

Verbetering Waterkwaliteit Batau-Zuid

Afstudeeronderzoek naar het bestrijden van kroosdekken in Batau-Zuid



Van groen tapijt...



..... naar helder water

Adriaan Hoogendoorn

Verbetering Waterkwaliteit Batau-Zuid

Betreft: Afstudeeronderzoek naar het bestrijden van kroosdekken in Batau-Zuid; Nieuwegein

Opdrachtgever: Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden
Poldermolen 2
3994 DD Houten

Extern begeleider: Herman van Rooijen

Auteur: Adriaan Hoogendoorn
Groep: L4d-GWW
Studie: Land- en Watermanagement, Major grond, weg en waterbouw
Onderwijsinstelling Hogeschool Van Hall Larenstein
Larensteinselaan 26-A
6882 CT Velp

Intern begeleider: Sara Eeman

Paraaf:

Datum van voltooiing: 04 juni 2015

Voorwoord

In september 2014 zocht ik voor het eerst contact met het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. De reden hiervoor was dat ik in het kader van mijn opleiding Land- en Watermanagement een afstudeeronderzoek wilde doen. Dit waterschap is door mij benaderd, omdat men in een voor mij bekende omgeving werkte en omdat ik graag mijn kennis wilde verdiepen over vraagstukken in het stedelijke water. Op dat moment had ik nooit kunnen bedenken dat ik de deur uit zou gaan als zelfbenoemd 'kroospecialist'. Ik zal nooit meer met dezelfde ogen naar dit kleine groene plantje kunnen kijken.

Hierbij wil ik het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden bedanken voor de kans die ik heb gekregen om daar mijn afstudeeronderzoek te mogen doen. In het bijzonder wil ik de mensen van de afdeling Water Systeem Beheer bedanken voor hun gastvrije ontvangst en met name Herman van Rooijen die fungeerde als extern begeleider tijdens het onderzoek.

Ook de mensen van de gemeente Nieuwegein en in het bijzonder Laurens van Miltenburg wil ik bedanken, die telkens weer tijd hebben vrijgemaakt om antwoord te geven op al mijn vragen en veel informatie hebben verstrekt.

Namens hogeschool Van Hall Larenstein ben ik begeleid door Sara Eeman. Ik wil haar bedanken voor haar hulp en opbouwende kritiek tijdens het uitvoeren van dit onderzoek.

Het was erg motiverend om te ervaren hoe betrokken de mensen van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en van de gemeente Nieuwegein zijn en hoe groot hun gedrevenheid is om iets te veranderen aan de situatie in Batau-Zuid. Ik hoop dat ik daar door het uitvoeren van dit afstudeeronderzoek een kleine bijdrage aan heb geleverd!

Samenvatting

Dit onderzoek heeft betrekking op het watersysteem van Batau-Zuid; een woonwijk van de stad Nieuwegein. In deze wijk zijn er veel problemen met de waterkwaliteit en dan vooral met kroosdekken. Deze kroosdekken bedekken de watergangen in Batau-Zuid en zorgen daarbij voor stankoverlast, mogelijke gevaarlijke situaties bij het te water raken van kinderen en dieren en voor het verstikken van andere waterplanten. In opdracht van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden is onderzocht hoe deze kroosdekken op de meest (kosten)efficiënte manier aangepakt kunnen worden. De focus lag hierbij op een gebied in het westen van Batau-Zuid wat is ingericht als park.

Om te bepalen wat de oorzaken zijn van de kroosdekken is het projectgebied in beeld gebracht. Vervolgens zijn de resultaten van het literatuuronderzoek en de resultaten van de gebiedsanalyse naast elkaar gelegd om te bepalen wat de belangrijkste oorzaken waren.

Hieruit bleek dat met name de eutrofiëring van de watergangen en de gebiedsinrichting verantwoordelijk zijn voor het ontstaan van de kroosdekken.

De eutrofiëring is het gevolg van bladval van de begroeiing langs de watergang, de nalevering van nutriënten uit de dikke sliblaag in de watergangen en het water dat wordt ingelaten vanuit het Merwedekanaal. Het gevolg van de gebiedsinrichting met de dichte begroeiing, de ligging langs de rijksweg A2 en de bijbehorende geluidswal is dat er nauwelijks windwerking en oppervlakkige waterstroming mogelijk is. Dit zorgt ervoor dat kroosdekken kunnen ontstaan. Door de vele verdrinken duikers in Batau-Zuid kunnen deze kroosdekken vervolgens ook in stand blijven.

Vervolgens zijn er elf mogelijke maatregelen opgesteld om de situatie in Batau-Zuid te verbeteren. Deze zijn met elkaar vergeleken met behulp van een multi criteria analyse. Op basis van de criteria: effectiviteit, maatschappelijke impact, kosten en duurzaamheid is bepaald welke maatregelen het beste passen bij de situatie in Batau-Zuid.

Van deze maatregelen zijn het 'ophogen van de duikers' en 'inzetten van gebiedseigen water' verder uitgewerkt. Het ophogen van de duikers is uitgewerkt in een uitgebreide kostenraming. Er is een inventarisatie gemaakt van de theoretische beschikbaarheid van kwelwater en er is een veldproef uitgevoerd om de kweldruk in het parkgebied te bepalen. Uit deze veldproef bleek dat er niet voldoende kweldruk aanwezig was om het gehele watersysteem van Batau-Zuid mee te voeden en op peil te houden.

Uit dit onderzoek is gebleken dat er niet één 'gouden' maatregel is om de problemen met de kroosdekken in Batau-Zuid op te lossen. Om de kroosdekken effectief te bestrijden zullen de nutriëntengehaltes in het water moeten dalen en de oppervlakkige stroming worden bevorderd. Er zal dus een combinatie van een aantal maatregelen plaats moeten vinden. Als eerste zal met name de watergang in het parkgebied gebaggerd moeten worden. Dit zorgt voor een grotere waterdiepte en daardoor minder snelle opwarming van het water. Daarnaast zal dit de nalevering van nutriënten uit de baggerlaag verminderen of geheel doen stoppen. Als dit is gebeurd kunnen tegen beperkte kosten de verdrinken duikers in het parkgebied worden opgehaald, waardoor er een oppervlakkige stroming kan ontstaan in de watergang in het parkgebied. Hiermee worden de problemen met de kroosdekken in het parkgebied opgelost.

Samengevat is het advies om de volgende stappen te volgen om de problematiek met de kroosdekken in het parkgebied op korte termijn op te lossen:

1. Baggeren van de watergang (met name in het parkgebied)
2. Ophogen van duiker 2, 3 en 6
3. Afstemmen met de gebiedsbeheerder dat er een minimale hoeveelheid gebiedsvreemd water wordt ingelaten om het watersysteem op peil houden.
4. Monitoren wat de slibaanwas per jaar is, indien nodig in de herfst de bladval van het wateroppervlak halen

Bij een grootschalige gebiedsinrichting zouden de volgende maatregelen genomen kunnen worden:

1. Aanleg natuurvriendelijke/zuiverende oevers
2. Aanpassen beplanting/begroeiing. Door een deel van de begroeiing te verwijderen komt er meer licht op het wateroppervlak en is er minder bladval in watergang.

Inhoudsopgave

Samenvatting Inhoudsopgave

1	Inleiding	7
1.1	Aanleiding	7
1.2	Probleemstelling	7
1.3	Doel	8
1.4	Afbakening	8
1.5	Werkwijze	8
1.6	Leeswijzer	8
2	Kroosdekken	9
2.1	Kroos algemeen	9
2.2	Standplaatscondities	9
2.3	Gevolgen kroosdek	10
3	Veldbezoeken	11
3.1	Situatie in de zomer	11
3.2	Situatie in de winter	11
3.3	Bagger	12
3.4	Begroeiing	12
3.5	Oppervlakkige stroming	12
4	Gebiedsbeschrijving	13
4.1	Bodemopbouw	13
4.2	Hoogtes	14
4.3	Watersysteem	14
4.4	Nutriënten Oppervlaktewater	15
4.4.1	Inlaatwater	15
4.4.2	Normen Kader Richtlijn Water	15
4.4.3	Totaaloverzicht nutriënten in het oppervlaktewater	16
4.4	Duikers/Kunstwerken	17
4.5	Beheer en Onderhoud	17
4.5.1	Baggeren	18
4.5.2	Maaien	18
4.6	Riolering	18
4.7	Kwelwater/Grondwater	18
5	Oorzaken van de waterkwaliteitsproblemen	20
5.1	Slibdikte in de watergang	20
5.2	Breedte/diepte van de watergangen	20
5.3	Oppervlakkige stroming	21
5.4	Eutrofiëring van de watergangen	21
5.5	Conclusies	22

6	Oplossingsrichtingen	24
6.1	Multi Criteria Analyse	24
6.1.1	Effectiviteit van de maatregel	24
6.1.2	Maatschappelijke impact	24
6.1.3	Kosten	24
6.1.4	Duurzaamheid	24
6.1.5	Toepasbaarheid voor de rest van Batau-Zuid	25
6.1.6	Samenvattende tabel	25
6.1.7	Waardering van het belang van de criteria	25
6.1.8	Standaardisatie van de criteria	26
6.2	Maatregelen	26
6.2.1	Slibdikte verminderen	26
6.2.2	Dimensionering watergangen aanpassen	26
6.2.3	Eutrofiëring tegengaan	27
6.2.4	Oppervlakkige stroming bevorderen	28
6.2.5	Overig	28
6.3	Conclusie	29
7	Maatregel 1: Ophogen duikers	30
7.1	Overzicht op te hogen duikers	30
7.2	Parkgebied	30
7.3	Overig Batau-Zuid	31
7.4	Conclusie	31
8	Maatregel 2: Inzet gebiedseigen water	33
8.1	Waarom kwelwater inzetten?	33
8.2	Is er kwelwater aanwezig?	34
8.3	Hoeveelheid kwelwater	34
8.4	Veldproef	35
8.5	EGV-metingen	35
8.6	Conclusie	36
9	Conclusie	38
9.1	Conclusie	38
9.2	Aanbevelingen	39

Bronvermelding

Bijlage 1:	Gespreksverslag 'Brainstormsessie' met Gemeente Nieuwegein	42
Bijlage 2:	Uitwerking maatregelen MCA	43
Bijlage 3:	Aanwezige duikers in Batau-Zuid	47
Bijlage 4:	Nadere uitwerking kosten MCA	48
Bijlage 5:	Uitwerking kosten ophogen duikers	50
Bijlage 6:	Metingen veldproef	65

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Dit onderzoek richt zich op het watersysteem van de wijk Batau-Zuid in Nieuwegein. Dit is een wijk met relatief veel watergangen die in het verleden zijn aangelegd met twee doelen. Het eerste en het belangrijkste doel is de waterafvoer/-berging. Het watersysteem voldoet voor deze eerste functie, want er is vrijwel nooit sprake van wateroverlast en water op straat.

