergroten), kan de waterkwaliteit worden verbeterd. In een afzonderlijke notitie zijn de resultaten en adviezen uitgebreider beschreven.

2.5 Conclusie

Gezien de bodemopbouw (zand) en de hoogte van de grondwaterstand is de stadsgracht grondwatergevoed. Dit betekent dat onder normale omstandigheden het waterpeil in de gracht te handhaven is. Wel is aandacht nodig voor de inrichting en waterkwaliteit. Hierbij valt te denken aan een verdiept deel (ook in drogere perioden watervoerend) en een flauw oplopend talud (onder normale omstandigheden watervoerend). Daarnaast zorgt afkoppelen van regenwater van de gemengde riolering en aansluiting hiervan op de gracht voor extra aanvoer. Verder onderzoek is nodig om andere mogelijkheden in beeld te brengen (onder andere regionaal watersysteem en of de Slingeplas). Tijdens extreme droogte is niet uit te sluiten dat het peil zakt. In 2018, een extreem droog jaar, is dit terug te zien op beeldmateriaal (Google Streetview en Cyclomedia). Op dit materiaal is ook te zien dat de gracht nog watervoerend is.

2.6 Invloed/kansen ontwikkeling

- Warmte uit oppervlaktewater halen (energieopwekking), hiermee wordt ook beperkt stroming gecreëerd;
- Mogelijkheden tot verbetering waterkwaliteit;
- Meer water vasthouden (nu wordt de omgeving gedraineerd en bemalen; in de toekomst kan meer water vanuit de ontwikkeling worden vastgehouden waardoor langer water beschikbaar is).

² Overleg met gemeente Aalten op 14 maart 2024

Bijlage 2 Notitie waterkwaliteit stadsgracht Slingeplas – 't Broock

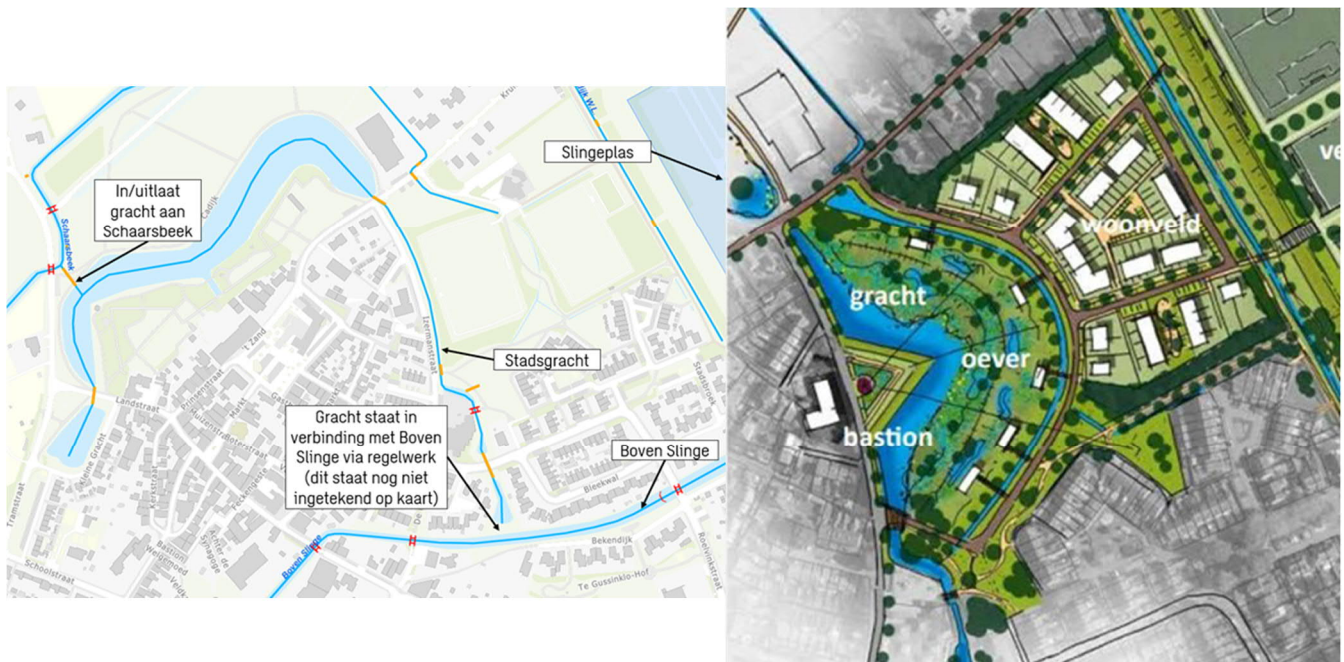
Waterkwaliteit stadsgracht Slingeplas – 't Broock

Versie: D1

Auteur: Iris van Eck

Gecontroleerd door: Guus Kruitwagen

Is het voor de waterkwaliteit bevorderlijk om de gracht met de Boven Slinge te verbinden?



Figuur 1-1 Watersysteem links en ambitieplan rechts

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Ten behoeve van een nieuwe groene wijk en het herstellen van de cultuurhistorische waarde van het bastion ligt er een ontwerp waarin een tweede gracht wordt aangelegd met een moeraszone.

