

Watersysteemanalyse De Laak

Inzicht in het watersysteem

Titel rapport : Watersysteemanalyse De Laak
Onderwerp : Watersysteemanalyse De Laak
Versie : 2
Status : Definitief
Datum : 3 april 2019
Opgesteld door : Nick Hoekman

INHOUDSOPGAVE

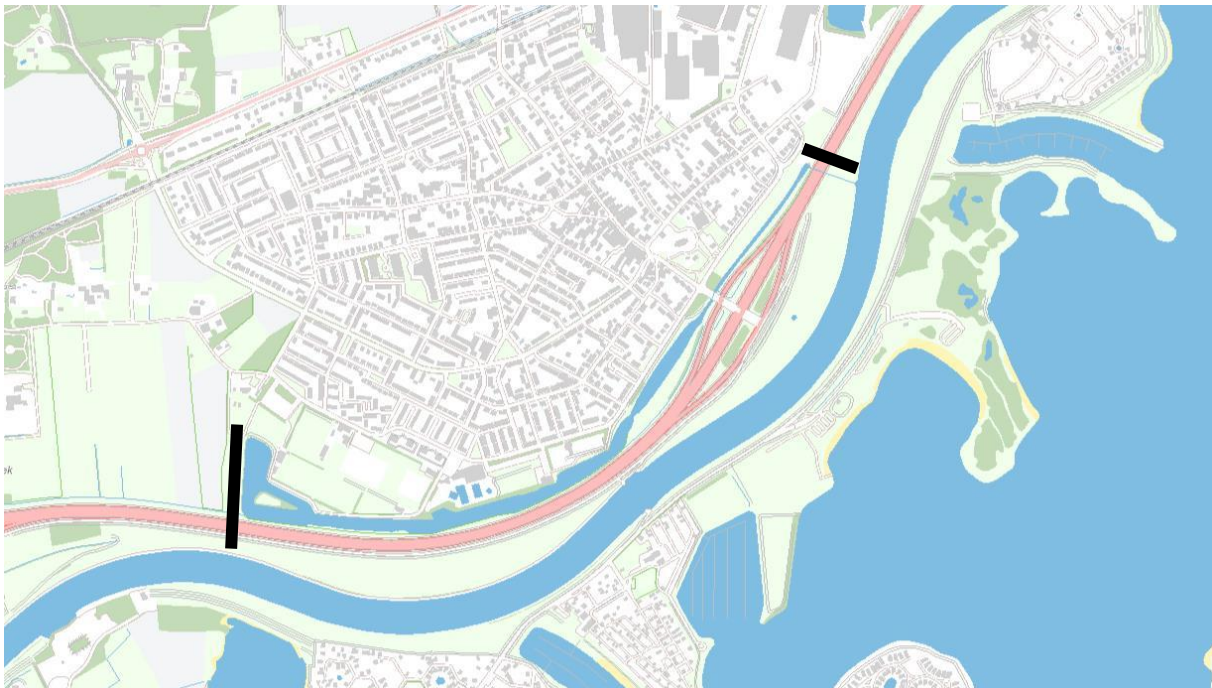
1 Inleiding	5
1.1 Inleiding	5
1.2 Rheden en de Laak.....	5
Deel: A	7
2 Watersysteem	9
2.1 De bodem	9
2.2 De diepe en ondiepe bodemopbouw.....	10
2.2.1 De diepe bodemopbouw	10
2.2.2 De ondiepte bodemopbouw.....	11
2.3 Het grondwatersysteem	12
2.4 Het oppervlaktewatersysteem	17
2.4.1 Beekhuizerbeek.....	17
2.4.2 De Laak.....	18
3 Waterkwaliteit	19
3.1 Waterkwaliteit	19
3.2 Bodemkwaliteit.....	19
3.3 Ecologie.....	20
3.4 Riolering	21
4 Conclusie	23
4.1 Watersysteem	23
4.2 Waterkwaliteit	23
Deel: B	25
5 Oplossingsrichtingen	27
5.1 Masterplan Zuidflank Rheden	27
5.2 Waterschap Rijn en IJssel.....	27
5.3 Inrichtingsvraagstukken	28
6 Vervolg	31
Bijlagen	33
Bijlage A Debiet Beekhuizerbeek	35
Bijlage B Rapportage Econcultancy.....	39
Bijlage C Ecoscan	43

1 Inleiding

1.1 Inleiding

De gemeente Rheden heeft in 2017 een masterplan opgesteld voor de zuidflank van de kern Rheden. Een belangrijk element in het masterplan is de Laak, het waterelement ten zuiden van de kern Rheden. In deze watersysteemanalyse wordt de werking van de Laak beschreven wat als input dient voor de nadere uitwerking van het Masterplan. Het plangebied is weergegeven in figuur 1. De centrale vraag voor de watersysteemanalyse is: *'Hoe functioneert het hydrologische systeem en welke processen zijn hier van invloed op'* en *'Wat is de kwaliteit van het water en de bodem'*.

De watersysteemanalyse is opgedeeld in twee delen, een statisch deel (A) waar het systeem en de werking en de kwaliteit wordt beschreven, een dynamisch deel (B) waar ingegaan op de koppeling met het Masterplan en veel voorkomende vragen.



Figuur 1: plangebied de Laak

1.2 Rheden en de Laak

De Laak en Rheden zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. De naam Rheden is afgeleid van het woord Rheton, wat woonplaats aan het riet betekent. Oude delen van het dorp liggen op de grens van de hoger gelegen enk en de lager gelegen uiterwaardgronden. De Laak vormt van oudsher op deze plek de zuidelijke grens van het dorp. Op de kaartbeelden van 1850 en 1900 (zie fig. 2,3) is te zien dat de bebouwing zich heeft gevestigd langs de Laak, welke ook direct de scherpe overgang accentueert tussen de enk het lagergelegen Rhedense laag. In de loop der tijd blijft de structuur van de Laak zichtbaar, tot omstreeks

1970 wanneer bij de aanleg van de N348 de Laak wordt omgevormd tot een kano-visvijver.
(bron: Masterplan Zuidflank Rheden)

De Laak omvat een oppervlakte van ruim 5.7 ha en heeft een gemiddelde diepte van 1.5m. Ten westen van de Oranjeweg heeft de Laak een gemiddelde breedte van ruim 35 meter. De taluds zijn veelal begroeid en voor een deel voorzien van beschoeiing, welke divers is van kwaliteit.



Figuur 2: Rheden anno 1850 (bron: Masterplan Zuidflank Rheden)



Figuur 3: Rheden anno 1900 (bron: Masterplan Zuidflank Rheden)

Deel: A

Watersysteemanalyse

2 Watersysteem

In dit hoofdstuk wordt het watersysteem van de Laak beschreven. Om een goed inzicht te verkrijgen in de werking van het watersysteem wordt eerst een beschrijving gegeven van de bodemopbouw en het grondwater om daarna het oppervlaktewatersysteem te beschrijven.

2.1 De bodem

Het onderzoeksgebied ligt in een overgangszone van het Veluwe-massief naar de IJssel. De zuidelijke randzone van Rheden, een sterke overgang tussen enk en uiterwaarde van de IJssel. Waarbij de loop van de Laak een oude slenk of geul vormde van de IJssel.

Ten noorden van Rheden loopt het maaiveld sterk op tot boven NAP +100 m. Richting de IJssel - met een scherpe overgang ter hoogte van de Arnhemsestraatweg - neemt de maaiveldhoogte af tot circa NAP +10 m in de uiterwaarden v/d IJssel onder de Laak/Rijksweg.

Het Veluwe-massief betreft een door landijs opgestuwd pakket bestaande uit grondborenen en zandlagen, die soms leemhoudend zijn. Als gevolg van stuwing vormt dit pakket een complexe eenheid in tegenstelling tot rivierafzettingen.

Informatie over de maaiveldhoogte is afkomstig uit het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN). Het gebied rondom de Laak is relatief vlak; de maaiveldhoogtes liggen tussen NAP + 9,5 m en NAP + 11,0 m. De waterkering tussen de Laak en de IJssel, de Provincialeweg A348, heeft een hoogte van circa NAP + 14,0 m.



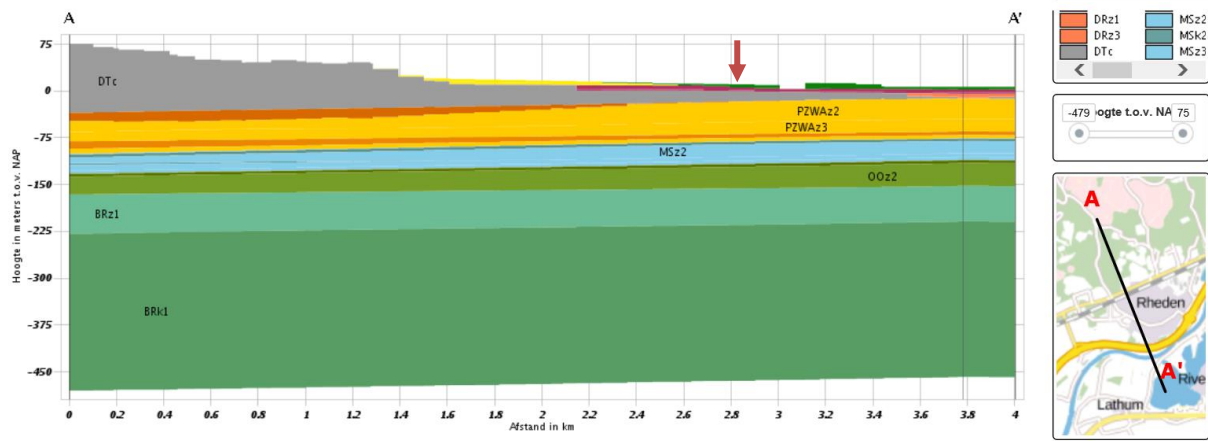
Figuur 4: AHN-beeld voor de kern Rheden

2.2 De diepe en ondiepe bodemopbouw

Hieronder volgt een korte beschrijving van de diepe en ondiepe bodemopbouw ter hoogte van de Laak.