Het tweede doel is het creëren van zichtwater en het verkrijgen van een hogere ruimtelijke kwaliteit in de wijk. Echter in de huidige situatie zijn veel van deze watergangen grote delen van het jaar volledig bedekt met kroos. De kroosdekken zorgen voor stankoverlast en mogelijk onveilige situaties als bijvoorbeeld kinderen of dieren het kroosdek zien als grasveld en te water raken. In het Waterplan 2015 van de Gemeente Nieuwegein wordt aangegeven dat men wil streven naar beter zichtbaar water en daardoor meer waterbeleving (Van Miltenburg, 2014).

Bovendien is uit onderzoek van de universiteit van Wageningen (Peeters, 2013) gebleken dat bij een verdere opwarming van het klimaat het kroos steeds eerder zal verschijnen op watergangen. De oorzaak hiervan is dat een opwarming van het oppervlaktewater hetzelfde effect heeft als de verrijking met nutriënten (=eutrofiëring) van water. Dit effect zorgt ervoor dat een verhoging van de gemiddelde luchttemperatuur met 1 °C in de periode tussen november en maart leidt tot het eerder opkomen van het kroosdek, namelijk zo'n veertien dagen eerder. Ook de klimaatverandering draagt dus bij aan meer problemen met kroosdekken.

Het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (hierna te noemen: HDSR) in haar rol als beheerder van het oppervlaktewater in Nieuwegein en de gemeente Nieuwegein in haar rol als eigenaar van de watergangen binnen de gemeente willen daarom actie ondernemen tegen deze ongewenste situatie.

1.2 Probleemstelling

Dit onderzoek richt zich op het watersysteem in de wijk Batau-Zuid. De focus ligt hierbij op het westen van de wijk. Dit gebied is ingericht als een recreatiegebied/park (groene vak in figuur 1.1). Hierin bevindt zich een langgerekte watergang, hierna te noemen: 'parkwatergang' (rood in figuur 1.1). Dit parkgebied ligt opgesloten tussen in het westen de rijksweg A2 met de parallel daaraan gelegen geluidswal en in het oosten de woonwijk Batau-Zuid. Deze watergang is een groot deel van het jaar volledig bedekt met kroos.

Dit onderzoek richt zich hiermee op een beperkt gebied, maar de problemen kunnen alleen worden opgelost door een integrale aanpak waarin het hele watersysteem van Batau-Zuid wordt betrokken. Er zal dan ook worden onderzocht of de maatregelen die kunnen worden uitgevoerd in het parkgebied ook kunnen worden toegepast in de rest van Batau-Zuid.

De volgende onderzoeksvraag is geformuleerd:
Wat is de meest (kosten)efficiënte manier om de problemen met de kroosdekken in Batau-Zuid integraal op te lossen?



Figuur 1.1: Overzicht onderzoeksgebied Batau-Zuid
schaal: 1:10.000 (bron: IRIS)

Om antwoord te kunnen geven op deze onderzoeksvraag zijn de volgende deelvragen opgesteld:

- *Wat zijn de oorzaken van de kroosdekken?*
- *Wat zijn mogelijke oplossingen voor de problemen met de kroosdekken?*
- *Welke van deze oplossingen zijn het meest kostenefficiënt en haalbaar?*

1.3 Doel

De doelstelling van dit onderzoek is om vast te stellen wat de beste maatregelen zijn om de problemen met de kroosdekken in Batau-Zuid op te lossen. Deze maatregelen dienen te passen binnen het integrale waterbeheer. Dat wil zeggen dat het probleem niet simpelweg verplaatst mag worden naar een locatie buiten het projectgebied. De ideale maatregel is er één die gerealiseerd kan worden tegen beperkte kosten en die niet alleen toepasbaar is in het parkgebied, maar ook in de rest van Batau-Zuid.

1.4 Afbakening

Om voldoende diepgang te kunnen krijgen in het onderzoek en maatregelen te kunnen presenteren die bruikbaar zijn in de praktijk is het onderzoek afgebakend. Zoals beschreven in paragraaf 1.2 richt dit onderzoek zich op het watersysteem van de wijk Batau-Zuid en dan met name op het parkgebied in het westen. Het watersysteem van Batau-Zuid is echter ook verbonden met de wijken Batau-Noord en Doorslag. Deze wijken worden niet betrokken in de analyse, maar er wordt zorg voor gedragen dat de problemen niet worden afgewenteld op deze wijken. In Batau-Zuid bevinden zich ook enkele tertiaire watergangen; dit zijn zeer kleine watergangen die in beheer en onderhoud zijn bij de gemeente Nieuwegein. Deze kleine watergangen worden niet meegenomen in dit onderzoek. Als verdere afbakening worden er in dit onderzoek maximaal twee oplossingen uitgewerkt.

1.5 Werkwijze

Voordat er mogelijke oplossingen voor de waterkwaliteitsproblemen geformuleerd kunnen worden is het van belang om de uitgangssituatie met betrekking tot de waterkwaliteit en het watersysteem in beeld te brengen. Dit is gedaan door het uitvoeren van een bureaustudie en door meerdere bezoeken te brengen aan het projectgebied. Hierna is door het uitvoeren van een literatuuronderzoek en het raadplegen van aanwezige kennis binnen HDSR een overzicht opgesteld met mogelijk te nemen maatregelen. Deze maatregelen zijn vervolgens door middel van een multi criteria analyse met elkaar vergeleken om te bepalen welke het meest geschikt zijn om de problemen in Batau-Zuid op te lossen. De criteria die ten grondslag liggen aan de analyse zijn vastgesteld op basis van een overleg met de opdrachtgever. Vervolgens zijn de twee maatregelen die volgens de multi criteria analyse het meest passend waren voor de situatie in Batau-Zuid uitgewerkt in een advies.

1.6 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een algemene beschrijving gepresenteerd van het verschijnsel kroosdekken, wat de standplaatscondities hiervan zijn en wat de gevolgen zijn van zo'n kroosdek. In hoofdstuk 3 worden de resultaten gepresenteerd van de bezoeken die zijn uitgevoerd in het projectgebied. In hoofdstuk 4 volgt er een gebiedsbeschrijving; hierbij worden zaken die relevant zijn voor het onderzoek toegelicht. Dit zijn bijvoorbeeld de werking van het watersysteem en de nutriëntengehaltes van het oppervlaktewater in Batau-Zuid. Aan de hand van de gevonden gegevens in hoofdstuk 4 wordt er in hoofdstuk 5 vastgesteld wat de oorzaken zijn van de kroosdekken in Batau-Zuid. In hoofdstuk 6 worden er mogelijke maatregelen opgesteld om de problemen met de kroosdekken op te lossen. Om te bepalen wat de meest geschikte maatregelen zijn voor de situatie in Batau-Zuid is er een multi criteria analyse uitgevoerd. Hierbij zijn de diverse maatregelen tegen elkaar afgewogen op basis van vooraf geformuleerde criteria. In hoofdstuk 7 en hoofdstuk 8 worden twee maatregelen uitgewerkt die zijn geselecteerd op basis van de multi criteria analyse. In hoofdstuk 9 volgt de conclusie en wordt er een advies opgesteld waarmee de opdrachtgever de problemen met de kroosdekken in Batau-Zuid kan oplossen.

2 Kroosdekken

De doelstelling van dit hoofdstuk is om een algemene beschrijving te geven van het verschijnsel kroosdekken, wat de standplaatscondities hiervan zijn en wat de gevolgen zijn van zo'n kroosdek. Om de meest geschikte maatregelen te vinden om kroos te voorkomen/bestrijden in het projectgebied is het van belang om de eigenschappen van het kroos duidelijk te krijgen.

2.1 Kroos algemeen

Kroos is een verzamelnaam voor een groep van kleine drijvende planten die in korte tijd het wateroppervlak volledig kunnen bedekken. Op deze wijze ontstaan de gesloten kroosdekken, die het probleem vormen in Batau-Zuid. De kroossoorten die in Nederland het meeste voorkomen zijn de *Lemna minor*, de *Lemna gibba*, de *Spirodela polyrrhiza* en de *Azolla filiculoides* (STOWA, 2014).

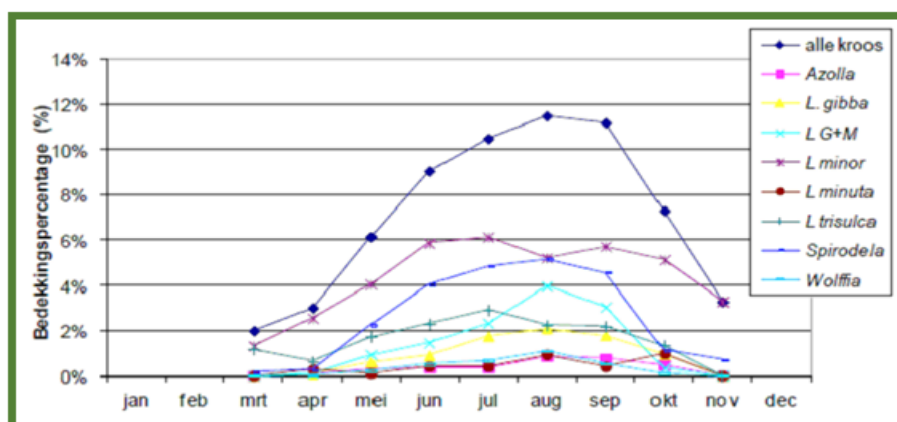


Figuur 2.1 en 2.2: *Lemna Minor*(links) en *Lemna Gibba*(rechts)

Bij de veldbezoeken die zijn uitgevoerd tussen oktober 2014 en april 2015 werden vooral de *Lemna Minor* en de *Lemna Gibba* aangetroffen.