Het waterschap is in eerste instantie niet enthousiast over een tweede gracht, omdat het de verblijftijd van het water verlengt en de waterkwaliteit daardoor niet zou verbeteren.

Wij zijn gevraagd om het werkelijke effect van de tweede gracht op het systeem te onderzoeken, om zo de haalbaarheid van het plan te toetsen.

1.2 Doel

Vanuit landschappelijke overweging ligt er de wens om het systeem uit te breiden. Onderdeel daarvan is om de toevoer vanaf de Boven Slinge naar de Grote gracht om te vormen naar een bredere gracht met moeraszone.

Het doel van dit onderzoek is objectief het systeem functioneren te onderzoeken vanuit waterkwaliteit als onderbouwing voor het wel of niet omvormen van de toevoer naar gracht met moeraszone. Hieruit volgt concreet advies over het verbeteren van het gehele grachtsysteem.

De uitdaging is de beperkte hoeveelheid beschikbare informatie. In deze analyse doen we een verkenning op basis van beschikbare bouwstenen.

2 Huidige situatie

2.1 Watersysteem

- 2.1.1 De Boven Slinge is een beek die zorgt voor aanvoerwater van de gracht (zie Figuur 2-2). Nu bestaat de verbinding tussen de Boven Slinge en Grote gracht een deels overluisde stadsgracht (zie Dimensies

Oppervlakte van de nu bestaande gracht is ongeveer 23296m². Voor het totale oppervlak van de grote gracht met de nieuwe gracht is voor de richtlijn van de modelberekening een oppervlakte van 40000m² aangehouden. De waterdiepte is geschat op 1m.

2.1.2 Waterbodem

De waterbodem bestaat uit veen of zand, de bodemonsters ontbreken. Een systeem met een zandbodem is minder gevoelig dan veen, vandaar dat nu wordt uitgegaan van de zogenoemde 'worst case scenario', veen.

2.1.3 Debiet

22-10-2024

Versie D1

Voor gegevens van het watersysteem is openbaar beschikbare data gebruikt.

Debietgegevens komen van waterschap Rijn en IJssel; Verdeelwerk Bredevoort Bovenslinge – Stuw Debiet Daggemiddeld (m³/s) (zie Figuur 2-1). Hierbij is onderscheid gemaakt tussen het zomer- en wintergemiddelde. Omdat de zomer de periode is dat verhoogde nutriëntgehalten aan het licht komen is voor de modelberekening het zomergemiddelde gebruikt van de Boven Slinge. Van het debiet in de gracht zijn geen gegevens. Voor dit onderzoek is uitgegaan van een debiet van $\frac{1}{4}$ tot $\frac{1}{10}$ deel (zie Figuur 3-1) van het zomergemiddeld debiet van de Boven Slinge.

Gemiddelde	Debiet Boven Slinge	Debiet van $\frac{1}{4}$ van Boven Slinge door nieuwe gracht
Zomergemiddelde	1,228m ³ /s	0,307m ³ /s
Wintergemiddelde	2,151m ³ /s	0,537m ³ /s

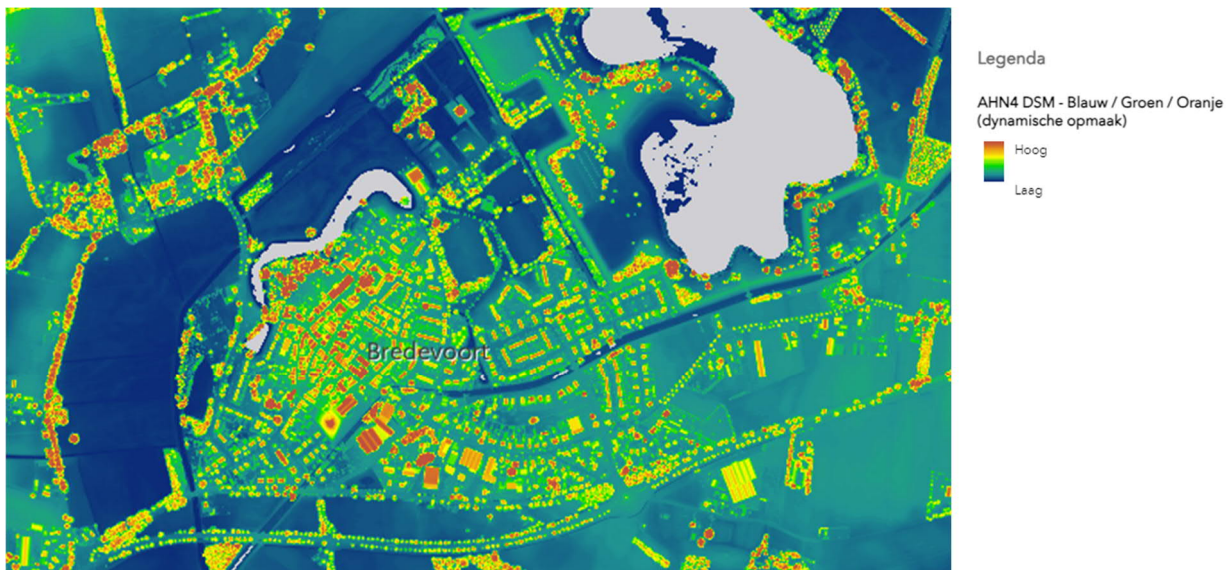
2.2 Waterkwaliteit

Er zijn geen hydrologische meetgegevens en meetreeksen beschikbaar voor de gracht. Het visuele beeld van de gracht geeft wel een indicatie van de waterkwaliteit. Vanuit het aanzicht van de gracht is de waterkwaliteit al af te lezen (zie Figuur 2-2). Toch zijn monitoringsgegevens onmisbaar voor het vinden van de juiste oplossingen.