2.2.1 De diepe bodemopbouw

Om inzicht te krijgen in de bodemopbouw van de diepere bodem is gebruik gemaakt van de informatie die het DINO-loket verstrekt. Figuur 5 geeft een beeld van de bodemopbouw tot een diepte van 125 m waarbij het profiel dwars op de IJssel is genomen. In figuur 6 is een profiel weergegeven van de diepere bodemopbouw van de Laak (parallel aan de IJssel). Uit deze gegevens komt naar voren dat de bovenzijde wordt gevormd door een aaneengesloten zandpakket met een dikte van enkele tientallen meters. Het zand is matig tot uiterst grof van samenstelling en bevat ook grindlagen. In westelijke richting ligt op dit zandpakket een rivierafzetting bestaande uit klei en klei-houdende zanden. De dikte van dit pakket varieert tussen minder dan 1 m bij de Laak (zie pijltje fig. 5) tot circa 5 m aan de oostkant van Velp. Uit dit profiel komt naar voren dat de Laak met de bodem snijdt door het afdekkende kleipakket en daarmee direct contact met het diepere zandpakket heeft.

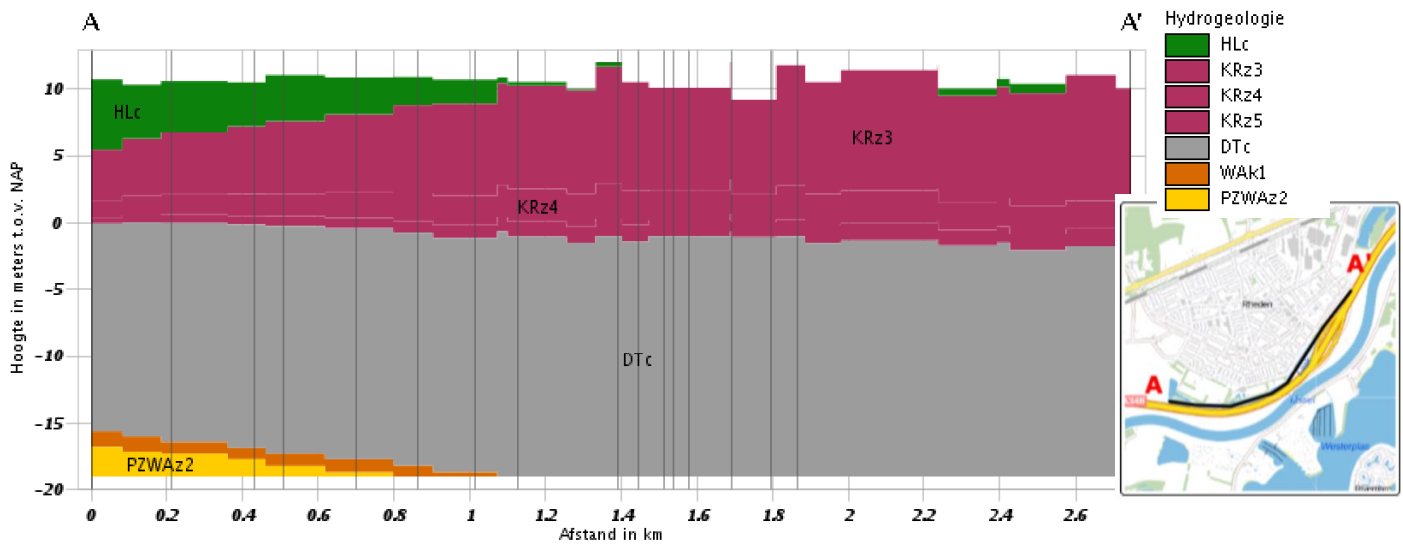


Figuur 5: profiel loodrecht op de IJssel

Onderstaande tabel 1 geeft de nomenclatuur weer van de afzettingen tot circa 125 m beneden maaiveld.

Code	Bodemformatie	Samenstelling
HLc=EC	Formatie van Echteld	<ul style="list-style-type: none"> Klei Zand (matig fijn)
KRz3/KRz4	Formatie van Kreftenheye, zandige eenheid	<ul style="list-style-type: none"> Zand, matig grof tot uiterst grof (210-2000µm), geelgrijs tot grijsbruin, kalkloof tot kalkrijk, matig tot sterk grindhoudend Grind, matig tot zeer grof
DTc	Gestuwde afzettingen, complexe eenheid	<ul style="list-style-type: none"> Leemhoudende fijne en grove zanden met grondmorenen
PZWA	Formaties van Peize en Waalre	<ul style="list-style-type: none"> Matig grof tot uiterst grof zand, zwak tot matig grindig

Tabel 1: bodemopbouw

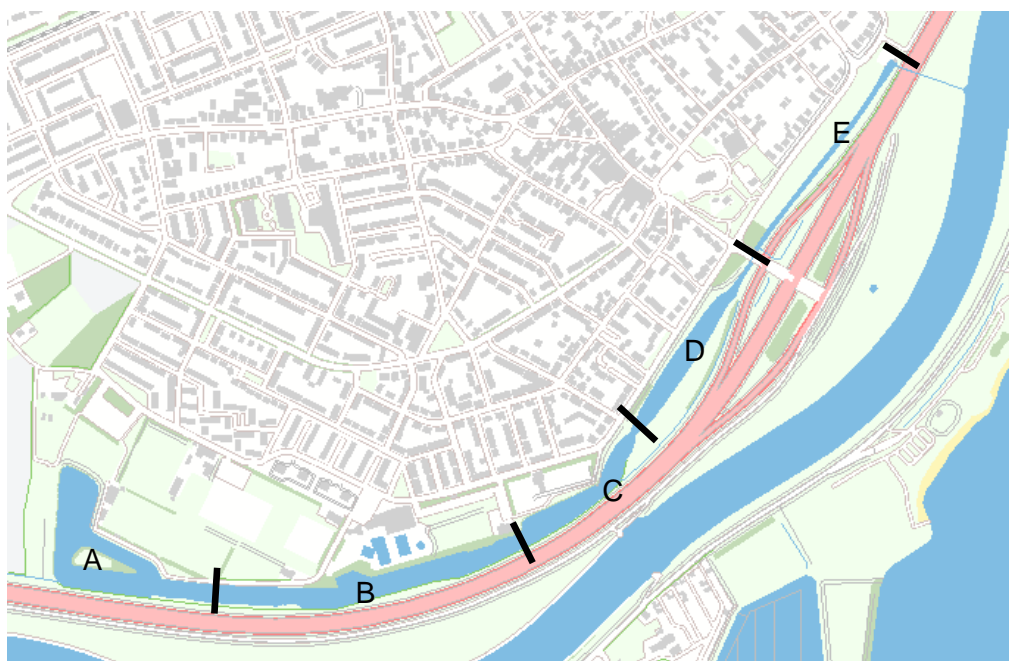


Figuur 6: profiel parallel aan de IJssel

De Formaties van Kreftenheye, Peize en Waalre alsmede de gestuwde formaties vormen tezamen het eerste grote watervoerend pakket. De dikte hiervan loopt op tot vele tientallen meters. Het doorlatend vermogen van dit pakket, zijnde het product van de dikte -D- en de doorlatendheid -k- bedraagt meer dan 1.000 m²/dag.

2.2.2 De ondiepte bodemopbouw

Informatie over de ondiepe bodemopbouw in de Laak is verkregen door boringen te verrichten tot een diepte van 2,50m onder maaiveld. Dit onderzoek is uitgevoerd door Econsultancy op 10 en 11 oktober 2018. Bijgevoegd als bijlage B. Dit was mogelijk omdat de Laak droog was gevallen gedurende de droge zomer van 2018.



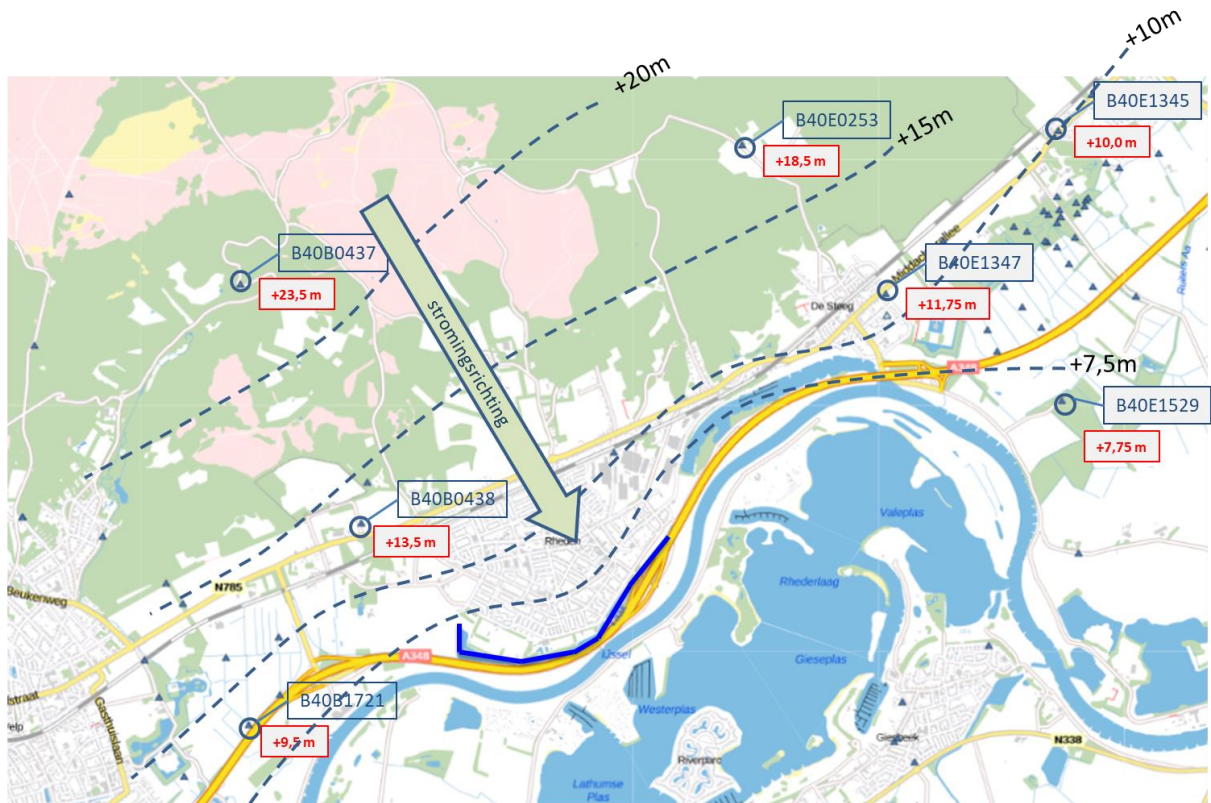
Figuur 7: Overzicht vakken de Laak

Uit de boringen komt naar voren dat in vak A (zie fig.7) tot 2,5 m diepte de ondergrond uit zand bestaat (matig grof, matig slibbig, matig grindig). In vak B bestaat de ondergrond tot 0,5 m onder maaiveld uit klei (sterk zandig, zwak grindig), hieronder tot 2,5 m onder maaiveld bestaat de ondergrond uit zand (matig grof, matig slibbig, zwak grindig). In vak C stond op enkele plaatsen nog circa 0,1 m water. De ondergrond in vak C tot 2,5 m onder maaiveld bestaat uit zand (matig grof, matig slibbig). In vak D bestaat de ondergrond voornamelijk uit zand (matig grof, matig slibbig, matig grindig). In de oostelijke vijf profielen in vak D bestaat de ondergrond tot 0,5 m onder maaiveld uit klei (matig zandig, zwak humeus, zwak grindig). In vak E bestaat de ondergrond tot 1,0 m onder maaiveld uit klei (zwak zandig).