2.2 Standplaatscondities

Zoals is te zien in figuur 2.1 komen de kroosdekken vooral voor in de periode mei tot oktober. Ze worden dan meestal aangetroffen op ondiep, rustig water met een hoge aanvoer van nutriënten. Dit zijn voornamelijk sloten, vaarten en vijvers (STOWA, 1992).



Figuur 2.1: Gemiddelde bedekking van kroos per maand (STOWA, 2014)

Kroos wordt vooral aangetroffen op rustig water, omdat het op zulke watergangen niet kan worden meegevoerd door stroming en windwerking. Doordat kroos een drijvende plant is, is het hier erg gevoelig voor en om die reden

komt kroos niet of nauwelijks voor op stromend water of grote meren.

Eén van de zwakke punten van kroos is dat ze relatief weinig reservevoedsel kunnen opslaan. Hierdoor zijn ze afhankelijk van een omgeving die rijk is aan voedingsstoffen en als volwassen plant sterven ze af bij een langere periode van voedselschaarste.

Bij voedselrijke omstandigheden kan kroos echter veel sneller groeien dan andere drijvende waterplanten; kroosplanten kunnen zich onder gunstige omstandigheden in drie dagen verdubbelen (STOWA, 1992).

Kroos kan overwinteren op twee manieren; de eerste is als drijvende plant op het wateroppervlak. Bij een strenge winter kunnen de drijvende planten echter niet overleven (Peeters, 2013). De tweede manier is door het vormen van zogenaamde turionen. Deze turionen zijn een soort zaden die bij het afsterven van het kroos bij vorst naar de bodem zakken. In het voorjaar bij hogere watertemperaturen komen deze dan weer aan de oppervlakte waar ze zich kunnen vermenigvuldigen.

De drijvende planten kunnen in het voorjaar sneller gaan groeien dan de turionen, die zich nog moeten ontwikkelen. Dit is de reden waarom de kroosgroei na een strenge winter vaak pas later op gang komt (STOWA, 2014).

In 2014 is er door de STOWA een inventarisatie gemaakt met de gegevens van krooswaarnemingen en de bijbehorende chemische samenstelling van het water vanuit de Limnodata Neerlandica. Dit is een dataset waarin een groot deel van de vegetatieopnamen van de waterbeheerders van het oppervlaktewater in Nederland is verzameld (STOWA, 2014).

	N-totaal ondergrens (in mg N/l)	N-totaal bovengrens (in mg N/l)	P-totaal ondergrens (in mg P/l)	N-totaal bovengrens (in mg P/l)
Lemna Gibba	3,0	5,9	0,40	1,20
Lemna Minor	2,2	5,2	0,15	0,55

Figuur 2.2: Standplaatscondities Lemna Gibba en Lemna Minor voor nutriënten (STOWA, 2014)

Op deze manier is er ook bepaald bij welke hoeveelheden nutriënten in het oppervlaktewater er kroosdekken ontstaan. Dit is niet een absoluut getal, maar het geeft wel een trend weer. In figuur 2.2 zijn de ondergrens en de bovengrens aangegeven van de nutriëntengehaltes waarbij de in Nieuwegein voorkomende kroossoorten worden aangetroffen. Voor het onderzoek zijn met name deze ondergrenzen van belang. De kroosdekken kunnen worden bestreden door de gehalten aan stikstof en fosfaat in het oppervlaktewater in Batau-Zuid onder deze ondergrens te krijgen.

2.3 Gevolgen kroosdek

De aanwezigheid van een kroosdek op een watergang veroorzaakt zuurstofgebrek in het onderliggende water. De oorzaak hiervan ligt in het feit dat in het water onder het kroosdek continu zuurstof wordt verbruikt bij de afbraak van afgestorven kroos. Hiernaast wordt de zuurstofuitwisseling tussen het water en de atmosfeer bemoeilijkt door het kroosdek.

Door het kroosdek wordt vrijwel al het licht in het onderliggende water tegen gehouden, zodat andere (zuurstof producerende) waterplanten zich nauwelijks kunnen ontwikkelen. Dit gebrek aan zuurstof vormt een probleem voor de zuurstof verbruikende overige flora en fauna in het water. Verder kunnen onder deze anaerobe omstandigheden chemische verbindingen ontstaan die leiden tot stank en negatieve effecten op de flora en fauna (o.a. sulfides). Het zuurstofgebrek is vooral acuut in het najaar, wanneer het kroos in korte tijd massaal afsterft en hierbij zuurstof uit het water verbruikt.

Afgezien van zuurstofgebrek in het water kan kroos ook ophopingen en daarmee overlast veroorzaken bij pompen en gemalen (STOWA, 1992).

3 Veldbezoeken

Er zijn meerdere bezoeken gebracht aan het gebied om de situatie in beeld te brengen. In dit hoofdstuk wordt gerapporteerd wat daaruit naar voren is gekomen. Hierbij is met name gelet op de aanwezigheid van kroosdekken en mogelijke factoren die hier invloed op hebben.

3.1 Situatie in de zomer

Figuur 3.1 en 3.2 zijn genomen in oktober 2014 aan het einde van de zomer. De kroosdekken zijn duidelijk te zien en er is een muffe baggerlucht aanwezig. Om de watergang heen staat dichte en hoge begroeiing. Hierdoor is er in grote delen van de groenstrook nauwelijks lichtinval en er is geen windwerking op de watergang zichtbaar. De foto's uit paragraaf 3.1 en 3.2 zijn genomen in het parkgebied in het westen van Batau-Zuid. In grote delen van de woonwijk waren de kroosdekken ook aanwezig.



Figuur 3.1 en 3.2: Situatie parkgebied in zomersituatie(oktober 2014)

Opvallend was ook dat de bodem in het parkgebied zeer nat was, er waren plassen water zichtbaar. Dit terwijl het al een aantal dagen niet had geregend en het verschil tussen het waterniveau in de watergang en de 'landbodem' minimaal een meter was.

3.2 Situatie in de winter



Figuur 3.3 en 3.4: Situatie parkgebied in wintersituatie (maart 2015)

Figuur 3.3 en 3.4 zijn genomen in maart 2015, dus aan het einde van de winter. De kroosdekken zijn grotendeels

verdwenen uit de watergangen en de bomen die parallel staan aan de watergang zijn het blad kwijt. Dit blad ligt grotendeels in of naast de watergang, zoals is te zien in figuur 3.4.

3.3 Bagger



Figuur 3.5 en 3.6: Bladbagger in en bladval bij de watergangen (maart 2015)

Opvallend bij het veldbezoek was de geringe waterdiepte en de dikke laag bagger die aanwezig was in de watergang in het parkgebied. Dit is te zien op figuur 3.5 en 3.6, het gaat hierbij met name om bladbagger.

3.4 Begroeiing

In het parkgebied in het westen van het projectgebied is een dichte begroeiing aanwezig. Deze varieert van lage struiken tot hoge bomen (vooral populieren).

Deze begroeiing heeft een aantal gevolgen voor de omgeving. Zoals beschreven in paragraaf 3.3 is er een dikke laag bladbagger aanwezig in de watergangen in het park. Deze baggerlaag is direct te herleiden aan de begroeiing. Naast de aangroei van de baggerlaag zorgt de dichte begroeiing ervoor dat slechts weinig zonlicht het wateroppervlak kan bereiken. Dit is een nadeel voor andere waterplanten die mogelijk zouden kunnen concurreren in de watergang met het kroos (STOWA, 2011).

3.5 Oppervlakkige stroming

In het bijzonder in het parkgebied in het westen, maar ook in de rest van Batau-Zuid is er nauwelijks oppervlakkige stroming in de watergangen zichtbaar.

Bij de overstorten/stuwen tussen de verschillende peilgebieden in de wijk is duidelijk te zien dat er waterverplaatsing is, maar bij de meeste watergangen is deze stroming niet/nauwelijks zichtbaar.

Door de dichte begroeiing die is beschreven in de vorige paragraaf en door de aanwezigheid van de geluidswal direct langs de rijksweg is er nauwelijks windwerking op het wateroppervlak. Daarnaast zijn er diverse duikers die volledig onder het wateroppervlak liggen (zie figuur 3.7).

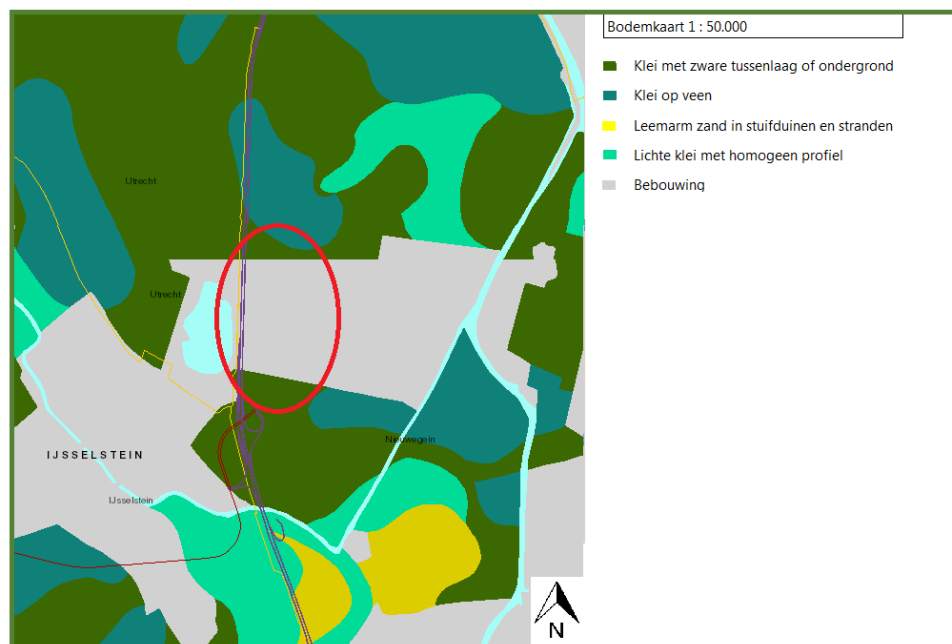


4 Gebiedsbeschrijving

De doelstelling van hoofdstuk 4 is om het gebied met alle relevante omgevingsfactoren en de huidige stand van zaken met betrekking tot het watersysteem in Batau-Zuid in kaart te brengen. Omdat er mogelijk ingrepen in het watersysteem nodig zijn om de waterkwaliteitsproblemen op te lossen, is het nodig om de huidige werking van het watersysteem in beeld te brengen. Hierbij wordt er vooral gelet op factoren die invloed hebben op de waterkwaliteit.