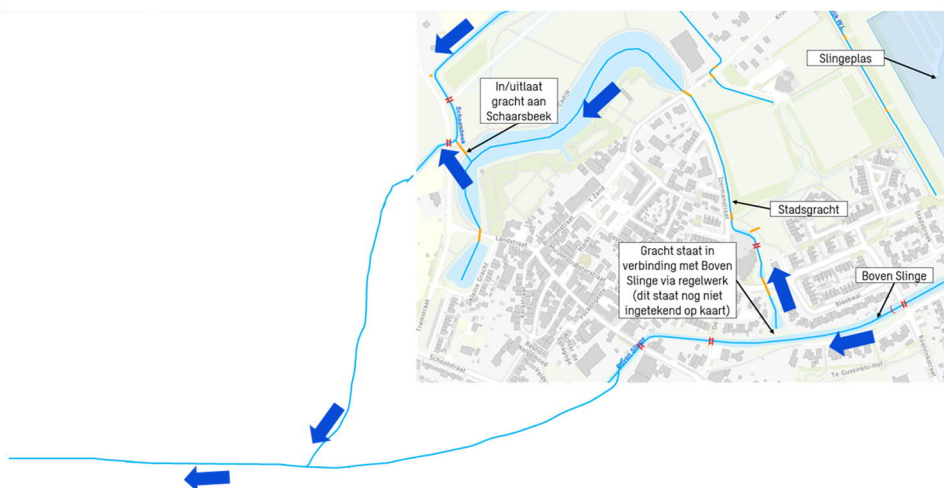


Figuur 2-2 Foto van de Grote gracht (Google Streetview, juni 2022).

).



Figuur 2-2 Hoogtekaart voor stroomrichting



Figuur 2-3 Watersysteem; Boven Slinge → kleine gracht met ambitieplan voor moeraszone → Grote gracht → Schaarsbeek → Boven Slinge

2.2.1 Dimensies

Oppervlakte van de nu bestaande gracht is ongeveer 23296m². Voor het totale oppervlak van de grote gracht met de nieuwe gracht is voor de richtlijn van de modelberekening een oppervlakte van 40000m² aangehouden. De waterdiepte is geschat op 1m.

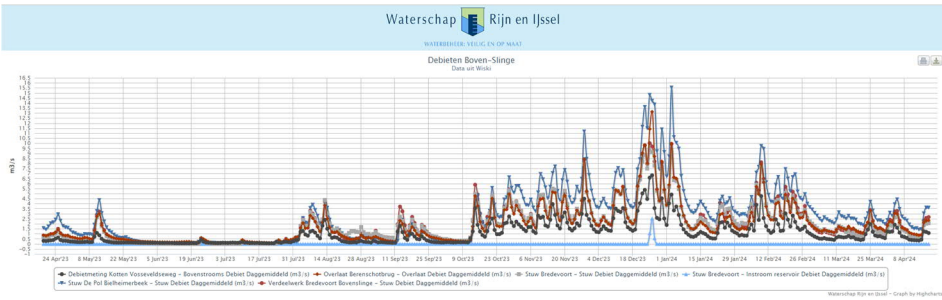
2.2.2 Waterbodem

De waterbodem bestaat uit veen of zand, de bodemonsters ontbreken. Een systeem met een zandbodem is minder gevoelig dan veen, vandaar dat nu wordt uitgegaan van de zogenoemde 'worst case scenario', veen.

2.2.3 Debiet

22-10-2024

Voor gegevens van het watersysteem is openbaar beschikbare data gebruikt. Debietgegevens komen van waterschap Rijn en IJssel; Verdeelwerk Bredevoort Bovenslinge – Stuw Debiet Daggemiddeld (m3/s) (zie Figuur 2-1). Hierbij is onderscheid gemaakt tussen het zomer- en wintergemiddelde. Omdat de zomer de periode is dat verhoogde nutriëntgehalten aan het licht komen is voor de modelberekening het zomergemiddelde gebruikt van de Boven Slinge. Van het debiet in de gracht zijn geen gegevens. Voor dit onderzoek is uitgegaan van een debiet van 1/4 tot 1/10 deel (zie Figuur 3-1) van het zomergemiddeld debiet van de Boven Slinge.



Gemiddelde	Debiet Boven Slinge	Debiet van 1/4 van Boven Slinge door nieuwe gracht
Zomergemiddelde	1,228m3/s	0,307m3/s
Wintergemiddelde	2,151m3/s	0,537m3/s

Figuur 2-1 Debiet

2.3 Waterkwaliteit

Er zijn geen hydrologische meetgegevens en meetreeksen beschikbaar voor de gracht. Het visuele beeld van de gracht geeft wel een indicatie van de waterkwaliteit. Vanuit het aanzicht van de gracht is de waterkwaliteit al af te lezen (zie Figuur 2-2). Toch zijn monitoringsgegevens onmisbaar voor het vinden van de juiste oplossingen.