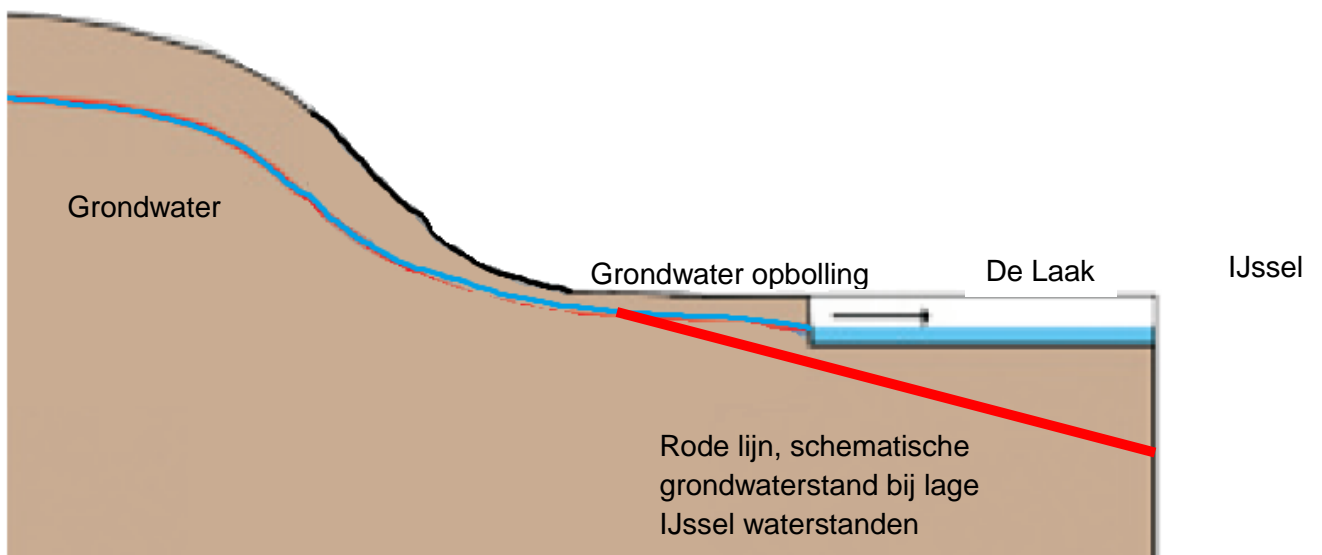
2.3 Het grondwatersysteem

In de omgeving van de Laak bevinden zich diverse peilbuizen die soms al vele tientallen jaren de grondwaterstanden monitoren. Het DINO-loket geeft inzicht in de locatie van de peilbuizen en de data hiervan.

De grondwaterstand ter plaatse van de Laak wordt bepaald door enerzijds het neerslagoverschot in het gebied van het Veluwe-massief en anderzijds door het waterpeil in de IJssel. Jaarrond is er sprake van een helling van de grondwaterstand vanuit het Veluwe-massief in de richting van de IJssel: geïnfiltreerd neerslagwater stroomt horizontaal af door het watervoerende pakket en wordt gedraineerd door de IJssel. De grondwaterstanden zijn daarmee veelal hoger dan de waterstanden in de IJssel. Figuur 8 geeft een beeld van grondwaterstanden in de omgeving van Rheden. Figuur 9 geeft hier een schematische dwarsdoorsnede van weer. Op basis van deze grondwaterstanden kan een gemiddeld isohypsenpatroon worden afgeleid. Dit patroon geeft een duidelijke helling weer van het grondwater van noordwest naar zuidoost en daarmee ook de stromingsrichting loodrecht op de isohypsen.



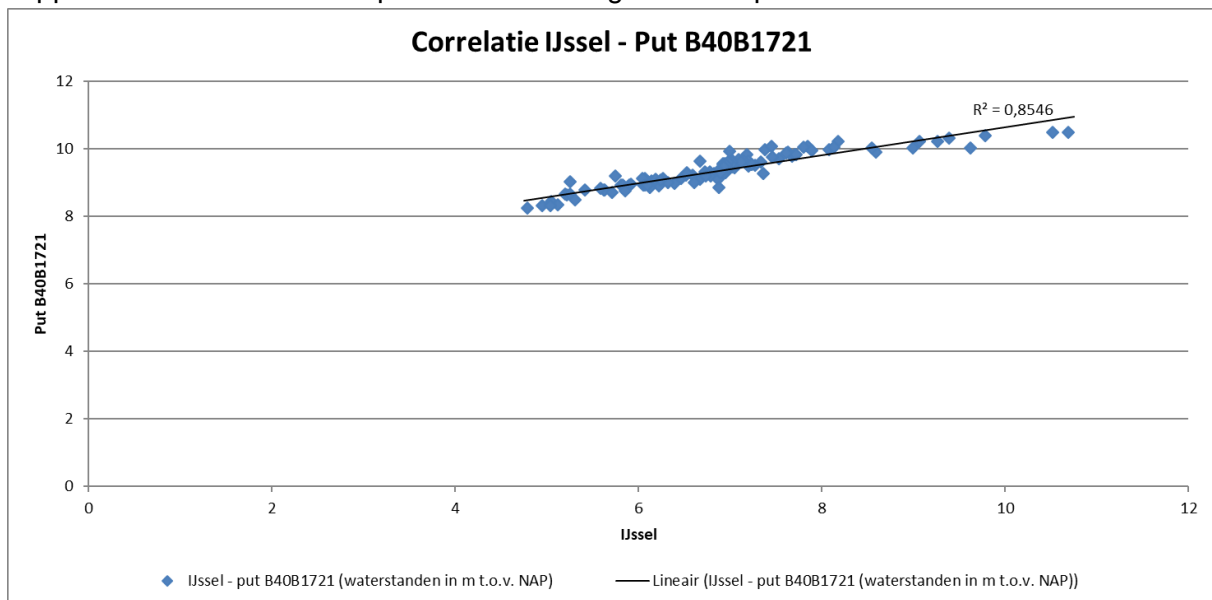
Figuur 8: Isohypsens 1^e watervoerend pakket (geschematiseerd beeld op basis van zeven peilbuizen).



Figuur 9: schematische weergave grondwatersysteem

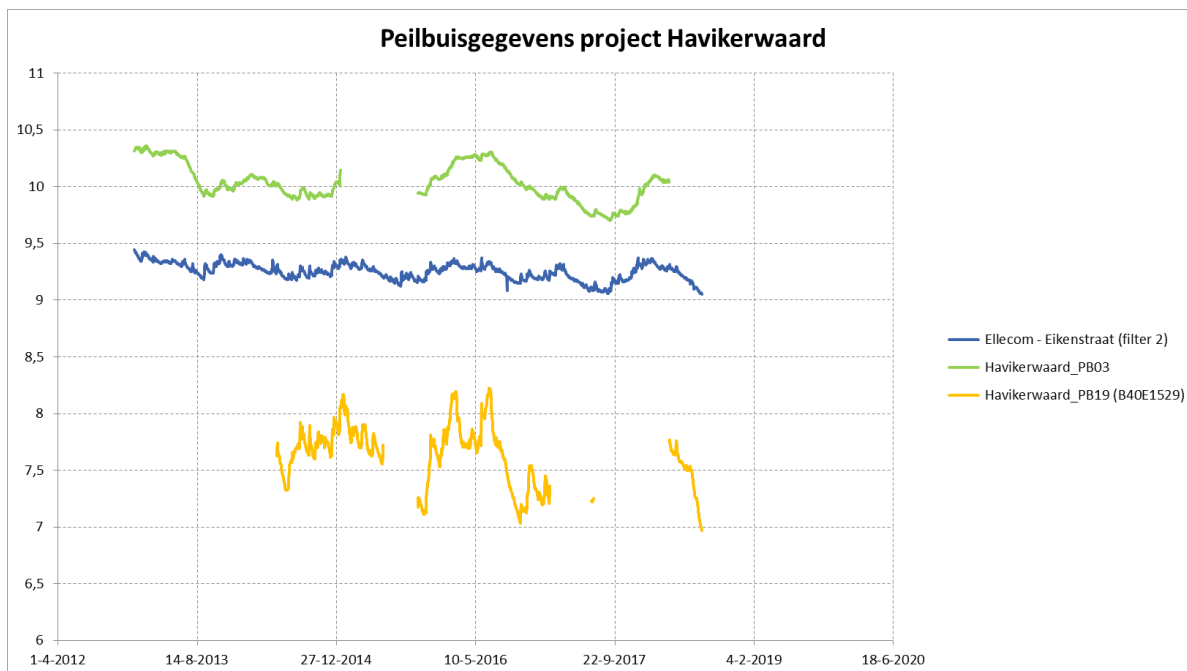
Dit stromingspatroon is niet statisch; grondwaterstanden in het eerste watervoerend pakket hebben een jaarlijkse fluctuatie als gevolg van variatie in neerslagoverschot en IJsselstanden. De fluctuatie van de grondwaterstand neemt toe in de richting van de IJssel. Peilbuis B40B1721 illustreert dat goed. De fluctuatie tussen de gemiddeld hoogste (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) is in deze buis circa 1,50 m (GHG: NAP +10,0m/ GLG: NAP +8,50m). De fluctuaties in IJsselstanden zorgen voor meer of minder weerstand voor het grondwater.