4.1 Bodemopbouw

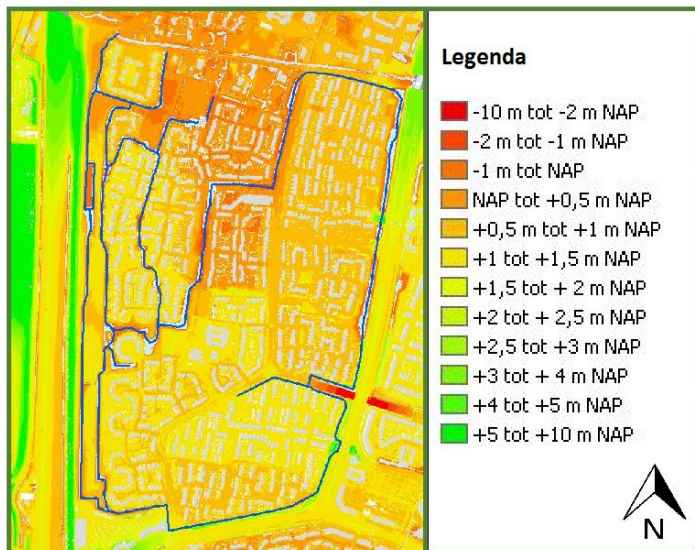
Batau-Zuid is gekarteerd in de digitale Bodemkaart als 'Bebouwing'. Dit houdt in dat er geen gegevens over de ondergrond zijn vastgelegd. Zoals te zien in figuur 4.1 bestaat de directe omgeving uit 'Klei met een zware tussenlaag of ondergrond' en 'Klei op veen'.



Figuur 4.1: Digitale Bodemkaart schaal: 1:15.000 (bron: <http://maps.bodemdata.nl/bodemdata.nl/index.jsp>)

Uit een aantal boringen die zijn opgehaald vanuit het DINO-loket blijkt dat de opbouw in de wijk Batau-Zuid vergelijkbaar is met de directe omgeving. Het betreft een deklaag van gemiddeld 1 tot 2,5 meter dikke klei van de Formatie van Echteld. Hieronder bevinden zich afwisselend lagen veen van de Formatie van Nieuwkoop en klei van de Formatie van Echteld tot aan het pleistocene zand van de Formatie van Boxtel (Dinoloket, Digitale Bodemkaart van Nederland).

In paragraaf 3.1 is beschreven dat tijdens het veldbezoek opviel dat de bodem in het parkgebied erg nat en drassig was, ondanks dat er al geruime tijd geen neerslag was gevallen en het verschil tussen het waterniveau in de watergangen en de 'landbodem' minimaal een meter was. Hiervoor kunnen meerdere redenen zijn, zoals bijvoorbeeld kwel. Het is echter ook mogelijk dat de dikke kleilaag die zich bevindt in de bodem het wegzakken van regenwater bemoeilijkt en de bodem daarom zo drassig is.



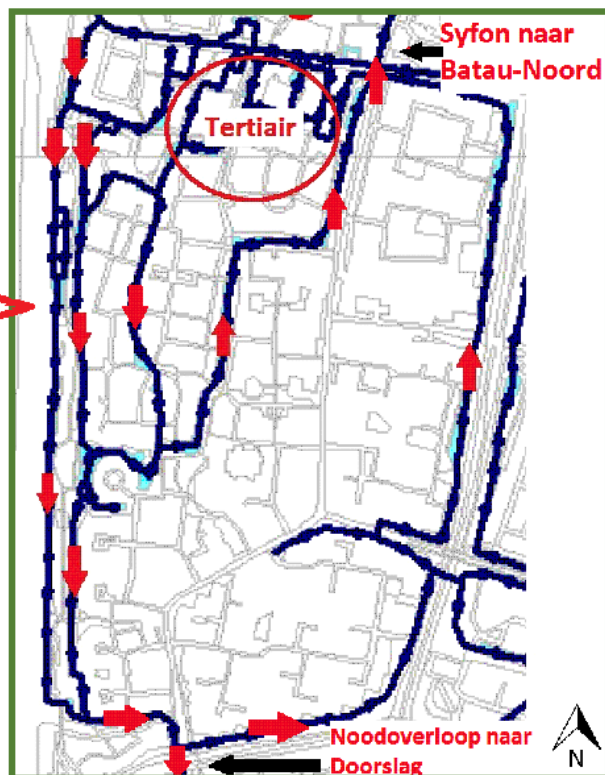
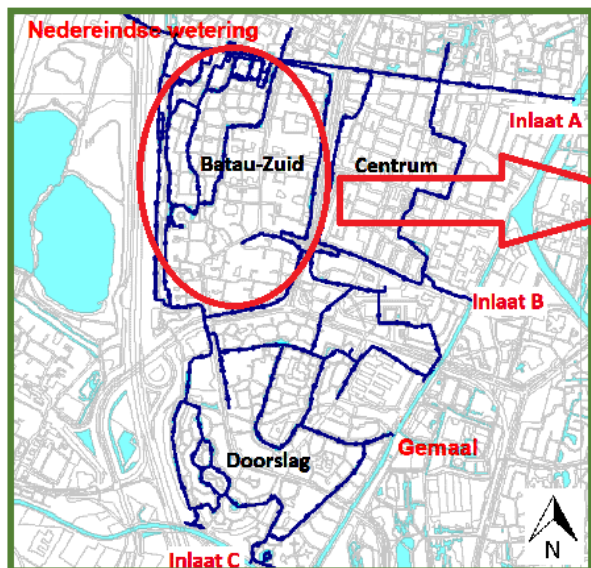
Figuur 4.2: uitsnede uit Actueel Hoogtebestand Nederland
schaal: 1:25.000 (bron: IRIS)

4.2 Hoogtes

In Batau-Zuid zijn beperkte hoogteverschillen aanwezig, zoals is te zien op figuur 4.2. In het westen is duidelijk de verhoogde ligging van de snelweg A2 te zien met de daarlangs gelegen geluidswal. In het uiterste westen zijn nog net de contouren te zien van een oude stortplaats. Zichtbaar is ook dat het noordoosten van de wijk lager ligt dan het zuiden en zuidwesten van de wijk. In de wijk zelf zijn deze verschillen nauwelijks waarneembaar.

4.3 Watersysteem

In figuur 4.3 is het watersysteem te zien van de wijken Batau-Zuid, Doorslag en Centrum.



Figuur 4.3 en 4.4: Watersysteem Nieuwegein-West (bron: bewerkt van Grontmij) en Watersysteem Batau-Zuid (bron: bewerkt van Grontmij)

Batau-Zuid wordt via inlaat A gevoed met water vanaf het Merwede-kanaal. Dit wordt aangevoerd via de Nedereindse wetering, waarna het wordt ingelaten in de wijk. In figuur 4.4 is in detail te zien hoe de stroomrichting in

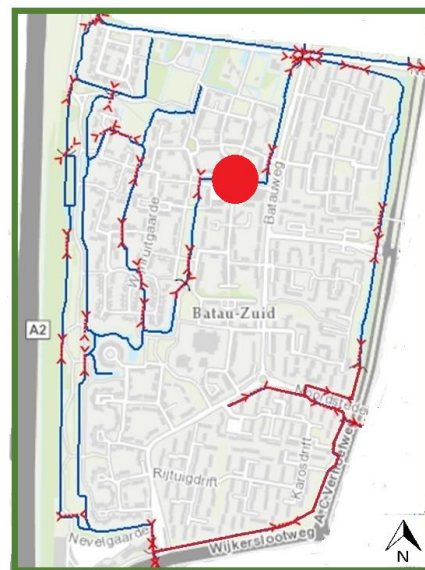
het watersysteem is (Grontmij, 2009). Het water verlaat Batau-Zuid via de noodoverloop naar de wijk Doorslag of naar Batau-Noord via een syfon onder de Nedereindse wetting.

4.4 Nutriënten Oppervlaktewater

In opdracht van HDSR worden er regelmatig monsters van het oppervlaktewater genomen om daarmee de kwaliteit te kunnen monitoren. Dit vindt plaats op een aantal locaties binnen Nieuwegein, maar helaas niet in het parkgebied in het westen van Batau-Zuid, waar het onderzoek zich met name op richt. Daarom is er gebruik gemaakt van het enige monsterpunt in Batau-Zuid, dit bevindt zich stroomafwaarts in het watersysteem. De locatie van dit monsterpunt is te zien op figuur 4.5. De vraag is echter wel of deze gegevens representatief zijn voor de situatie in het parkgebied. Op het meetpunt zijn er namelijk minder problemen met kroosdekken, er is veel minder bagger aanwezig in de watergang en het betreft een brede watergang in een stedelijke omgeving. Bij gebrek aan betere informatie is er echter toch gebruik gemaakt van de gegevens van dit meetpunt.

4.4.1 Inlaatwater

De watergangen in Batau-Zuid worden vooral in het voorjaar en de zomer doorgespoeld om de waterkwaliteit op niveau te houden. Dit inlaatwater is afkomstig uit het Merwedekanaal, wat een directe aftakking van het Amsterdam-Rijnkanaal is.