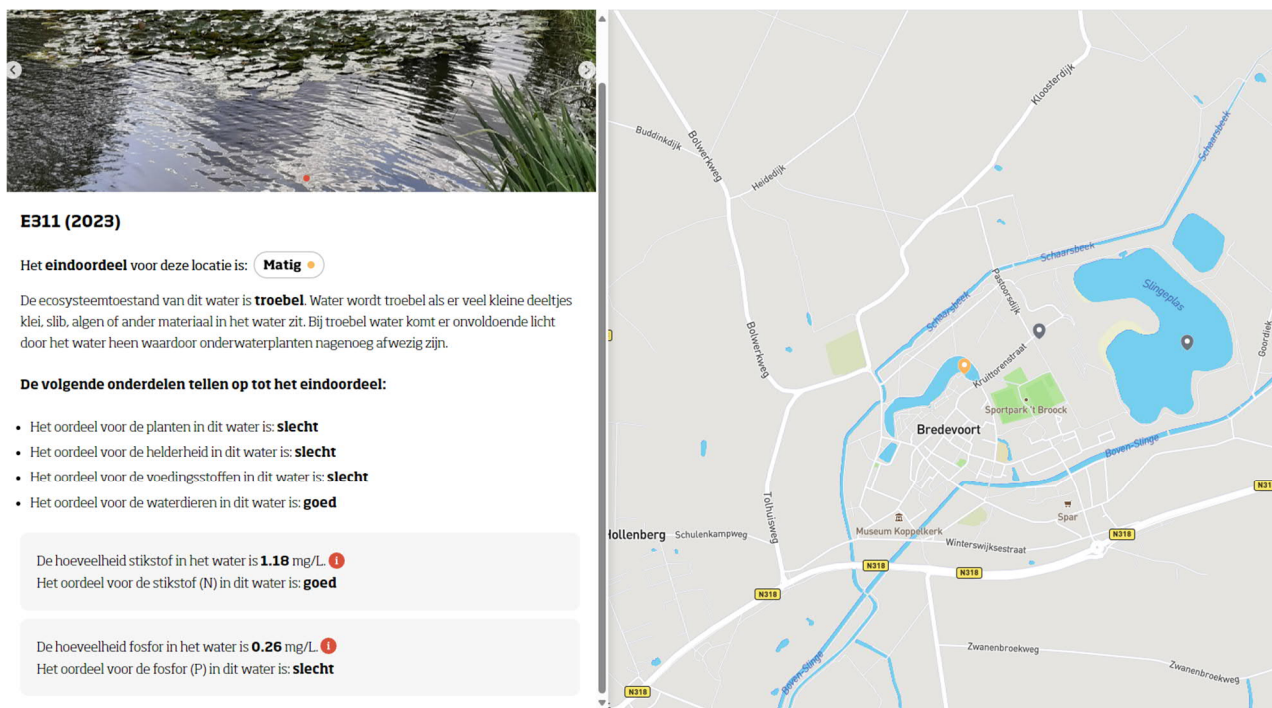


Figuur 2-2 Foto van de Grote gracht (Google Streetview, juni 2022).

2.3.1 Nutriënten

Burgers hebben voor het onderzoeksrapport Vang de Watermonsters van alle kleine wateren de waterkwaliteit gemeten. Via de website van Natuur & Milieu is de data beschikbaar. Via deze weg is de concentratie totaal fosfor bekend van de Grote gracht (zie Figuur 2-3).

Het waterschapsmeetpunt ver bovenstrooms in de Boven Slinge geeft eenzelfde gemiddelde waarde als in de gracht gemeten is. Het is daarom ook aannemelijk dat de hoofdaanvoer van het grachtwater afkomstig is van de Boven Slinge.



Figuur 2-3 Vang de Watermonsters van Natuur&Milieu 2023.

2.3.2 Blauwalg

Waterschap Rijn en IJssel heeft in de Grote gracht blauwalgmonsters genomen in 2015. Dit is gedaan op twee verschillende locaties in de gracht. De concentraties blauwalg zijn in het noordoosten van de gracht hoger dan aan de zuidwest kant van de gracht (zie Figuur 2-4). Dit kan komen door windwerking.

Zuidwest kant				Noordoost kant			
Tijdstip	Chlorofyl-a WNS9296 CHLfa [ug/l] [INSU] [OW]		Chlorofyl-a WNS9253 CHLfa [ug/l] [blauwalg] [OW]	Tijdstip	Chlorofyl-a WNS9296 CHLfa [ug/l] [INSU] [OW]		Chlorofyl-a WNS9253 CHLfa [ug/l] [blauwalg] [OW]
27-08-2015 12:08	13.50		18.30	08-09-2015 11:09	76.20		33.70
27-08-2015 12:08	10.40		16.40	27-08-2015 12:08	35.60		55.50
				27-08-2015 12:08	20.40		30.30



Figuur 2-4 Blauwalg concentratie

De aanwezigheid van blauwalg betekent dat er hoge nutriëntconcentraties aanwezig zijn. De fosfor concentratie bevestigt dit.