Dat de IJssel een grote invloed heeft op de grondwaterstanden in de omgeving van de rivier wordt geïllustreerd door de correlatiegrafiek in onderstaande figuur 10. Waarbij de R^2 de mate van correlatie aangeeft tussen de peilbuis en de IJssel. Hoe dichter de R^2 bij 1 ligt hoe groter de correlatie. In dit geval is de correlatie $R^2=0,8546$ en dicht bij 1 te noemen. De stippen de momenten waarop de IJssel en de grondwaterput elkaar kruizen.



Figuur 10: correlatie IJssel - peilbuis B40B1721

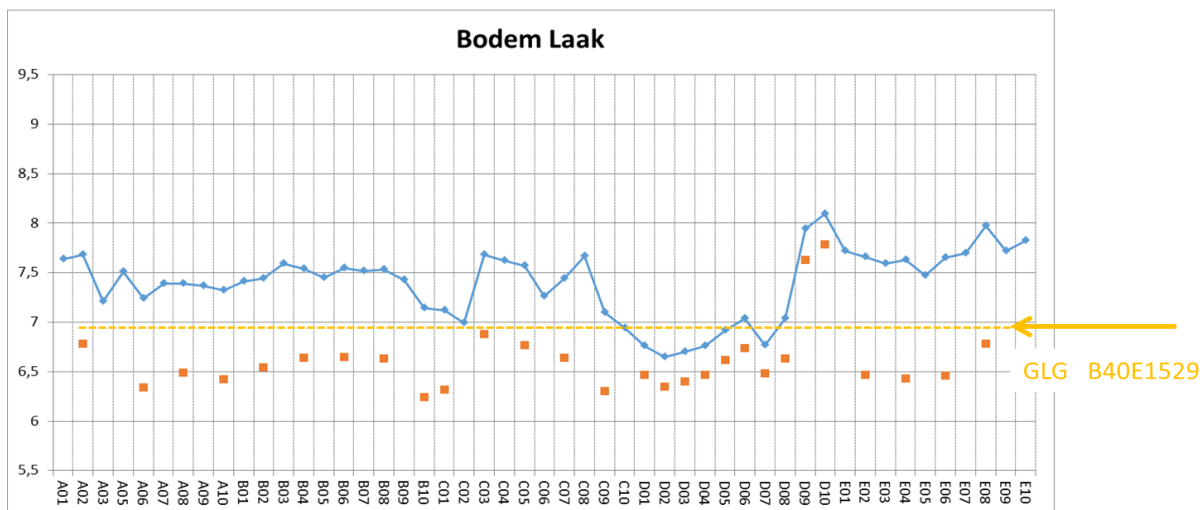
Ook peilbuis B40E1529 geeft een fluctuatie van grondwaterstanden weer; deze buis ligt in de Havikerwaard ten oosten van Rheden. Het grondwater fluctueert in de meetperiode tussen circa NAP +7,0 en NAP +8,25 m. Op de locatie van de Laak zijn geen meerjarige meetreeksen beschikbaar, maar die zouden - rekening houdend met het isohypsenpatroon - ongeveer het verloop weer moeten geven van de peilbuis in de Havikerwaard.



Figuur 11: Peilbuisgegevens Havikerwaard

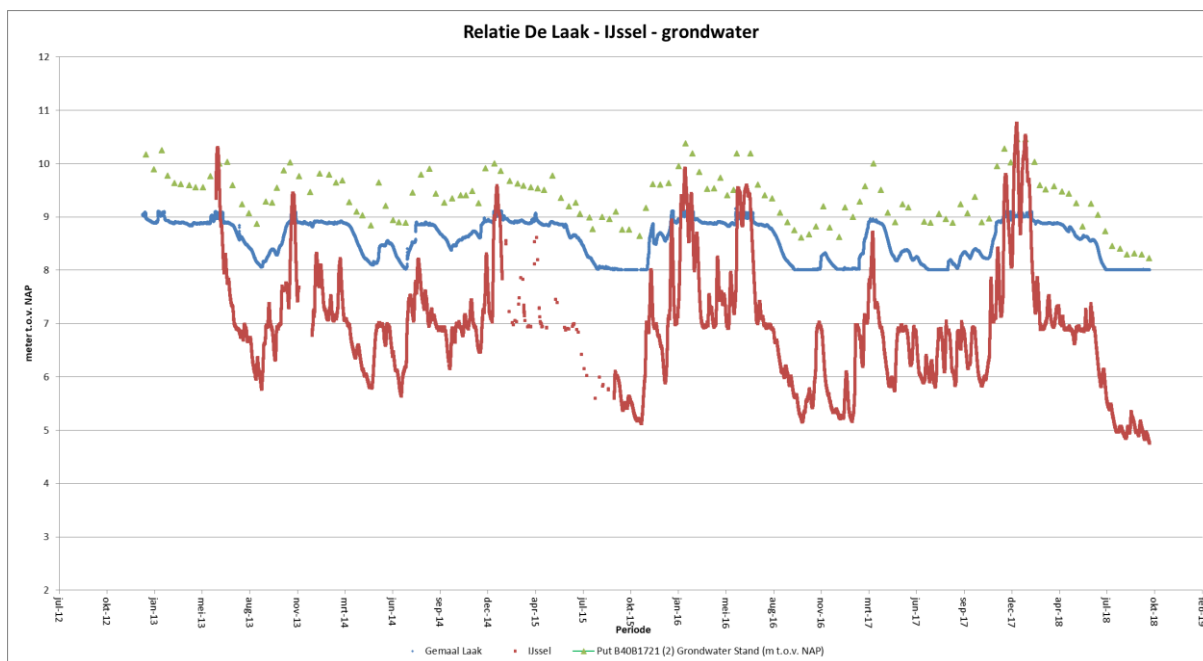
De bodem van de Laak heeft een variabele diepteligging tussen circa NAP +6,65m (sectie D, zie fig. 7) en NAP +8,00 m (sectie E, zie fig. 7). De grondwaterstanden in de omgeving van de Laak liggen overwegend boven het bodemniveau van de Laak. Als de fluctuatie van peilbuis B40E1529 hierop wordt geprojecteerd dan zie je dat in droge perioden grote delen van de Laak kunnen droogvallen.

Navolgende figuur geeft de bodemhoogte van de Laak (bron: Econsultancy, 8 november 2018) weer met daarin de GLG geprojecteerd van peilbuis B40E1529. Ook staan in deze figuur 12 de gemeten grondwaterstanden op 10 en 11 oktober 2018, de grondwaterstanden betreffen hiermee een momentopname. Mogelijk ligt de GLG ter hoogte van de Laak op een iets ander niveau, maar dat de grondwaterstand bepalend is voor de waterstand in de Laak is evident.



Figuur 12: Relatie bodem de Laak (blauwe lijn) - GLG-peilbuis B40E1529' en de waterstanden ten tijden van boring Econsultancy (vierkantjes)

Eerder is de sterke correlatie tussen IJsselstanden en grondwater nabij de Laak genoemd. De grondwaterstand heeft weer een sterke relatie met de waterstanden in de Laak. In de navolgende figuur zijn drie lijnen weergegeven: (1) IJsselstanden (rood) (2) waterstanden in de Laak (blauw) bij het gemaal en (3) grondwaterstanden in peilbuis B40B1721 (driehoekjes). De harmonie tussen deze drie niveaus is duidelijk herkenbaar. Bij een waterstand van NAP +9.00m in de Laak treedt het gemaal in werking en wordt de verdere stijging “afgetopt” die anders door de nog hogere grondwaterstand zou plaatsvinden (en die veroorzaakt wordt door een hoge waterstand van de IJssel). Dat verklaart waarom de blauwe lijn afvlakt bij een hoogte van NAP +9,00m.



Figuur 13: Relatie de Laak (bodem t.h.v. meetpunt is gelegen op NAP +8,00m) - IJssel- grondwater Driehoeken (grondwater, put B40B1721) Blauw (meetpunt gemaal Laak) Rood (waterstand IJssel)

2.4 Het oppervlaktewatersysteem

De bodemopbouw en het grondwatersysteem van directe invloed op het oppervlaktewatersysteem. Storende of juist transporterende bodemlagen zorgen dat grondwater van A naar B gaat en ergens naar het oppervlak stroomt om zichtbaar te worden als oppervlaktewater.

2.4.1 Beekhuizerbeek

De Laak vormt het benedenstroomse gedeelte van de Beekhuizerbeek. De beek is daarmee een van de voedingsbronnen van de Laak. De Beekhuizerbeek ontspringt ten noordoosten van de kern Velp, en wordt gevoed door diverse sprengenkoppen. De sprengen zorgen ervoor dat de beek het gehele jaar watervoerend is en relatief onafhankelijk is van neerslag. Via landgoed 'Beekhuizen' stroomt de beek, opgeleid en/of onder natuurlijk verval richting landgoed 'Biljoen' om daar de gracht van water te voorzien om dan via het buitengebied (agrarisch gebruik) in oostelijk richting naar de Laak te stromen.

Vanwege de sprengenkoppen is het debiet van de Beekhuizerbeek relatief constant, zoals zichtbaar is in bijlage A. Het debiet van de Beekhuizerbeek wordt handmatig gemeten ten noorden van landgoed Biljoen (zie blauwe stip fig. 14). Het gemiddeld debiet over 10 jaar (start meting 2009) met een maandelijks meetmoment bedraagt 17 l/s. Met een minimum van 7 l/s en een maximum van 60 l/s. Ter hoogte van de Laak is dit debiet lager, vanwege verdamping en wegzijging, echter zijn hier geen concrete meetgegevens van beschikbaar.