Figuur 4.5: Meetpunt nutriënten in Batau-Zuid / schaal: 1:25.000 (bron: IRIS)

Jaar	P-totaal(mg/l)	N-totaal(mg/l)
2010	0,15	3,23
2011	0,12	3,26
2012	0,12	2,92
2013	0,14	3,04
2014	0,12	2,84

Figuur 4.6: Nutriënten in het inlaatwater (Servicedesk Data, Rijkswaterstaat)

In figuur 4.6 zijn de resultaten van metingen te zien die zijn verricht door Rijkswaterstaat. De locatie van deze metingen is bij de Beatrixsluis in het Lekkanaal in Nieuwegein. De meetpunt bevindt zich hemelsbreed circa twee kilometer vanaf het inlaatpunt van Batau-Zuid. Zowel het Merwedekanaal als het Lekkanaal worden gevoed door het Amsterdam-Rijnkanaal. Daarmee kunnen deze gegevens representatief worden geacht voor het inlaatwater.

4.4.2 Normen Kader Richtlijn Water

In figuur 4.8 en 4.9 zijn ook de normen van de KRW grafisch weergegeven. Het doel hiervan is dat ze als referentie dienen om de mate van eutrofiëring vast te stellen. KRW staat hier voor de Kaderrichtlijn Water, dit is een Europese richtlijn met als doel om ecologisch gezond water na te streven (www.rijkswaterstaat.nl). In de KRW worden grenswaarden vastgesteld die worden gehanteerd voor de diverse typen watergangen (figuur 4.7).

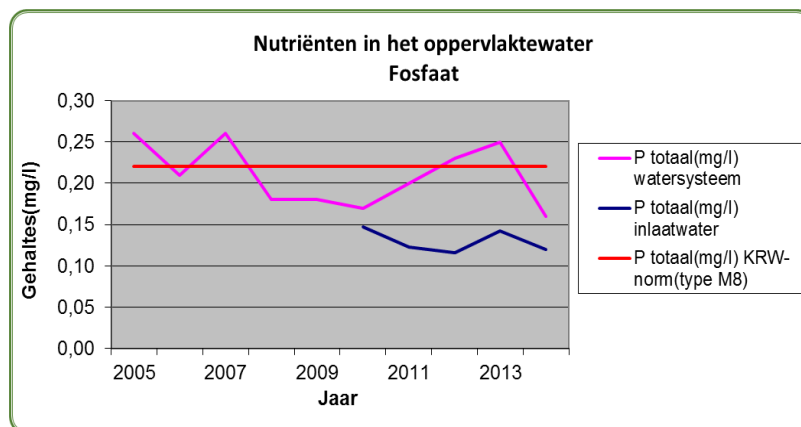
	KRW watertype	Stikstof (mg N/l)	Fosfor (mg P/l)	Chlorofyl-a (µg/l)	Doorzicht (m)
Sloten	M1, M2, M8	2,4	0,22		
Beken	R3-R6, R9-R15, R17-R18	4	0,14		
Kanalen en vaarten	M3, M4, M6, M7, M10	2,8	0,15		
Ondiepe gebufferde meren	M11, M14	1,3	0,09	23	0,9
Ondiepe laagveenplassen	M25, M27	1,3	0,09	25	0,9
Diepe gebufferde meren	M16	1,3	0,07	10	1,7
Grote diepe meren	M21	1,3	0,07	23	0,9
Matig grote diepe gebufferde meren	M20	0,9	0,03	10	1,7
Brakke meren	M30, M31	1,8	0,11	60	0,9
Grote rivieren	R7, R8, R16	2,5	0,14		

Figuur 4.7: KRW-normen (www.rijkswaterstaat.nl)

De meeste watergangen in het projectgebied vallen onder het type M8 (Planbureau voor de Leefomgeving, 2010).

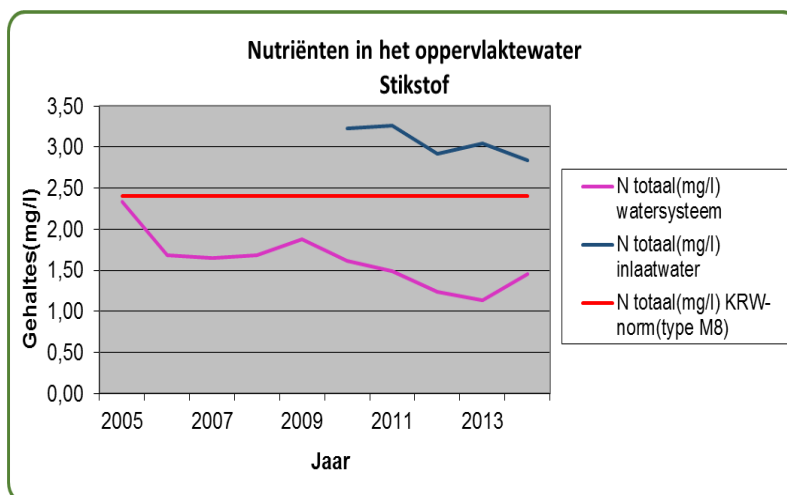
4.4.3 Totaaloverzicht nutriënten in het oppervlaktewater

In de onderstaande figuren 4.8 en 4.9 is een samenvatting weergegeven van de meetgegevens. Hierbij is er een gemiddelde per kalenderjaar weergegeven van de gemeten hoeveelheden fosfaat(P) en stikstof(N) in het watersysteem van Batau-Zuid en in het water van het Lekkanaal(inlaatwater). Als referentieniveau zijn ook de KRW-normen van het type M8(=sloten) weergegeven in de grafieken.



Figuur 4.8: Fosfaat in het watersysteem

Het valt op dat de eutrofiëring van de watergangen beperkt is. Het fosfaatgehalte voldoet in de meeste jaren aan de KRW-norm en ditzelfde geldt ook voor het inlaatwater. Wat verder opvalt is dat het fosfaatgehalte in het watersysteem hoger is dan dat in het inlaatwater. Dit kan worden verklaard doordat er mogelijk nalevering is van fosfaat uit de baggerlaag in de watergang en door het afstromen van water vanaf de straten en daken. (Turlings, 2010)



Figuur 4.9: Stikstof in het watersysteem

In figuur 4.9 is deze situatie juist omgekeerd; het stikstofgehalte in de watergangen is lager dan het stikstofgehalte in het inlaatwater. Hiervoor zijn twee oorzaken mogelijk. De eerste oorzaak is dat nutriënten die worden aangevoerd met het inlaatwater worden vastgelegd in het watersysteem in Batau-Zuid. Dit kan gebeuren door opname door planten en algen en/of het bezinken van het sediment. Een tweede mogelijkheid is dat er denitrificatie plaats vindt. Hierbij wordt stikstof afgebroken tot N_2 en N_2O , vervluchtigd en verdwijnt daardoor uit het watersysteem (Oenema, 2002).

Een kritische opmerking is wel dat dit meetpunt niet is gelegen in het parkgebied. De aanwezigheid van de kroosdekken, de dikke baggerlaag en de mogelijk nalevering van nutriënten uit deze baggerlaag geeft aanleiding om te verwachten dat de gehalten aan nutriënten in het parkgebied hoger zullen zijn (Turlings, 2010).

4.4 Duikers/Kunstwerken

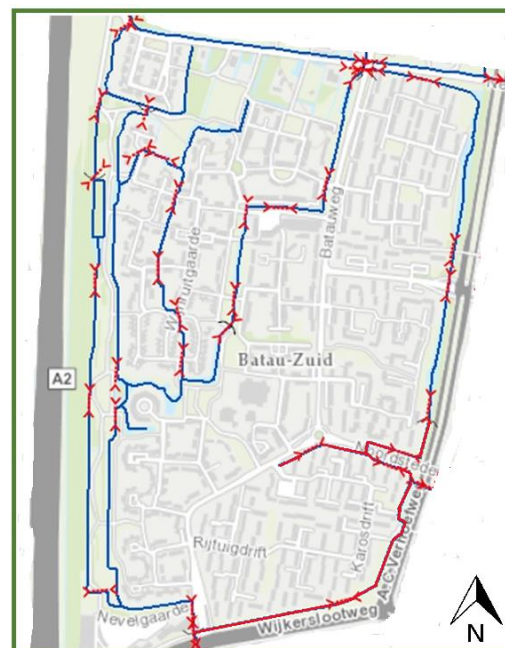
In figuur 4.10 is te zien dat er een groot aantal kunstwerken aanwezig is in het watersysteem van Batau-Zuid. De rode symbolen in de afbeelding zijn duikers/syfans.

Dit is nog een erfenis uit het verleden. Binnen HDSR weet men zich nog te herinneren dat de waterhuishouding bij de aanleg van de woonwijk Batau-Zuid in de jaren zeventig is ontworpen door iemand die veel ervaring had met het ontwerpen van rioleringsstelsels. Dit is terug te zien in het huidige watersysteem. Het hele watersysteem is namelijk ontworpen om te zorgen voor een efficiënte waterafvoer, voor de ecologie en de ruimtelijke kwaliteit was destijds minder aandacht.

Veel duikers liggen volledig onder het wateroppervlak, wat oppervlakkige waterstroming in de watergangen verhindert. Dit is nadelig, want in paragraaf 2.2 is geconstateerd dat stroming in het water de ontwikkeling van kroosdekken tegen gaat.

4.5 Beheer en Onderhoud

Binnen de gemeente Nieuwegein is er een splitsing gemaakt in de watergangen die in beheer zijn van de gemeente en de watergangen die in beheer zijn van het waterschap. Het beheer van de riolering en het grondwater ligt bij de gemeente; deze is verantwoordelijk voor de aanleg en het onderhoud van de riolering en eventuele drainage.



Figuur 4.10: Kunstwerken in Batau-Zuid
 schaal: 1:15.000 (bron: bewerkt van IRIS)

Wat betreft het oppervlaktewater is er een verdeling gemaakt qua beheer en onderhoud tussen de gemeente en HDSR. Voor de primaire watergangen in Nieuwegein is HDSR verantwoordelijk en voor de secundaire en tertiaire watergangen in Nieuwegein is de gemeente verantwoordelijk voor het beheer en het onderhoud.