2.3.3 Huidige gebruik van de gracht

De gracht maakt onderdeel uit van een park. Het water heeft daarom bij voorkeur een mooi aanzicht en een acceptabele geur.

Vaak wordt een park gebruikt als hondenuitlaatplaats. Dit maakt het aannemelijk dat er honden in de oever poepen en in het water zwemmen.

De gracht heeft daarnaast een sportvisfunctie. Hier hangt aan vast dat er karperachtigen zwemmen, vissen worden uitgezet in de gracht en de vissen regelmatig worden gevoerd.

3 Systeem analyse

Om het effect van de aanpassing van het watersysteem op de waterkwaliteit te onderzoeken maken we gebruik van het denkkader van de Ecologische Sleutelfactoren (ESF's) (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). In deze studie kijken we naar de eerste drie ESF's omdat deze de belangrijkste randvoorwaarden voor een ecologische waterkwaliteit afdekken.

Aan de hand van de ESF's onderzoeken we eerst de belangrijkste stuurknoppen voor de waterkwaliteit in de huidige situatie. Daarna verkennen we vanuit dit denkkader het effect van de verandering van de inrichting van de gracht.

3.1 Analyse huidige situatie

3.1.1 ESF 1 Productiviteit van het water

In deze paragraaf wordt het huidig functioneren van het systeem onderzocht aan de hand van ESF 1.

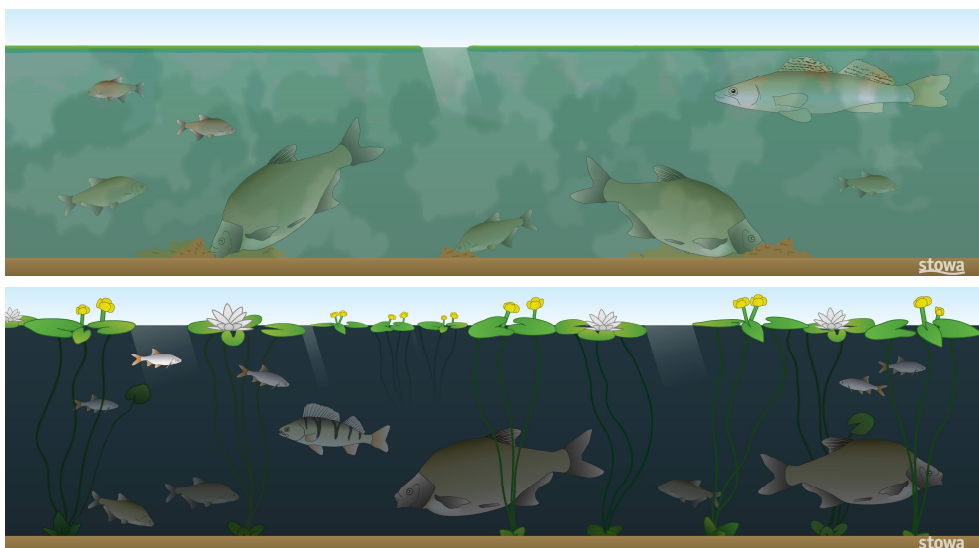
Als eerste kijken we naar de huidige toestand van het water. Bekend is dat er periodiek blauwalgenbloei optreedt. Momentopnames in de zomerperiode laten zien dat het water troebel en algengedomineerd is, maar dat drijfbladvegetatie aanwezig is. De toestand houdt het midden tussen de ecosysteemtstanden 'Troebel water met veel (blauw)algen' en 'Water met drijfbladplanten'.

De algen gedomineerde toestand laat zien dat de productiviteit van het water te hoog is. Dit vermoeden wordt bevestigd als we de verhouding tussen kritische belasting en actuele belasting onderzoeken met PCLake.

ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN

-  Productiviteit water
-  Lichtklimaat
-  Productiviteit bodem
-  Habitatgeschiktheid
-  Verspreiding
-  Verwijdering
-  Organische belasting
-  Toxiciteit
-  Context

Figuur 3-1 Ecologische sleutelfactoren (STOWA).

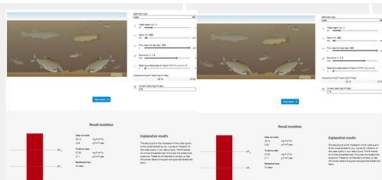


Figuur 3-2 Boven: Troebel water met veel (blauw) algen, onder: Water met drijfbladplanten.

Wegens gebrek aan data is hieronder een tabel opgenomen met schattingen en aannames over het functioneren van het systeem, gecombineerd met de berekening met het PC Lake metamodel.

22-10-2024

Versie D1

	1/4 (huidige situatie?)	1/10 (huidige situatie?)	Eenheid
Aanvoer	0,307	0,1228	m ³ /s
	307	122,8	l/s
	26524,8	10609,92	m ³ /d
Diepte	1	1	m
Volume	23296	23296	m ³
Doorstroom	1,138599	0,45544	m/d
	1138,599	455,4396	mm/d
Concentratie	0,26	0,26	mg/l
Oppervlakte	23296	23296	m ²
Belasting	296,0357	118,4143	mg/m ² /d
Kritische belasting			
Schoon naar vuil	35,16	35,16	mg P/m ² /d
Kritische belasting			
Vuil naar schoon	37,56	37,56	mg P/m ² /d
Verhouding P en kP	8,42 – 7,88	3,36 – 3,14 (Belasting > kP)	
			

De huidige waterkwaliteitstoestand laat zien dat het systeem te hoog belast is.