Figuur 14: Overzicht beken

2.4.2 De Laak

De Beekhuizerbeek (zie fig. 14) stroomt via een stuw (geel bolletje) met een drempelhoogte van NAP +8,90 m de Laak in. Aan de oostzijde van de Laak is stuw en gemaal (rood bolletjes) gesitueerd welke verantwoordelijk zijn voor het waterpeilbeheer in de Laak. Bij een waterstand hoger dan NAP +8,71 m in de Laak en lagere IJsselstanden kan er onder vrij verval worden afgewaterd richting de IJssel. Bij waterstanden hoger dan NAP +9,00 m in de Laak of hogere IJsselstanden slaat het gemaal aan. Het gemaal pomp het water vanuit de Laak richting de IJssel. Dit zorgt ervoor dat de waterstanden van de Laak in normale situaties rond de NAP +8,71 m liggen, bij meer water kan de Laak water bergen tot een niveau van NAP +9,00 m. Bij waterstanden onder de NAP +8,71 m in de Laak is er geen afvoer richting de IJssel.

De Laak staat onder invloed van drie factoren,

- 1) De waterstanden van de IJssel
- 2) Het grondwater (kwel)
- 3) Aanvoer Beekhuizerbeek

De IJssel heeft het grootste effect op de waterstanden van de Laak. In tijden van hogere IJsselveilen wordt de druk verhoogd en stijgen de grondwaterstanden ter plaatse. Dit heeft gezien de bodemopbouw grote invloed op de hoeveelheid kwel wat uittreedt in de Laak. In tijden van lagere IJsselveilen zakt het grondwater juist weg en treedt er een daling van de waterstanden in de Laak in. De mate van de wegzijging is afhankelijk van het druk/peilverschil tussen de Laak en de IJsselstand, hoe groter dit verschil hoe groter de wegzijging. Het water in de Laak zijgt dan via de zandbodem weg richting het grondwater c.q. IJssel. Het debiet van de Beekhuizerbeek is onvoldoende om de wegzijging te compenseren, met als gevolg waterstandsval. Zoals in voorgaande paragrafen beschreven is.

Het gemaal treedt in werking bij hogere waterstanden dan NAP +9,00 m en zorgt voor een maximaal waterpeil in de Laak. Daarmee heeft de Laak, bij waterstanden hoger dan de NAP +9,00 m van de IJssel, een drainerende werking. Door het verpompen van het water uit de Laak richting de IJssel, wordt er grondwater en kwelwater van uit de IJssel afgevangen en een verdere stijging van het grondwater "afgetopt". Dit "aftoppen" van de waterstanden in de Laak heeft bijkomend voordeel, namelijk een beheersing van grondwaterstand in het bebouwde gebied van Rheden bewerkstelligen en daarmee (grond)wateroverlast in perioden met hoge IJsselstanden minimaliseren. Het beheersen van de waterstand in de Laak leidt tot een beheersing van grondwaterstanden en daarmee minder (grond)wateroverlast in Rheden. De Laak moet in natte perioden kunnen draineren.

Zoals in par. 2.3 beschreven heeft het grondwater een bolling richting de Laak dat ervoor zorgt dat de grondwaterstanden in de kern Rheden hoger zijn dan het peil van de Laak. De kern Rheden is hoger gelegen, waardoor het waterpeil van NAP +9,00 m als drainerend peil ook niet tot overlast leidt. Wanneer de drainerende werking van de Laak vervalt zal het grondwater meestijgen met het peil van de IJssel.

3 Waterkwaliteit

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de waterkwaliteit van de Laak en de factoren die hier invloed op uitoefenen.

3.1 Waterkwaliteit

Sinds mei 2018 wordt er gemonitord om de waterkwaliteit van de Laak in beeld te brengen. Op een drietal locaties (zie fig. 16) wordt de waterkwaliteit bemonstert. Dit heeft in 2018 vanwege de droogte geleid tot slechts drie monsternames. Vanwege de extreme droge zomer was het vanaf augustus niet meer mogelijk om de waterkwaliteit te bemonsteren, omdat er geen water meer in de Laak was. De parameters van de drie monitoringmomenten (zie bijlage voor alle parameters) bieden een inzicht in de waterkwaliteit, maar de termijn is te kort om hier echt conclusies aan te verbinden.

Wel geeft het een indicatie van de waterkwaliteit, hieronder uitgezet in een tabel (2), waarbij de parameters van de Laak worden vergeleken met de zwemwaterparameters. Op basis van deze parameters geeft het waterschap een advies over de waterkwaliteit in de aangewezen zwemwateren. Kanttekening hierbij, de Laak is geen aangewezen zwemwater.

Locatie	Brinkweg-Haverweg (n/dl)			Brug Waardweg (n/dl)			Gemaal De Laak (n/dl)		
	22/5	11/06	11/07	22/5	11/06	11/07	22/5	11/06	11/07
Escherichia coli	160	110	272	127	30	30	77	93	15
Intestinale enterococcen	<15	61	15	15	<15	<15	30	<15	61

Tabel 2: waterkwaliteitsparameters

De waterkwaliteit is een risico als de onderstaande parameters worden overschreden:

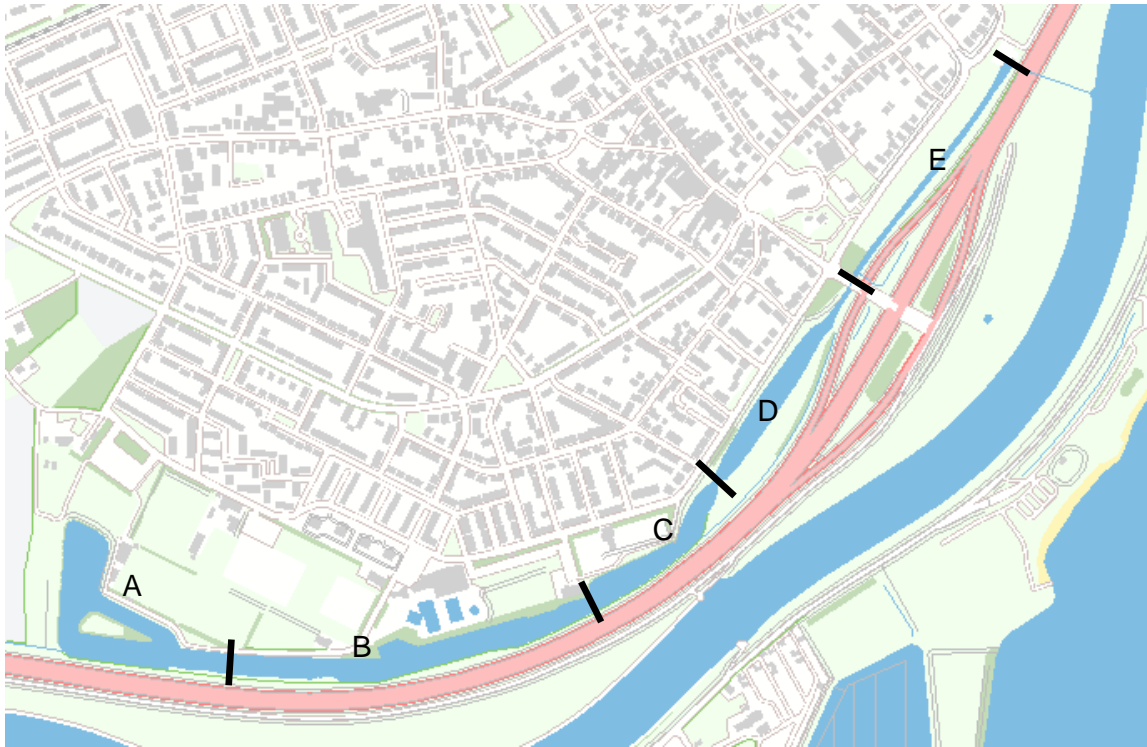
- Escherichia coli > 1.800 n/100 ml (=1dl)
- Intestinale enterococcen > 400 n/100 ml (=1dl)

Een zeer voorzichtige conclusie van de waterkwaliteit van de drie meetmomenten, gerefereerd aan de zwemwaterparameters, is goed te noemen. De gehalten zijn allemaal ruim onder de overschrijdingsnorm. Maar om te kunnen concluderen dat de waterkwaliteit het heel jaar rond ook van de gewenste kwaliteit is, dient de monitoringstermijn te worden verlengd.

3.2 Bodemkwaliteit

De (water)bodem is op 10 & 11 oktober bemonstert door Econsultancy (rapnr. 8212.001). De rapportage is bijgevoegd als bijlage B. De waterbodem van de Laak bestaat hoofdzakelijk uit matig ziltig, matig matig grof, zwak tot matig grindig zand. Voor een deel bestaat de bovenste 0,5 à 1,0 meter van de waterbodem uit klei. Plaatselijk is er een sliblaag aanwezig variërend in dikte van 5 tot 20 cm. Deze diktes van de sliblaag geeft geen aanleiding voor het waterschap om te baggeren. De kwaliteit van de waterbodem verschilt per onderzoeksvak

(zie fig. 15). Binnen enkele onderzoeksvakken zijn er licht verontreinigen aangetroffen. Het betreft hier verontreinigen met o.a. nikkel, kobalt, minerale olie, PCB, metalen en PAK.



Figuur 15: Overzicht monster vakken

In enkele onderzoeksvakken is er sprake van dermate verontreiniging, waarmee het is geclassificeerd als 'Niet Toepasbaar op landbodern'. Deze vakken zijn vervolgens getoetst aan de normen vanuit msPAF (meer-soorten Potentieel Aangetaste Fractie) toets. De msPAF geeft een indicatie over het deel van de bodemorganismen dat nadelige gevolgen kan ondervinden als gevolg van het aanwezige mengsel van verontreinigen. Uit deze toets blijkt dat alle onderzoeksvakken verspreid kunnen worden over de aangrenzende percelen.

3.3 Ecologie

Om de ecologie in beeld te brengen is op een drietal punten een ecologische quickscan uitgevoerd. Deze geeft een beeld van de ecologie op dat moment, het is dus een momentopname. Vanwege de interactie met de IJssel en de mate van afhankelijkheid en beïnvloeding hierdoor geeft deze scan een beeld van 21 juni 2018 (zie bijlage C). De afhankelijkheid zorgt ervoor dat uitkomsten een maand later anders waren, vanwege de extreem droge zomer. Een ruime maand later stond de Laak voor het overgrote deel droog.