In Batau-Zuid zijn vrijwel alle watergangen getypeerd als primair en dus in onderhoud bij HDSR. HDSR is ook verantwoordelijk voor de juiste peilen en de kwaliteit van het oppervlaktewater.

4.5.1 Baggeren

Het reguliere baggeronderhoud vindt in het stedelijke gebied plaats in een cyclus van 15 jaar. Hiervan wordt afgeweken indien de watergangen niet voldoen bij de diepteschouw. Navraag binnen de afdeling 'Baggeren' van HDSR leverde op dat er in 2004 voor het laatst is gebaggerd in Batau-Zuid.

Bij deze 'baggerronde' is de watergang in het parkgebied echter niet mee gebaggerd. De reden hiervoor is niet bekend binnen HDSR.

4.5.2 Maaien

Tot 2013 werden de watergangen twee keer per jaar gemaaid met behulp van een maaiboot of trekker/kraan met een maaikorf. In 2014 is er echter een proef geweest om als kostenbesparing slechts één keer per jaar de watergang te maaien met uitzondering van calamiteiten. Bij calamiteiten gaat om situaties, waarbij er problemen ontstaan met de waterafvoer.

4.6 Riolering

In Batau-Zuid is er sprake van vrijwel alleen verbeterd gescheiden riolering. In het buitengebied ten westen van de A2 is er sprake van drukriolering, maar dat is in het kader van dit project niet van belang.

Bij een verbeterd gescheiden riolering gaat alleen de first-flush van grote buien en het water van kleine buien naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie toe. De rest van het (schonere) regen-/afstroomwater wordt direct geloosd op het oppervlaktewater. Dit zorgt voor een verminderde aanvoer van relatief schoon water naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie t.o.v. het volledig gemengde stelsel (www.riool.info).

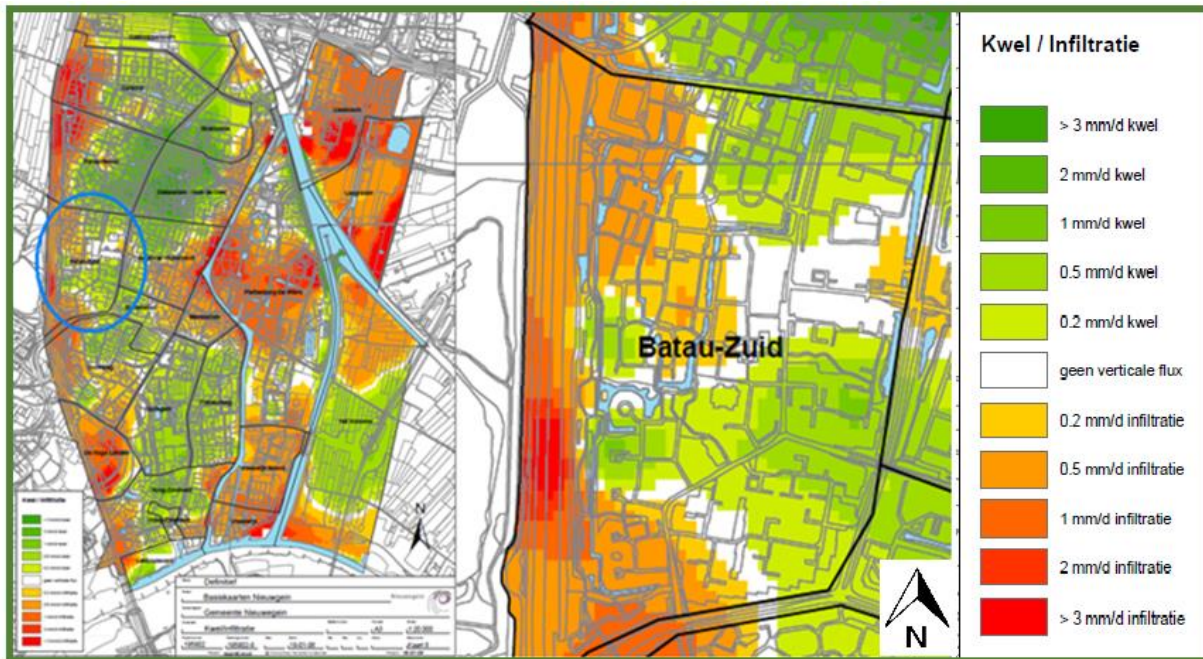
Binnen het projectgebied bevinden zich een heel aantal riool overstorten (zie figuur 4.11). Dit zijn overstorten van het regenwaterriool en kunnen invloed hebben op de waterkwaliteit als bron van een mogelijke eutrofiëring van het gebied. De inschatting binnen HDSR is dat deze overstorten slechts enkele malen per jaar plaatsvinden. Exacte gegevens hierover ontbreken.



Figuur 4.11: Overstorten RWA-stelsel in Batau-Zuid
schaal: 1:15.000 (bron: IRIS)

4.7 Kwelwater/Grondwater

In 2006 is er onderzoek gedaan door de Grontmij naar de waterhuishouding van Nieuwegein. Hierbij is er onder andere een kaart geproduceerd met de kwel of inzijging per gebied. Deze is te zien in figuur 4.12. (Grontmij, 2006) De kweldruk in Nieuwegein is volgens dit rapport voor het grootste deel afkomstig van de Utrechtse Heuvelrug en voor een kleiner deel van de grote rivieren die het gebied doorkruisen (Lek, Merwedekanaal, Amsterdam-Rijnkanaal). Op basis van deze kaart kan worden geconcludeerd dat er in het westen en zuidwesten van Batau-Zuid sprake is van inzijging en in de rest van het gebied is er sprake van kwel.



Figuur 4.12: Kwel en inzijging in Nieuwegein / schaal: 1:15.000 (Grontmij, 2006)

Om deze kaart te produceren zijn de stijghoogtes in het eerste watervoerende pakket over de maaiveldhoogtes heen gelegd. Dit is echter in tegenspraak met de visuele waarnemingen bij de veldbezoeken. De bovengrond van het parkgebied in het westen van Batau-Zuid is behoorlijk drassig, zelfs na enkele weken zonder neerslag. Mogelijk hebben de rijksweg A2 en de daaraan parallel lopende geluidswal gezorgd voor een afwijking in figuur 4.12. Waarschijnlijk is er gerekend met een hoger maaiveld, maar met eenzelfde stijghoogte in het eerste watervoerende pakket als in de rest van Batau-Zuid en heeft dit geleid tot een afwijking in figuur 4.12.

5 Oorzaken van de waterkwaliteitsproblemen

In hoofdstuk 2 is er een algemene beschrijving gegeven van het optreden van kroosdekken en de vereiste standplaatscondities. In hoofdstuk 5 wordt er aan de hand van een literatuurstudie vastgesteld welke oorzaken er in het algemeen zijn voor het ontstaan van de kroosdekken. In dit hoofdstuk zal worden bepaald of deze oorzaken ook van toepassing zijn voor Batau-Zuid, waardoor er ook oplossingen geformuleerd kunnen worden.

5.1 Slibdikte in de watergang

Volgens figuur 5.1 is er een verband tussen de slibdikte in de watergang en het percentage watergangen waarin een kroosdek aanwezig is. Deze figuur is tot stand gekomen door grote aantallen (landelijke) metingen met elkaar te vergelijken. Indien de watergang voor meer dan 50% werd bedekt door kroos, werd dit gekwalificeerd als een kroosdek (STOWA, 2014).

Klasse	Percentage watergangen met een kroosdek
Slibdikte < 5 cm	12,5 %
Slibdikte 5 – 20 cm	23,1 %
Slibdikte > 20 cm	39,4 %

Figuur 5.1: Verband tussen slibdikte en kroosbedekking in de watergang (STOWA, 2014)

Bij de veldbezoeken is al gebleken dat zich vooral in de watergangen in het parkgebied in het westen van Batau-Zuid een dikke laag bagger bevindt. Op een aantal meetpunten was ruim 50 centimeter baggerspecie aanwezig in de watergang. Deze bagger bestaat visueel vooral uit bladbagger. Gezien de dichte begroeiing in de directe omgeving en de korte afstand hiervan tot de watergang is deze vrijwel zeker afkomstig van de nabije begroeiing.

De dikke sliblaag heeft 2 grote nadelen:

- door de dünnere waterlaag warmt het water sneller op en krijgt het kroos sneller de kans om zich te vermenigvuldigen (STOWA, 2014).
- nalevering van nutriënten uit de sliblaag: deze nalevering ontstaat wanneer er na een periode van veel nutriëntenaanvoer er veel nutriënten in de (water)bodem zijn opgeslagen. Wanneer de aanvoer van nutriënten wordt vermindert, kunnen de in de (water)bodem vastgelegde nutriënten weer vrijkomen. De (water)bodem werkt dus als een buffer voor nutriënten (STOWA, 2012).

5.2 Breedte/diepte van de watergangen

Volgens figuur 5.2, die afkomstig is uit dezelfde publicatie van de Stowa, is er een verband tussen de breedte van de watergangen en de hoeveelheid watergangen die bedekt is met een kroosdek (STOWA, 2014).

Klasse	Percentage watergangen met een kroosdek
< 5 m breedte	36,1 %
5 – 10 m breedte	17,2 %
10 – 15 m breedte	11,5 %
> 15 m breedte	7,2 %

Figuur 5.2: Verband tussen de breedte en kroosbedekking in de watergang (STOWA, 2014)

In 2006 is er door Peter Heuts van HDSR een samenvatting gemaakt van een aantal onderzoeken naar kroosdekken die tussen 2000 en 2004 zijn uitgevoerd in de Lopikerwaard. Eén van de aanbevelingen hieruit is dat de minimale slootdiepte 60 centimeter en de minimale slootbreedte 4,50 meter dient te zijn. Bij deze afmetingen is gebleken dat de kroosgroei later op gang komt en/of trager is.