Als we een modelsimulatie met PC Lake doen op basis van de beschikbare gegevens en aannames, zien we dat het fosfor gehalte sterk moet dalen als er verder niets aan het systeem van de grote gracht veranderd. Hierbij nemen we aan dat de waterdiepte van de bestaande gracht en de stroomsnelheid (1/10^e van het debiet van de Boven Slinge) representatief zijn voor het werkelijke systeem.

De belasting van het aanvoerwater en de gracht zijn voor een langzaam stromend systeem te hoog. De kritische fosfor grens is afhankelijk van het debiet 3,14 tot 8,42 keer lager dan de belasting van het aanvoerwater.

Daarnaast moeten we rekening houden met externe belasting door onder andere watervogels, bladval en invloed van sportvisserij. De bijdrage van deze posten is onzeker. Echter, ook zonder deze posten is vermoedelijk al sprake van overschrijding van de kritische grens.

3.1.2 ESF 2 Lichtklimaat

22-10-2024

Versie D1

Door de grote hoeveelheid voedingsstoffen is het water troebel. Algen en zwevende stof hebben de overhand in de waterkolom. Dit zorgt ervoor dat er niet genoeg licht is voor ondergedoken waterplanten voor fotosynthese. Planten kunnen zwevende deeltjes laten bezinken en het water zuiveren. Om het voor planten mogelijk te maken om te groeien moet er wel eerst licht op de bodem komen. De condities voor de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten lijken op basis van de beschikbare informatie niet op orde. De aanwezigheid van drijfbladplanten is hier vaak een bevestiging van. Drijfbladplanten zijn niet afhankelijk van het lichtklimaat en kunnen zich daarom ook in troebele wateren ontwikkelen waarin andere plantengroepen minder kansen krijgen.

3.1.3 ESF 3 Productiviteit bodem

Door verloop van tijd is vermoedelijk een dikke sliblaag opgebouwd uit afgefallen blad van om de gracht staande bomen, verder aangevoerd organisch materiaal en mogelijk veen. Door middel van chemische processen, onder invloed van zuurstof, komen voedingsstoffen vrij die eerder waren opgeslagen in de bodem. Door woeling van karperachtigen en mogelijk zwemmende honden wordt de zuurstofmenging in de bodem en de vertroebeling van het water versterkt.

Slib

In de gracht zijn drijfbladplanten aanwezig. Dit type planten is kenmerkend voor een situatie met weinig doorzicht en een dikke sliblaag. Vermoedelijk is de vijver al lange tijd niet gebaggerd. Om nalevering vanuit de bodem te beperken is baggeren aanbevolen.

Drijfbladplanten

Op delen waar het ondieper is zijn drijfbladplanten gevestigd. Deze planten komen voor waar andere planten geen licht kunnen krijgen en de sliblaag te dik is om te wortelen. Daarnaast werpen deze planten schaduw op het al door licht beperkte systeem. Deze planten komen niet voor in stromend water. De stroming is zichtbaar beperkt.

Het totaalbeeld suggereert een hoge productiviteit van de waterbodem, waardoor gesteld kan worden dat ESF3 niet op orde is.

3.1.4 Conclusie op basis van ESF 1-3 voor de huidige situatie

De indrukken van het watersysteem op basis van de 3 ESF's sluiten op elkaar aan. In het watersysteem lijken de voorwaarden bij ESF 1, 2 en 3 niet op orde. Om verbetering in de huidige situatie mogelijk te maken is sturing op vermindering van de productiviteit van het water het belangrijkste aandachtspunt.

Vanwege het samenhangende beeld uit de ESF's 1 tot en met 3 is het aannemelijk dat we de belangrijkste kenmerken van het systeem in beeld hebben. Dit is voldoende basis om op door te bouwen met een toekomstscenario.

4 Toekomstscenario

In dit hoofdstuk wordt berekend hoe het systeem gaat functioneren met een vergrootte gracht. Hierbij wordt de rol van ESF 1, productiviteit water (externe belasting), verkend aan de hand van PC Lake.

4.1 Model berekening PC Lake

In de modelberekening van PC Lake van het watersysteem van de grote gracht is gespeeld met verschillende parameters om de oorzaak van het probleem te duiden. Als we een modelsimulatie met PC Lake doen op basis van de beschikbare gegevens en aannames, zien we dat zowel vergroting (buffergrootte) als moerasoppervlak (zuivering) grote invloed hebben op het systeem.

- Het model heeft een te beperkte doorstroom voor dit systeem, het maximaal invoerbaar debiet is 200mm/d.

4.1.1 Scenario 1 Grotere buffer

De tweede gracht wordt aangelegd. Dit zorgt ervoor dat de stroming beperkt is en het water langer in de gracht verblijft dan in de huidige situatie. De vergroting van het wateroppervlak vergroot de buffer, waardoor de relatieve belasting verlaagt. In dit scenario is geen moeraszone aanwezig. Is deze er wel dan verandert de kwaliteit direct positief.