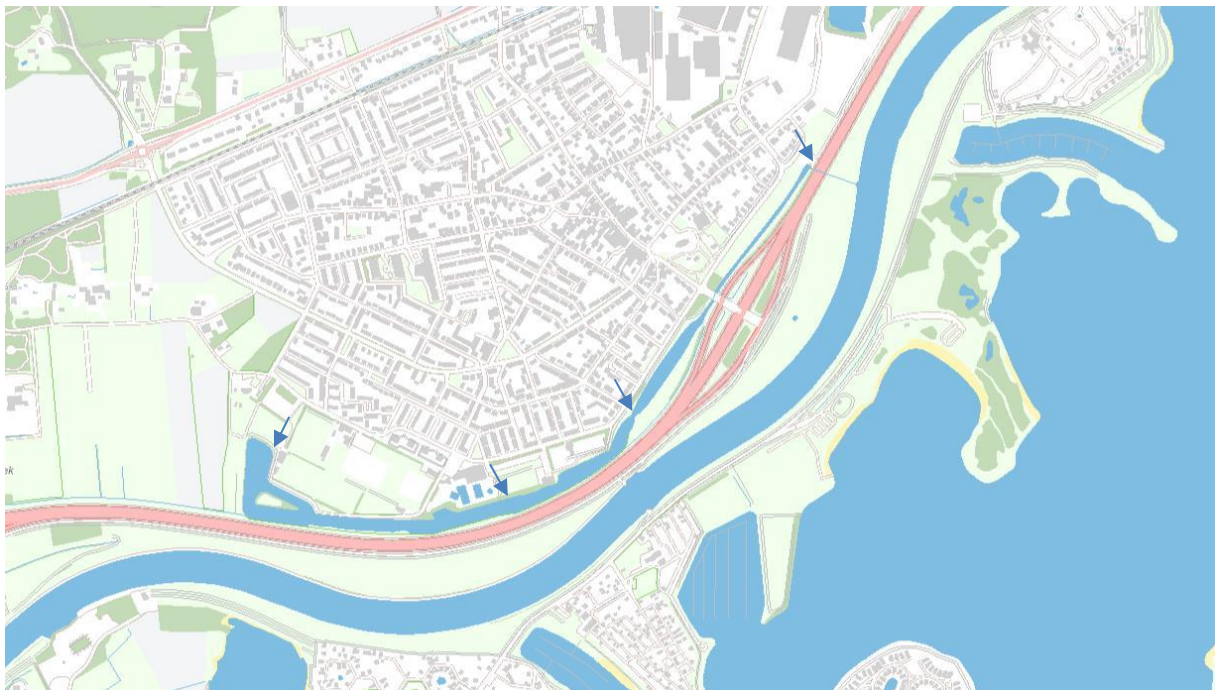
Figuur 16: overzicht monitoringslocatie (waterkwaliteit & ecologische quickscan)

De uitkomsten van de quickscan geven op basis van macrofauna en vegetatie een gemiddelde tot goede ecologische kwaliteit aan. De kwaliteit van het oppervlaktewater is sterk afhankelijk met de waterstand van de IJssel. Zoals in hoofdstuk 2 beschreven heeft de IJssel een grote invloed op de waterstand en waterkwaliteit van de Laak. Bij een uitzakking van de IJssel, zakt eveneens de waterstand de Laak onderuit. De waterstanden hebben grote invloed op de ecologische kwaliteit, bij lagere waterstanden hebben opwarming en eutrofiering grote invloed op de ecologie.

De gemeente Rheden heeft een quickscan flora en fauna (Quickscan flora en fauna zuidflank te Rheden, rapnr. 8862.001) uit laten voeren voor de Laak en omgeving. Uit deze quickscan is gebleken dat er geen beschermden planten- en diersoorten aanwezig zijn in de Laak en omgeving. Wel dient er nader onderzoek plaats te vinden naar kleine marterachtige soorten en een mogelijk sperwernest.

3.4 Riolering

In de wijk om de Laak is een gemengd riool aanwezig, met een tweetal overstorten op de Laak. Ter hoogte van de Brinkweg-Haverweg (ter hoogte van de kinderboerderij) is een bergbezinkbassin gelegen, met een overstortdrempel op een hoogte van NAP +10.80 m. Dit bergbezinkbassin vult zich eerst, waarna het overtollige rioleringswater rechtstreeks wordt geloosd op de Laak. Het bergbezinkbassin zorgt ervoor dat de first flush wordt afgevangen. Deze overstort wordt gemonitord door de gemeente Rheden. Sinds 2013 wordt de overstort gemonitord en geeft inzicht in het volume dat vanuit de overstort in de Laak stroomt. In acht jaar tijd is de overstort acht keer in werking getreden. Dit betrof met name de zomerse maanden (april t/m oktober). Dit komt ook overeen met het weerbeeld van de afgelopen jaren, hevige intense buien in de zomerse maanden. Het volume van de overstorten varieert van 42m³ tot 2656 m³ in een variërende tijdsduur.



Figuur 17: Overstorten Rheden

Ter hoogte van de tafeltennisvereniging is een tweede overstort gesitueerd, het betreft hier echter een hemelwater overstort. Dit zorgt niet voor een extra vuillast op de Laak.

De derde overstort is gelegen in het verlengde van de Waardweg. Dit is een rechtstreekse overstort, zonder bergbezinkbassin. De overstort is de afgelopen twee jaar (2017-2018) tien keer kortdurend in werking getreden. Een ruwe inschatting vanuit de gemeente Rheden geeft aan dat er in totaal een volume van 150 m³ aan vuil water in de Laak is gestroomd.

Een vierde overstort is gelegen bij gemaal de Laak, deze heeft geen rechtstreekse verbinding met de Laak en is dus niet van invloed op de waterkwaliteit.

De twee overstorten, die hoofdzakelijk in werking treden tijdens zomerse perioden, zijn van invloed op de waterkwaliteit. Echter hangt de impact af van het overstortende volume en de waterkwaliteit van de Laak ten tijde van de overstort.

4 Conclusie

4.1 Watersysteem

De bodem van de Laak bestaan hoofdzakelijk uit zand (matig grof, zwak grindig) met op enkele locaties een kleilaag met een maximale dikte van 0.5m bestaande uit een sterk zandig, zwak grindig samenstelling. De bodem heeft een variabele diepteligging tussen circa NAP +6,00 en NAP +8,00 m. Hiermee heeft de Laak een directe verbinding met het grondwater. De grondwaterstanden in de omgeving van de Laak (peilbuis Havikerwaard) liggen gedurende het jaar overwegend boven het bodemniveau van de Laak.

Door de bodemopbouw en bodemhoogtes staat het waterpeil van de Laak onder sterke invloed van de grondwaterstand. De grondwaterstand heeft weer een grote relatie met de stand van IJssel, waarbij de stand van de IJssel leidend is. Bij hoge of lage waterstanden op de IJssel is er sprake van drukverschil, dit leidt tot fluctuaties in de grondwaterstanden. De fluctuaties zijn ook weer terug te vinden in de waterstanden van de Laak.

De Beekhuizerbeek stroomt aan de westzijde de Laak in en heeft een relatief constant debiet. Deze is ondergeschikt aan de invloed van het grondwater. Bij lage IJsselstanden zakt de grondwaterstand onder het bodempeil van de Laak. Hierdoor valt de voeding vanuit het grondwater weg, waardoor ook het waterpeil van de Laak zakt. Het debiet van de Beekhuizerbeek is onvoldoende om de Laak op peil te houden.

Bij hoge IJsselstanden/grondwaterstanden zorgt gemaal de Laak ervoor dat het waterpeil van de Laak op circa NAP +9,00m wordt gehouden en niet verder door kan stijgen. Dit aftobben van de waterstand, zorgt dat de Laak dan drainerend werkt.

Bij een gemiddeld IJsselveil kan de Laak onder vrij verval afwateren richting de IJssel. De Laak wordt gestuwd tot een peil van NAP +8,71 m, waarna het kan afwateren richting de IJssel. Bij hogere IJsselstanden vervalt deze optie en slaat het gemaal aan, om de afwatering richting de IJssel te kunnen garanderen.

4.2 Waterkwaliteit

In 2018 is de waterkwaliteit en de ecologie in en rondom de Laak gemonitord door het waterschap en gemeente. Vanwege de droge zomer heeft dit geleid tot slecht een drietal monitoringsmomenten met betrekking tot de waterkwaliteit. Dit is minimaal om conclusies aan te verbinden. De eerste inzichten geven geen duiding van kwaliteitsproblemen aan. De invloed van de riool overstorten op de waterkwaliteit is hierdoor niet inzichtelijk geworden. Voor de ecologie is een quickscan uitgevoerd. De uitkomsten hiervan geven aan dat de ecologische kwaliteit gemiddeld tot goed is. Maar ook de kwetsbaarheid van het systeem. De waterstanden hebben grote invloed op de ecologische kwaliteit, bij lagere waterstanden hebben opwarming en eutrofiering grote invloed op de ecologie.

De bodem van de Laak is geanalyseerd en bemonstert. Hieruit is naar voren gekomen dat er op enkele plekken een sliblaag is aangetroffen met een dikte van 5 tot maximaal 20 cm. Daarnaast zijn er verontreinigingen met o.a. nikkel, kobalt, minerale olie, PCB, metalen en

PAK aangetroffen. Nader onderzoek wijst uit dat de bodem wel verspreid mag worden op aangrenzende percelen.