In diepere watergangen kan kroos namelijk slecht groeien en het zorgt ervoor dat de watertemperatuur in de watergang lager blijft, waardoor kroos minder snel kan groeien (Heuts, 2006).

Vooral in het park in het westen van Batau-Zuid zijn een aantal watergangen erg smal (3 tot 5 meter). Dit zou dus mogelijk een oorzaak voor de kroosdekken kunnen zijn. In de rest van de woonwijk zijn de watergangen echter breder, maar dit heeft daar niet geleid tot minder kroosdekken. De reden hiervoor is dat de relatie tussen slootbreedte en kroosbedekking ook is gebaseerd op windwerking. Bij een brede watergang is er namelijk meer kans op windwerking, dan bij een smalle. De onderzoeken tussen 2000 en 2004 vonden plaats in een landbouwpolder en het is twijfelachtig of deze conclusies kunnen worden geëxporteerd naar de situatie in Nieuwegein met het stedelijke water en de dichte begroeiing.

5.3 Oppervlakkige stroming

In het bijzonder in het parkgebied in het westen, maar ook in de rest van Batau-Zuid is er nauwelijks oppervlakkige stroming waarneembaar in het watersysteem.

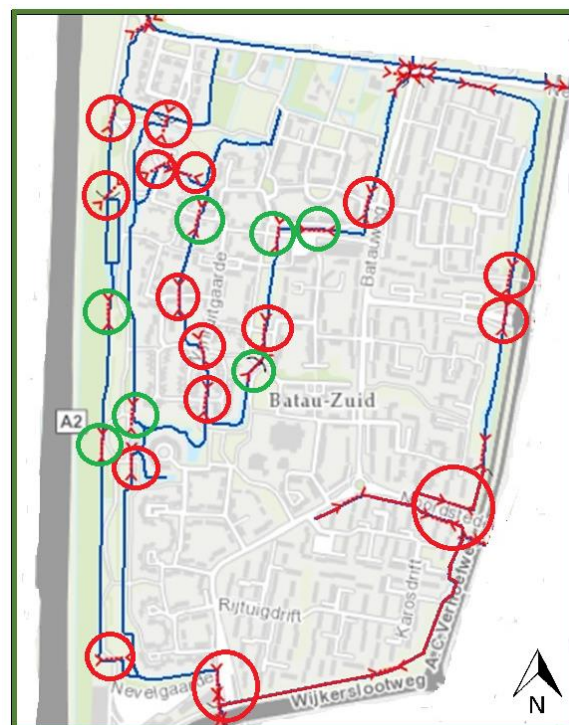
Bij de aanwezige stuwen/overstorten in het projectgebied is duidelijk te zien dat er waterverplaatsing is, maar bij de meeste watergangen is deze stroming niet/nauwelijks zichtbaar.

Door de dichte begroeiing die is beschreven in de vorige paragraaf en door de aanwezigheid van de geluidswal direct langs de rijksweg is er nauwelijks windwerking op het wateroppervlak.

Uit onderzoek is gebleken dat waterbeweging een grote negatieve invloed heeft op de vorming van kroosdekken (Heuts, 2006).

Zoals beschreven in paragraaf 2.2.3 zijn er veel duikers/kunstwerken aanwezig in het projectgebied. Op veel plekken zorgen deze duikers voor het verbinden van de diverse watergangen. Het probleem hierbij is dat veel duikers volledig onder het wateroppervlak liggen. Het water stroomt dan wel onder het wateroppervlak, maar niet aan de oppervlakte. Dit zorgt ervoor dat kroosdekken kunnen ontstaan en in stand blijven (STOWA, 2014).

In het veld is geïnventariseerd op welke plekken deze duikers te diep liggen (verdronken) en op welke plekken ze op de juiste hoogte liggen. De 'groene' duikers in figuur 5.3 liggen op de juiste hoogte en de 'rode' duikers liggen te diep. De duikers die te diep liggen zijn makkelijk te herkennen in het veld door de ophoping van kroos aan de bovenstroomse zijde, bij de duikers die op de juiste hoogte liggen is dit niet of nauwelijks het geval.



Figuur 5.3: Inventarisatie verdronken duikers in Batau-Zuid / schaal: 1:15.000 (bron: bewerkt van IRIS)

5.4 Eutrofiëring van de watergangen

Kroos komt vooral voor in matig tot sterk eutroof water (STOWA, 2014). Het gebrek aan metingen in het parkgebied maakt het echter moeilijk om te toetsen of dit ook een oorzaak is voor de kroosdekken.

	N-totaal ondergrens (in mg N/l)	N-totaal bovengrens (in mg N/l)	P-totaal ondergrens (in mg P/l)	N-totaal bovengrens (in mg P/l)
Lemna Gibba	3,0	5,9	0,40	1,20
Lemna Minor	2,2	5,2	0,15	0,55

Figuur 5.4: Onder- en bovengrens m.b.t. nutriënten van twee voorkomende kroossoorten (STOWA, 2014)

Jaar	Oppervlaktewater N-totaal(mg/l)	Inlaat water N-totaal(mg/l)	Oppervlaktewater P-totaal(mg/l)	Inlaat water P-totaal(mg/l)
2010	1,62	3,23	0,17	0,15
2011	1,49	3,26	0,20	0,12
2012	1,24	2,92	0,23	0,12
2013	1,13	3,04	0,25	0,14
2014	1,45	2,84	0,16	0,12

Figuur 5.5: Nutriënten in het oppervlakte- en inlaatwater

In figuur 5.5 staan de gegevens van het meetpunt, zoals beschreven in paragraaf 4.4 en de ondergrens en bovengrens met betrekking tot nutriënten van de twee kroossoorten die met name voorkomen in Batau-Zuid (figuur 5.4). Uit deze gegevens kan worden geconcludeerd dat met name de gehalten stikstof in het inlaatwater te hoog zijn. De gehalten aan fosfaat voldeden in 2014 voor zowel het oppervlaktewater als het inlaatwater.

Het is echter aannemelijk dat de fosfaatgehalten van de watergang in het park hoger zullen zijn. Kroosgroei wordt met name bepaald door de aanwezigheid van fosfaat in het water en de sterke aanwezigheid van de kroosdekken daar wijst op hogere fosfaatgehalten. Mogelijke oorzaken van deze eutrofiëring liggen in de nalevering van nutriënten uit de aanwezige baggerlaag, de jaarlijkse bladval en rioolwater uit het RWA-stelsel wat overstort bij hevige buien. (www.hdsr.nl)

5.5 Conclusies

Samenvattend kan er worden geconcludeerd dat er meerdere redenen zijn voor de huidige waterkwaliteitsproblemen:

- Eutrofiëring van het oppervlaktewater

De aanwezigheid van de kroosdekken wijst op een eutrofiëring van de watergangen. De mogelijke oorzaken hiervan zijn de jaarlijkse bladval, de nalevering van nutriënten uit de dikke sliblaag in de watergangen en het water dat wordt ingelaten vanuit het Merwedekanaal om het systeem door te spoelen.

Als de aanwezige meetgegevens echter worden bekeken lijkt de mate van eutrofiëring beperkt te zijn. In 2014 voldeed het oppervlaktewater in Batau-Zuid zowel aan de KRW-norm voor stikstof als die voor fosfaat. Hetzelfde geldt, met uitzondering van het stikstofgehalte in het inlaatwater, voor de ondergrens en de bovengrens waarbij twee van de aanwezige kroossoorten voorkomen.

Opvallend is ook dat de gehalten aan stikstof in het inlaatwater hoger zijn dan die van het oppervlaktewater in Batau-Zuid. De vermoedelijke reden hiervoor is het proces van denitrificatie of doordat de nutriënten met het sediment bezinken en in de bagger in de watergang terecht komen. Het watersysteem in Batau-Zuid wordt dus verrijkt met nutriënten uit het inlaatwater.

- Gebiedsinrichting

De tweede oorzaak is de gebiedsinrichting met de aanwezigheid van de dichte begroeiing en de ligging langs de rijksweg A2 en de bijbehorende geluidswal. Hierdoor is er nauwelijks windwerking en oppervlakkige waterstroming mogelijk. Dit zorgt ervoor dat kroosdekken kunnen ontstaan en in stand blijven.

Daarnaast zorgt de dichte begroeiing jaarlijks voor toevoer van nutriënten via de bladval. Ook zorgt deze baggerlaag voor minder waterdiepte in de watergangen, wat kan leiden tot een snellere opwarming van het water en daardoor bevordering van de kroosgroei (STOWA, 2014).

Uit onderzoek is gebleken dat er ook een verband bestaat tussen de breedte van de watergangen en het percentage watergangen dat bedekt is met een kroosdek (Heuts, 2006). Een onderdeel van deze relatie is vermoedelijk wel dat een bredere watergang zorgt voor meer windwerking. Dit is echter in Batau-Zuid nauwelijks van toepassing, waardoor

het twijfelachtig is of het aanpassen van de dimensionering van de watergangen effect zal hebben op de waterkwaliteitsproblemen.

De eutrofiëring en de gebiedsinrichting zorgen dus voor het ontstaan van de kroosdekken, maar door het ontbreken van oppervlakkige stroming kunnen deze kroosdekken ook in stand blijven. De oorzaak voor het ontbreken van deze oppervlakkige stroming ligt in de vele verdronken duikers en de dichte begroeiing/bebouwing.

6 Oplossingsrichtingen

In hoofdstuk 5 is er in beeld gebracht wat de oorzaken zijn van de huidige waterkwaliteitsproblemen. In hoofdstuk 6 zullen er verschillende maatregelen worden besproken om deze oorzaken aan te pakken.

Om te bepalen welke van deze maatregelen het meest passend zijn voor de situatie in het parkgebied wordt er gebruik gemaakt van een multi criteria analyse (MCA). Voordat de maatregelen worden besproken zal kort de werking van de MCA worden toegelicht. Dit is een methode om diverse maatregelen aan de hand van diverse criteria tegen elkaar af te wegen.

De maatregelen zijn gerangschikt op basis van de gevonden oorzaken en zijn deels zelf bedacht en deels maatregelen die in de vakliteratuur worden beschreven of waar ervaring mee is binnen HDSR. Uiteindelijk zullen er twee maatregelen verder worden uitgewerkt.