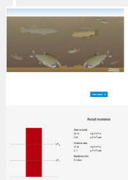
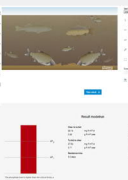
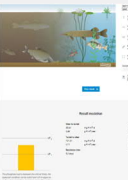
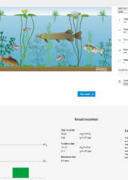
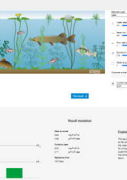
4.1.2 Scenario 2 Schoner aanvoerwater

Scenario 2 gaat uit van een situatie waarin de tweede gracht is aangelegd, zonder moeraszone en de stroming hetzelfde is als in scenario 1. Essentieel in dit scenario is dat de aanvoer van nutriënten vanuit de Boven Slinge is verminderd of er extra regenwater wordt aangevoerd, waardoor de netto nutriëntstroom verminderd.

4.1.3 Scenario 3 Het ontwerp bij benadering

Het laatste scenario bootst de nalevering na bij een relatief hoge concentratie, met een lage doorstroom en een moeraszone van 0,5m²/m². Dit laat de effectiviteit van een moeraszone zien. De belasting is in dit laatste scenario zeer hoog gezet, om aan te geven dat er een robuust systeem is ontstaan.

	¼ (huidige situatie?)	1/10 (huidige situatie?)	1/10 en bij komen van tweede gracht	1/10 en bij komen van tweede gracht en sterk verminderen nutriëntstroom, behouden stroming	Afnemen stroming, toenemen concentratie, bij komen van tweede gracht	Eenheid
Aanvoer	0,307	0,1228	0,1228	0,1228	0,0001 m ³ /s	
	307	122,8	122,8	122,8	0,1 l/s	
	26524,8	10609,92	10609,92	10609,92	8,64 m ³ /d	
Diepte	1	1	1	1	1 m	
Volume	23296	23296	40000	40000	40000 m ³	
Doorstroom	1,138599	0,45544	0,265248	0,265248	0,000216 m/d	
	1138,599	455,4396	265,248	265,248	0,216 mm/d	
Concentratie	0,26	0,26	0,26	0,13	15 mg/l	
Oppervlakte	23296	23296	40000	40000	40000 m ²	
Belasting	296,0357	118,4143	68,96448	34,48224	3,24 mg/m ² /d	

Kritische belasting					
Schoon naar vuil	35,16	35,16	55,34	55,34	5,84 mg P/m ² /d
Kritische belasting					
Vuil naar schoon	37,56	37,56	101,51	101,51	6,02 mg P/m ² /d
Verhouding P en kP	8,42 – 7,88	3,36 – 3,14	1,25 – 0,68	0,62 – 0,34	0,55 – 0,54 (Belasting > kP)
					

Figuur 4-1 Scenario's voor metamodel PC Lake. In de laatste rij is de uitkomst in het metamodel weergegeven. (kP = kritische fosfor belasting)

4.2 Conclusie op basis van ESF 1-3 voor het toekomstscenario

Met behulp van het metamodel van PC Lake worden verschillende scenario's doorgerekend. Hieruit komt naar voren dat doorstroming van het systeem niet de oplossing is voor het waterkwaliteitsprobleem, de buffercapaciteit vergroten in combinatie met het omlaag brengen van de nutriëntstroom wel. Wanneer het oppervlak van het watersysteem groter is, wordt de belasting verdeeld over een groter oppervlak.

5 Oplossingsmaatregelen

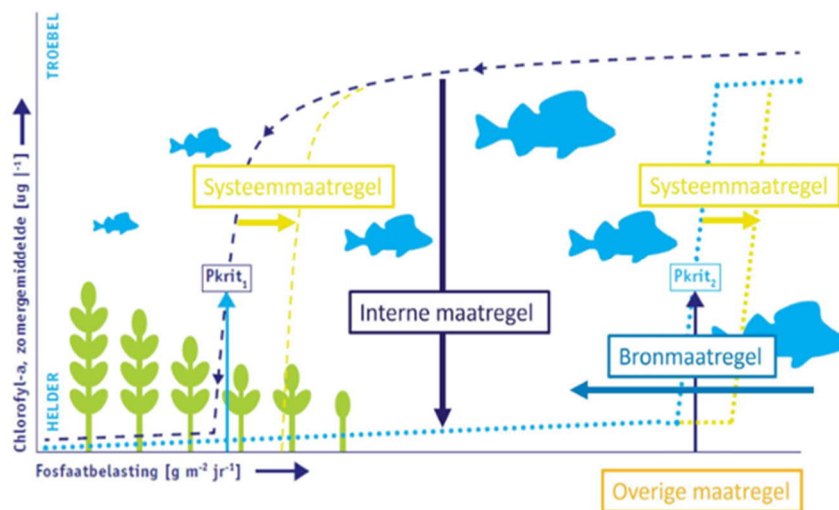
22-10-2024

Versie D1

5.1 Verbetermaatregelen

Om het systeem van troebel naar helder te maken is doorgaans meer inspanning nodig om het systeem schoon te maken dan dat het was om te vertroebelen (zie Figuur 5-1).

Er zijn verschillende maatregelen om het systeem kwalitatief te verbeteren. Er is onderscheid te maken in het type maatregelen, namelijk bronmaatregelen en systeemmaatregelen.