Deel: B

Oplossingsrichtingen

Dynamisch groeidocument

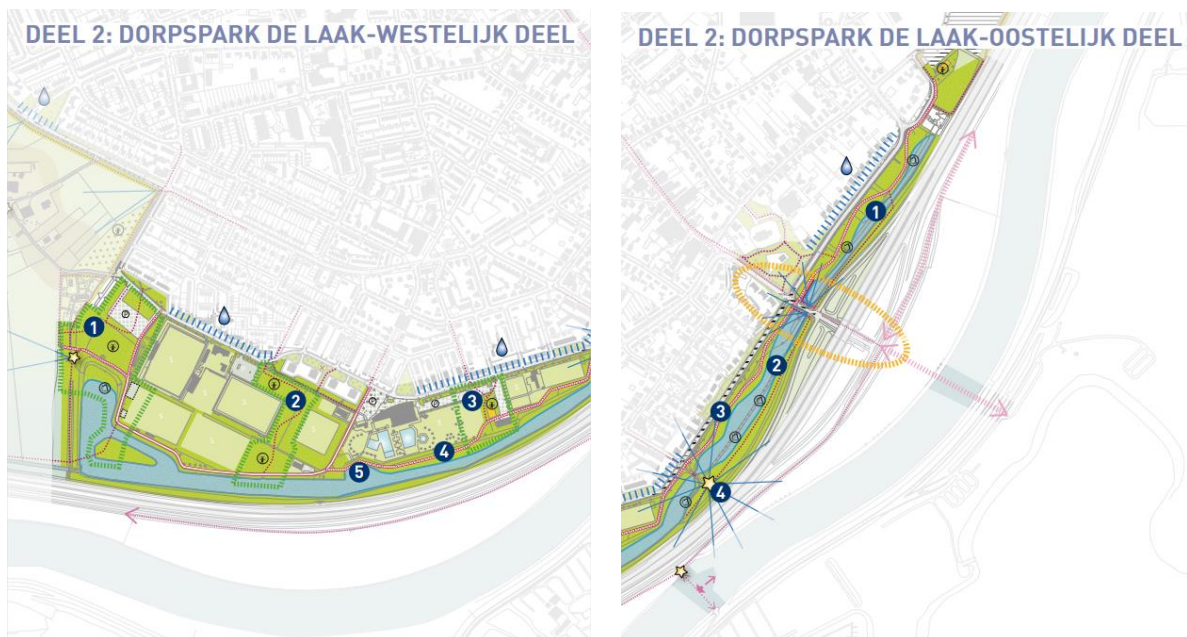
Concept

5 Oplossingsrichtingen

In dit hoofdstuk wordt de koppeling gelegd met het Masterplan, het waterschap en de inrichtingsvraagstukken die er leven over de Laak.

5.1 Masterplan Zuidflank Rheden

Het Masterplan Zuidflank Rheden (fig. 18) is een plan waarin de gemeente Rheden voor de korte en de lange termijn haar ambities heeft vastgelegd voor dit gebied. De Zuidflank is de langgerekte groene zuidrand van het dorp Rheden. Het gebied vormt de overgangszone van de woongebieden naar het buitengebied. Tevens is het gebied een buffer tussen het dorp en de A348 en de entree vanaf de snelweg. Het gebied kenmerkt zich door een grote verscheidenheid aan functies, waaronder sport (zowel binnen als buiten), recreatie en verschillende parkeervoorzieningen. (bron: Masterplan Zuidflank Rheden)



Figuur 18: Masterplan Zuidflank Rheden (bron: Masterplan Zuidflank Rheden)

5.2 Waterschap Rijn en IJssel

Waterschap Rijn en IJssel is de eigenaar en beheerder van de Laak. In die rol is het waterschap ook betrokken bij eventuele ontwikkelingen in of rondom de Laak, zoals het Masterplan. Voor het functioneren van het watersysteem vormt de Laak geen knelpunt. Het waterschap heeft voor de Laak geen opgaven geformaliseerd.

In het waterbeheerplan 2016-2021 van Waterschap Rijn en IJssel staat beschreven dat klimaatsverandering gevolgen heeft voor het regionale waterbeheer. Enkele gevolgen zijn:

- drogere zomers wat resulteert in stilstaand water en droogvallende beken. Dit is negatief voor de ecologie en visstand;
- lange perioden van droogte kunnen leiden tot watertekorten en verminderde waterkwaliteit van het water. Dit kan zowel voor de landbouw als natuur als de stedelijke omgeving grote gevolgen hebben;
- Warme en droge perioden leiden tot meer recreatie in en langs het water, zowel in als buiten de stad. Dit vraagt om een goede waterkwaliteit en een aantrekkelijke inrichting.

5.3 Inrichtingsvraagstukken

In het Masterplan wordt de interactie en de beleving van het water in de Laak versterkt of geaccentueerd. Een stabiele waterstand is een uitgelezen manier om dit te bewerkstelligen en de interactie het gehele jaar rond te garanderen. Echter blijkt uit de watersysteemanalyse dat er sprake is van een natuurlijk systeem met een grote afhankelijkheid van het grondwater, waardoor jaar rond een stabiele waterstand geen garantie is.

Droogval:

Uit de watersysteemanalyse komt naar voren dat de waterstanden in de Laak onder grote invloed staan van het grondwater. Het grondwater heeft een sterke relatie met de waterstanden op de IJssel. Bij langdurige lage IJsselstanden, zakt de grondwaterstand uit tot onder bodempeil van de Laak. Er treedt wegzijging op, zodra deze groter is dan de aanvoer van de Beekhuizerbeek daalt de waterstand in de Laak. De mate van wegzijging is afhankelijk van het druk/peilverschil tussen de Laak en de grondwater/IJsselstand. Hoe groter het verschil hiertussen hoe groter de wegzijging.

Het verdiepen van de Laak:

De watersysteemanalyse laat zien dat de grondwaterstanden gedurende het jaar onder bodempeil van de Laak kunnen weg zakken. Om toch water in de Laak te houden kan de bodem worden verdiept. Dit heeft als resultaat dat er wel water in de Laak zichtbaar is, echter op een zeer laag peilniveau. Het peilniveau is afhankelijk van de dan geldende grondwaterstanden. De diepere delen in contact staan met het grondwater via de grove zand- en grindlagen hebben een natuurlijke verversing als gevolg van grondwaterstroming naar de IJssel. Een mindere waterkwaliteit wordt daarmee afgewend. Een overstort naar de Laak vanuit het gemengde rioelstelsel van Rheden kan wel tijdelijk tot kwaliteitsvermindering leiden.

Deze diepere delen zijn gevoelig voor dichtslibben vanuit de minder diepe delen van de Laak, maar ook door inspoeling onder invloed van de grondwaterdruk. Eventuele verdiepingen dienen vanuit onderhoudsaspect daarom extra aandacht te krijgen. De GLG ter plaatse dient nader te worden onderzocht. Zodat de uiteindelijke verdiepingsdiepte bepaald kan worden.

Het versmallen van het profiel van de Laak

Het versmallen van het profiel behoort tot de mogelijkheden, waarbij het profiel van de Beekhuizerbeek als minimaal profiel kan worden gezien. Daarbij zijn echter wel enkele uitgangspunten van belang. De eventuele herprofilering (versmalling, natuurvriendelijke

oevers, droogvallende oevers), van de Laak dient onder het bestaande stuwpeil plaats te vinden. Het bergend vermogen van de Laak, tussen stuwpeil NAP +8,71m en inslagpeil gemaal NAP +9.00m, dient behouden te blijven. Zodat de huidige werking van de Laak behouden blijft. Het eventuele nieuwe profiel dient wel hydrologisch getoetst te worden. Nader onderzocht dient te worden welk effect het eventueel versmalde profiel heeft op het infiltrerend oppervlak van de Laak en daarmee de invloed die het infiltrerend oppervlak heeft op de verblijfsduur van het water.

Het aanbrengen van een storende laag:

De fluctuaties in het grondwater, zijn bepalend voor de waterstanden in de Laak. Het aanbrengen van een storende laag vermindert dit effect. De weerstand bij het uit treden van het grondwater in de Laak is momenteel minimaal. Wanneer er een storende laag wordt aangebracht, wordt deze weerstand verhoogd. Dit leidt tot drukverschillen (het grondwater is een stromend watervlak, de Laak een minimaal stromend watervlak). De storende laag, zal bezwijken onder de druk van het grondwater. Klei of leem gaan barsten of gaan scheurvorming vertonen, plastic/folie drijft op. In droge tijden drogen leem en klei relatief snel uit, met scheurvorming als gevolg.

Daarnaast dient het grondwater in tijden van hogere IJssel- en grondwaterstanden juist uit te kunnen treden in de Laak om grondwaterproblemen hoger op (de kern Rheden) te voorkomen. Een extra weerstand bij deze uittreding kan leiden tot hogere grondwaterstanden in de kern Rheden, door de opbolling van het grondwater. Het gemaal zorgt ervoor dat de Laak in tijden van hoge grondwaterstanden drainerend werkt door het waterpeil op circa NAP +9.00m te houden.

Het verhogen van het debiet richting de Laak:

De waterstanden in de Laak worden in de eerste plaats beïnvloed door de grondwaterstanden en het infiltrerend oppervlak van de Laak zelf. De mate van wegzijging is afhankelijk van het druk/peilverschil tussen de Laak en de grondwaterstand. Hoe groter het verschil hiertussen hoe groter het gewenste debiet is. In de huidige situatie is het debiet van de Beekhuizerbeek ontoereikend. De watersysteemanalyse wijst uit dat het wegzijgend vermogen significant groter is dan het huidige debiet.

De Laak heeft, met een oppervlak van 5,7 ha, een groot infiltrerend oppervlak. Dit vraagt dan ook evenredig debiet om op peil te blijven. Een theoretische koppeling tussen de Beekhuizerbeek en de Rozendaalse beek geeft in droge tijden geen significante stijging van het debiet. De Beekhuizerbeek heeft een gemiddeld debiet van 17 l/s en een minimaal debiet van 7 l/s. De Rozendaalse beek heeft een handmatig meetpunt met een maandelijkse meetfrequentie ter hoogte van de straat Jeruzalem in Velp. Het gemiddelde debiet vanaf 2017 gemeten is 43 l/s. Het minimum gemeten debiet van de Rozendaals beek op dat punt bedraagt 16 l/s, ter illustratie dit betrof de zomer van 2018.

Van het debiet wat gemeten wordt, bij Jeruzalem, wordt een deel gebruikt voor het stedelijke water in Velp en het overig debiet stroomt richting de vijverpartij bij Overhagen. Het waterschap heeft geen structureel meetpunt bij de uitstroom van de Rozendaalse beek ter hoogte van Overhagen. Het is daarom onbekend hoeveel debiet er overblijft vanaf Jeruzalem tot uitstroom vijverpartij Overhagen.

In droge tijden hebben beide beken een minimaal debiet. Uitgaande van dit minimale debiet voor beide beken en rekening houdend met de watersysteemanalyse zal de verhoging van het debiet geen significant verschil bewerkstelligen waardoor de Laak op peil zou kunnen blijven en niet droogvalt.