Figuur 5-1 Systeem veranderen in kwaliteit (STOWA).

Bronmaatregel:

- Zo min mogelijk voedingsstoffen komen vanuit de omgeving in het oppervlaktewater (voedingsstoffen: stikstof- en fosfor verbindingen).
Beekwater kan door de korte verblijftijd voedselrijker zijn dan wanneer het stil komt te staan. Bij een bredere watergang zoals de gracht neemt de stroomsnelheid af, daarnaast stroomt slechts een deel van het water van de Boven Slinge richting het noorden door de gracht naar de Schaarsbeek. Voor de verblijftijd is het water van de Boven Slinge te voedselrijk.
- Nalevering vanuit de bodem van de grote gracht kan worden beperkt door middel van baggeren.

Systeemmaatregel:

- Creëren van een robuuster watersysteem. Bijvoorbeeld door stroming toe te laten nemen, oppervlakte te vergroten en/of waterplanten (waaronder helofyten) te stimuleren.
- Beschaduwung: minder licht op het oppervlaktewater en minder warmte zorgt voor minder snelle groei van algen en waterplanten, waardoor langzaam stromend water met meer voedingsstoffen niet tot explosieve groei lijdt.
- Variatie in stroomsnelheid door de gracht ter breedte van een smalle beek onbegroeid te laten. Hierdoor is er ook in de zomer, wanneer er weinig water beschikbaar is stroming in een breed water (met moeraszones). De vegetatie die in sinus wordt weggemaaid/gebaggerd zorgt voor uitmijnen van stoffen en schaduw.
- Helofyten in combinatie met maaien en afvoeren werkt om overige voedingsstoffen, waarvan niet kan worden voorkomen in het systeem terecht te komen, weg te vangen.

5.2 Combinatie van maatregelen voor succes

Er is echter niet maar één maatregel die het probleem oplost. Ook is de volgorde van maatregelen belangrijk om niet onnodig meer inspanning te moeten leveren.

1. De kwaliteit van aanvoerwater vanaf de Boven Slinge verbeteren (zuiveren van fosfor verbindingen).
 - Bron van fosfor in de Boven Slinge beperken.
 - Aanleggen van een helofytenfilter in het aanvoerkanaal.
 - Tot verbetering van systeem de doorvoer van beekwater staken.
 - Regenwater aankoppelen op de gracht.
2. Eerst de kwaliteit van de Grote Gracht verbeteren voor aanleg van een nieuwe gracht.
 - Baggeren (Weghalen van de gehele natte sliblaag).
 - Stoppen van externe belasting.
 - Inzetten op een gezonde vispopulatie.
 - Inbrengen van schoon zand voor flauwe oevers.
3. Regelbare stuw aanbrengen tussen de grote en nieuwe gracht om de twee systemen te kunnen scheiden van elkaar indien gewenst.
4. Na verbetering van de grote gracht naar een schoon systeem met ondergedoken waterplanten een nieuwe gracht met moeraszone aanleggen, voor een robuuster systeem.

6 Synthese

22-10-2024

Versie D1

De huidige waterkwaliteitsproblemen in de Stadsgracht laten zien dat de plas overbelast is met voedingsstoffen. Er is sprake van overbelasting als de toevoer van nutriënten (met name fosfor) hoger is dan de natuurlijke draagkracht van het watersysteem voor nutriënten. Dit levert twee stuurknoppen op waar aan gedraaid kan worden om de waterkwaliteit te verbeteren:

- de toevoer van nutriënten, ofwel de belasting;
- en de draagkracht, aangeduid als de kritische belasting.

Huidige situatie

De belasting op de Stadsgracht bestaat uit bladval, nalevering van nutriënten vanuit aanwezig slib, ontlasting van watervogels en honden, voergebruik door sportvissers en inlaat van water vanuit de Slinge.

De kritische belasting van de plas wordt bepaald door de afmetingen van de plas, de hoeveelheid moerasvegetatie en de mate van doorstroming van de plas.

In de huidige situatie is de aanvoer vanuit de Slinge heel beperkt. De verblijftijd in de Stadsgracht is daardoor zodanig lang dat de plas als een stilstaand water functioneert. De doorspoeling is zo laag dat deze geen invloed heeft op de kritische belasting, maar de geringe doorspoeling leidt wel tot aanvoer van nutriënten en dus tot extra nutriëntenbelasting. Het is daarom wenselijk om de aanvoer van water vanuit de Slinge zoveel mogelijk te beperken.

Handelingsperspectief

Door slimme keuzes te maken bij de uitbreiding van de Stadsgracht kan de natuurlijke draagkracht van de plas worden versterkt. Deze keuzes schuilen vooral in aanpassing van de dimensies van de plas en het vergroten van potenties voor de groei van waterplanten. Daarbij kan het best worden ingezet op behoud van de plas als een stilstaande waterpartij. De waarde van doorspoeling is daarbij beperkt omdat doorspoeling een bron van extra nutriëntenbelasting vormt waardoor de verhouding tussen belasting en kritische belasting onbedoeld juist ongunstiger gemaakt wordt.

Naast goede keuzes bij de herinrichting van de Stadsgracht zou daarnaast moeten worden ingezet op vermindering van de belasting op de plas vanuit de benoemde bronnen.