6 Vervolg

Uit deze watersysteemanalyse over de Laak komt de grote invloed van de IJssel op de waterstanden in de Laak nadrukkelijk naar voren en het geeft inzichten in het watersysteem. Deze inzichten kunnen bijdragen aan een verdere uitwerking van het Masterplan. En de koers die hieruit volgt.

Afhankelijk van de uitwerking van het Masterplan kunnen nog nadere onderzoeken worden verricht. Zoals het plaatsen van een peilbuis bij de Laak om de grondwaterstanden ter plaatse inzichtelijk te hebben. Het waterschap blijft in 2019 de waterkwaliteit monitoren.

Gemeente en waterschap dienen gezamenlijk op te trekken om te kijken wat het gemeenschappelijke ambitieniveau is met als startpunt het Masterplan en deze watersysteemanalyse.

Bijlagen

Bijlage A Debiet Beekhuizerbeek

L. Beekhuizense beek overlaat

Data uit WIS3



Meteorschap Rijn en IJssel - Graph by Highcharts

Bijlage B Rapportage Econcultancy

Bijlage C Ecoscan

Ecoscan Rheden

Inleiding:

In 2018 wordt een vervolg van een ecologisch onderzoek, na verschillende genomen maatregelen, in de stadsvijver in Rheden uitgevoerd.

Doel:

Het doel van het onderzoek is om inzicht te krijgen in de actuele ecologische toestand van de watergangen.

Werkwijze:

Om het functioneren van de watergang te beoordelen vindt een onderzoek volgens een methode voor stadswateren (EbeoStad) van de STOWA (Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer) plaats.

De uitkomsten van de beoordeling in vijf ecologische niveaus wordt als volgt woordelijk omschreven:

Tabel 1 ecologische niveaus

Hoogste niveau	Klasse 5	Veel karakteristieke soorten aanwezig; een uitgesproken watersysteemtype dat primair bepaald wordt door hydrologie en morfologie met organismen die gevoelig zijn voor factoren als eutrofiering, verzuring en organische belasting
Bijna Hoogste niveau	Klasse 4	Type nog herkenbaar maar veel karakteristieke soorten zijn verdwenen; Menselijke storing is belangrijke stuurfactor geworden.
Middelste kwaliteitsniveau	Klasse 3	Kwaliteit tussen bijna hoogste en laagste niveau. Geen soorten die gevoelig zijn voor de onder hoogste niveau genoemde factoren. Dit niveau komt overeen met de minimumkwaliteit.
Laagste niveau	Klasse 2	Oorspronkelijke ecosysteemtype niet herkenbaar. Soorten die zich handhaven bij (vooral menselijke) verstoringen, overheersen.
Beneden laagste niveau	Klasse 1	Ecosysteem sterk vereenvoudigt; geen bijzondere natuurwaarden.

De beoordelingsmethode bestaat uit twee deoltoetsen.

Deoltoets 1 (Ecoscan 1) is een algemene beoordeling in een meer kwantitatieve zin.

Deze toets is gericht om een snelle impressie te krijgen van:

- De ecologische ontwikkeling en potentie van oever- en watersysteem.
- De belevingswaarde van het ecosysteem

Het onderzoek is gebaseerd op het onderscheid van de aanwezige vegetatie en enkele abiotische componenten die bij een veldbezoek worden genoteerd

Deoltoets 2 (Ecoscan 2) is een kwalitatieve toets en wordt uitgevoerd op basis van een methode voor een te onderscheiden watertype.

In deze toets wordt een uitgebreid chemisch en biologisch onderzoek verricht. De uitkomsten worden gebruikt om de verschillende categorieën en karakteristieken, die een belangrijke rol voor het watertype spelen, te waarderen.

De categorieën met bijbehorende karakteristieke waarden die in deoltoets 2 worden gemeten, zijn: *kenmerkende, inrichting/beheer, trofie en saprobie*

Monsterpunten:

In onderstaande tabel zijn de bemonsterde watergangen weergegeven met het bijbehorende watertype waarmee vervolgens waardering plaatsvindt.

code	straatnaam	Plaats	X	Y	Type
RDN10474	Brinkweg	Rheden	198580	445890	Vijver/kanaal/stadswater

RDN10943	Waardweg	Rheden	199560	446070	Vijver/kanaal/stadswater
RDN10963	Laakweg	Rheden	199810	446400	Vijver/kanaal/stadswater



Beschrijving categorieën:

Kenmerkendheid:

Kenmerkendheid verwijst naar een refererend watertype (sloot, beek, ven) door soorten die indicatief zijn voor deze biotoop. Stadswateren hebben bij voorkeur een rijke inrichting van waterplanten en gevarieerde oevers waarbij slakken, haften- en libellennimfen worden aangetroffen. Ook de karakteristiek variant-eigen-karakter kan eventueel worden gebruikt voor kenmerkendheid. Hier verwijzen planten naar de beïnvloeding van de bodem. (klei, zand of veen).

Inrichting en beheer:

De karakteristiek verwijst naar de verdeling in ruimtelijke structuur. Verschillende organismen bezetten in een bepaalde verdeling de verschillende habitats als sediment, substraten en waterkolom. Het drukt de morfologische kwaliteit van de biotoop uit.

Trofie:

Verrijking van voedingsstoffen als stikstof en fosfaat kunnen leiden tot eutrofiëring van het ecosysteem. Dit uit zich in bepaalde soorten vegetatie en dikwijls in overmatige algengroei.

Saprobie:

Verrijking van organisch materiaal kan tot een tekort aan zuurstof leiden. Bacteriën verbruiken bij de afbraak van deze organische stof veel zuurstof. Eutrofiëring leidt door afsterven van algen tot eenzelfde probleem.

Presentatie:

De uitkomsten van ecoscan deel1 en ecoscan deel 2 worden in een ecologisch profiel in een factsheet met foto gepresenteerd.

Conclusie:

De uitkomsten op basis van macrofauna en vegetatie geven een gemiddelde tot goede ecologische kwaliteit aan. De kwaliteit van de vijver is sterk afhankelijk met de waterstand van de van de Gelderse IJssel. De vijver werkt als het ware als communicerende vaten met deze rivier. Bij een lage

waterstand stort de ecologie door opwarming en eutrofiering in. In het verleden is getracht ook bij lage waterstand submerse vegetatie aan te planten maar is toen geheel mislukt. De Beekhuizer beek beïnvloedt alleen bij een hogere waterstand, als deze zelf al niet onderweg droogvalt, de vijver gering. Bij een lagere waterstand zal ook het water van de beek weggezogen worden.



Algemene gegevens			
Naam watergang/straat: RDN10474		Diepte (m): 1,20	
Plaats: Rheden		Breedte (m): 50	
Datum: 20-06-2018		Slibdikte (cm): 1	
status	permanent	Textuur van de bodem: zand/detritus	
Fysische gegevens:			
EGV (µS/cm):		Inrichting water:	
Stroomsnelheid (cm/s): 0		Flauw talud	nee
Doorzicht (cm): 100		onderwater:	(hoek < 25° = ca. 1:2)
Onderhoud	Niet onlangs	Plasberm aanwezig:	nee
		Floatlands aanwezig:	nee
Belevingskenmerken:			
Zwerfvuil aanwezig:	niet of nauwelijks	Inrichting oever:	
		Oeversort:	aarden oever

ecologisch profiel		Klasse 2018
Eco1	Beleving	4
	Ecologie oever	3
	Ecologie water	3
Eco2	Kenmerkend	3
	Inrichting en beheer	3
	Trofie	3
	Saprobie	4

De beoordeling vindt plaats op basis van aangetroffen macrofauna en vegetatie. In vergelijking met vorige jaren in een eerder uitgevoerde scan heeft een grote verbetering plaats gevonden.



Algemene gegevens

Naam watergang/straat: RDN10943	Diepte (m): 1,20
Plaats: Rheden	Breedte (m): 20
Datum: 20-06-2018	Slibdikte (cm): ?
status permanent	Textuur van de bodem: zand/detritus

Fysische gegevens:

EGV ($\mu\text{S}/\text{cm}$):	Inrichting water:
Stroomsnelheid (cm/s): 0	Flauw talud onderwater: nee
Doorzicht (cm): 100	(hoek $< 25^\circ = \text{ca. } 1:2$)
Onderhoud Niet onlangs	Plasberm aanwezig: nee
	Floatlands aanwezig: nee

Belevingskenmerken:

Zwerfvuil aanwezig: niet of nauwelijks	Inrichting oever: Oeversort: aarden oever
--	---

ecologisch profiel

ecologisch profiel		Klasse 2018
Eco1	Beleving	4
	Ecologie oever	3
	Ecologie water	3
Eco2	Kenmerkend	3
	Inrichting en beheer	3
	Trofie	3
	Saprobie	4

De beoordeling vindt plaats op basis van aangetroffen macrofauna en vegetatie. In vergelijking met vorige jaren in een eerder uitgevoerde scan heeft een grote verbetering plaats gevonden.



Algemene gegevens

Naam watergang/straat: RDN10963		Diepte (m): 0,8
Plaats: Rheden		Breedte (m): 6
Datum: 21-06-2018		Slibdikte (cm): 20
status	permanent	Textuur van de bodem: slib/detritus
Fysische gegevens:		Inrichting water:
EGV ($\mu\text{S}/\text{cm}$):		Flauw talud onderwater: nee
Stroomsnelheid (cm/s): 0		(hoek < 25° = ca. 1:2)
Doorzicht (cm): 150		Plasberm aanwezig: nee
Onderhoud	Niet onlangs	Floatlands aanwezig: nee
Belevingskenmerken:		Inrichting oever:
Zwerfvuil aanwezig:	niet of nauwelijks	Oersoort: aarden oever

ecologisch profiel

		Klasse 2018
Eco1	Beleving	4
	Ecologie oever	3
	Ecologie water	3
Eco2	Kenmerkend	3
	Inrichting en beheer	4
	Trofie	3
	Saprobie	3

De beoordeling vindt plaats op basis van aangetroffen macrofauna en vegetatie. In vergelijking met vorige jaren in een eerder uitgevoerde scan heeft een grote verbetering plaats gevonden. De verdeling van macrofauna- en vegetatiesoorten in de waterkolom (oppervlak, vegetatie en bodem) zijn bij dit monsterpunt optimaal verdeelt.