6.1 Multi Criteria Analyse

Een MCA is een methode om verschillende opties op basis van een aantal criteria tegen elkaar af te wegen. Hiervoor dienen er een aantal stappen gevolgd te worden:

- definiëren van de criteria
- waardering van het belang van de criteria
- beschrijving van de maatregelen
- beoordeling van de maatregelen op de criteria (scores)
- analyse en vergelijking van de maatregelen (Wijnmalen, 2013)

Op 1 april 2015 is er een overleg geweest met een aantal mensen van de gemeente Nieuwegein, een kort gespreksverslag is te vinden in bijlage 1. De doelstelling van dit overleg was om te bepalen welke maatregelen haalbaar zijn in de praktijk en aan welke randvoorwaarden mogelijke maatregelen dienen te voldoen.

Hierbij zijn de volgende 4 criteria bepaald:

- effectiviteit van de maatregel
- maatschappelijke impact
- kosten
- duurzaamheid

Als extra criterium in de MCA wordt er nog bepaald of de maatregel alleen toepasbaar is in het parkgebied of dat deze maatregel ook geschikt is voor de rest van Batau-Zuid.

6.1.1 Effectiviteit van de maatregel

Het belangrijkste criterium voor het beoordelen van een maatregel is de effectiviteit er van. Het is niet nodig om negatieve waardes toe te kennen, want maatregelen zonder effect zijn niet gewenst en vallen direct af als optie.

6.1.2 Maatschappelijke impact

In Batau-Zuid wonen betrokken burgers. Dit criterium betreft de maatschappelijke impact, hiermee wordt bedoeld of genomen maatregelen zullen leiden tot positieve of negatieve reacties en in welke mate dit gebeurt. Dit betreft een inschatting door de auteur.

6.1.3 Kosten

De gemeente Nieuwegein en HDSR hebben in de huidige tijd te maken met bezuinigingen en krimpende budgetten. Daarom zijn de kosten die gemoeid zijn met een maatregel van groot belang. Het betreft hierbij de kosten van aanleg en (indien van toepassing) 10 jaar onderhoud. Voor de kostenraming wordt alleen rekening gehouden met het parkgebied. De opbouw van de kosten wordt verder toegelicht in bijlage 4.

6.1.4 Duurzaamheid

Met het criterium duurzaamheid wordt in dit geval bedoeld dat het de voorkeur heeft om de problemen bij de bron

aan te pakken. Alleen als dit (financieel of praktisch) niet mogelijk is kan er worden gekeken naar het aanpakken van de gevolgen.

6.1.5 Toepasbaarheid voor de rest van Batau-Zuid

Dit onderzoek richt zich met name op de watergang die parallel loopt langs de rijksweg A2 in het parkgebied in het westen van Batau-Zuid. Het heeft echter de voorkeur om een maatregel te selecteren die ook toepasbaar is in de rest van Batau-Zuid, waar dezelfde kroosproblematiek speelt.

6.1.6 Samenvattende tabel

In figuur 6.1 zijn de criteria aan de hand waarvan de maatregelen worden beoordeeld samengevat met de bijbehorende waarderingen.

Beoordeling	Effectiviteit	Maatschappelijke impact	Kosten	Duurzaamheid	Rest van Batau-Zuid
++	Groot effect	Veel positieve reacties te verwachten	< € 9.999,-	Volledig brongerichte maatregel	
+	Redelijk effect	Enkele positieve reacties te verwachten	€ 10.000 tot € 24.999,-	Voornamelijk brongerichte maatregel	Toepasbaar in heel Batau-Zuid
0	Weinig tot geen effect	Geen/nauwelijks reacties te verwachten	€ 25.000,- tot € 49.999,-	Evenveel brongericht als effectgerichte maatregel	Gedeeltelijk toepasbaar in de rest van Batau-Zuid
-		Enkele negatieve reacties te verwachten	€ 50.000 tot € 99.999	Voornamelijk effectgerichte maatregel	Alleen toepasbaar in het parkgebied
--		Veel negatieve reacties te verwachten	> € 100.000,-	Volledig effectgerichte maatregel	

Figuur 6.1: Criteria voor de MCA

6.1.7 Waardering van het belang van de criteria

In het overleg met de gemeente Nieuwegein van d.d. 1 april 2015 is besproken welke vijf criteria van belang zijn om de verschillende maatregelen te kunnen beoordelen. Hierna is de overweging gemaakt in welke mate van belangrijkheid de verschillende criteria dienen te worden meegewogen, deze verdeling is gemaakt op basis van het overleg met de gemeente Nieuwegein. Er is gekomen tot de verdeling die is beschreven in figuur 6.6.

Randvoorwaarde	Waardering
Effectiviteit	40%
Maatschappelijke impact	20%
Kosten	30%
Duurzaamheid	10%
Toepasbaarheid voor de rest van Batau-Zuid	Extra

Figuur 6.2: Onderlinge waardering van de criteria

De belangrijkste criteria om te beoordelen of een maatregel geschikt is voor de praktijk zijn de effectiviteit van de maatregel en de kosten die daaraan verbonden zijn. Als een maatregel geen effect heeft, valt deze bij voorbaat al af. De maatschappelijke impact en de duurzaamheid worden als minder belangrijk genormeerd.

6.1.8 Standaardisatie van de criteria

Figuur 6.3 is de standaardisatietabel; door deze te gebruiken worden de beoordelingen en de kosten van een maatregel gestandaardiseerd tot een eenheid die vervolgens in paragraaf 6.3 met elkaar vergeleken worden.

Beoordeling	Kosten	Waardering
++	< € 9.999,-	10
+	€ 10.000 - € 24.999,-	7,5
0	€ 25.000,- - € 49.999,-	5
-	€ 50.000 – € 99.999	2,5
--	> € 100.000,-	0

Figuur 6.3: Standaardisatie van de criteria

6.2 Maatregelen

Aan de hand van de oorzaken van de waterkwaliteitsproblemen worden de mogelijke maatregelen beschreven en kort toegelicht. Deze maatregelen zijn deels zelf bedacht door de auteur en deels maatregelen die in de vakliteratuur worden beschreven of waar ervaring mee is binnen HDSR. De toelichting op de beoordeling van de criteria uit figuur 6.1 is te vinden in bijlage 2.

6.2.1 Slibdikte verminderen

Zoals besproken in paragraaf 5.1 bestaat er een verband tussen de slibdikte in de watergangen en het percentage van de watergangen waarin kroosdekken aanwezig zijn. Eventuele maatregelen om de slibdikte te beperken zullen dus effect hebben op het ontstaan van de kroosdekken.

Maatregel 1: Baggeren

Uit navraag binnen HDSR is gebleken dat met name de watergang langs de A2 sinds lange tijd niet meer gebaggerd is. In 2004/2008 is Batau-Zuid voor het laatste gebaggerd, maar om onduidelijke redenen is de betreffende watergang toen niet gebaggerd. Deze maatregel valt onder het reguliere onderhoud van HDSR, maar is op korte termijn nodig om de kroosdekken te bestrijden.

Maatregel 2: Bladval verwijderen

Uit onderzoek is gebleken dat de extra baggeraanwas door begroeiing van de watergang tot wel 1 centimeter per jaar kan zijn (Kwaadsteniet, 2014). Om deze extra baggeraanwas te verminderen en/of te voorkomen kan er voor gekozen worden om in het najaar het drijvende blad uit de watergang te verwijderen en op de kant te deponeren. Op die manier kan met name in het park een behoorlijk deel van de baggeraanwas worden voorkomen. In het huidige beleid van HDSR en de gemeente Nieuwegein worden alle watergangen één keer per jaar geschoond; het uitgangspunt voor deze maatregel is dat dit drie keer per jaar wordt gedaan.

6.2.2 Dimensionering watergangen aanpassen

In paragraaf 5.2 is te lezen dat de kans op kroosdekken aanzienlijk kleiner is bij een minimale slootdiepte van 60 centimeter en een minimale slootbreedte van 4,50 meter. Met name in het parkgebied zijn de sloten erg smal en ondiep. Dit is echter alleen effectief in combinatie met het aanpassen van de begroeiing, zodat er ook meer windwerking kan plaatsvinden op het wateroppervlak.

Maatregel 3: Dimensionering watergang aanpassen

In 2006 is er door Peter Heuts van HDSR een samenvatting gemaakt van een aantal onderzoeken naar kroosdekken

die tussen 2000 en 2004 zijn uitgevoerd in de Lopikerwaard. Hierbij wordt een minimale slootdiepte van 60 centimeter en een minimaal slootbreedte van 4,50 meter aangeraden. Bij deze maten blijkt de kroosgroei later op gang te komen. Door alle watergangen in Batau-Zuid aan te passen naar deze normen kunnen de problemen met de kroosdekken gedeeltelijk worden voorkomen (Heuts, 2006). Deze maatregel dient echter wel gepaard te gaan met het uitdunnen van de begroeiing om windwerking mogelijk te maken.

Maatregel 4: Watergang dempen

De watergang in het park heeft met name de functie van zichtwater, met daarnaast een beperkte rol in het bergen van afstroomwater van de naastgelegen geluidswal. Deze waterhuishoudkundige functie zou echter ook op een andere wijze opgelost kunnen worden (bijvoorbeeld door drainage met uitloop op een andere watergang). Dan kan de watergang langs de geluidswal volledig gedempt worden en is het probleem met de kroosdekken daar opgelost. Een eis van HDSR is wel dat de hoeveelheid wordt gecompenseerd binnen hetzelfde peilgebied. Het uitgangspunt hierbij is dat de watergang die langs de woonwijk loopt verbreed wordt om dit waterverlies te compenseren.

6.2.3 Eutrofiëring tegengaan

Kroos groeit het beste en het snelste in voedselrijk water. (STOWA, 2014) Door de voedselrijkheid van het water terug te dringen kan de ontwikkeling van het kroos worden bestreden.

Maatregel 5: Aanleggen helofytenfilter

Eén van de mogelijkheden om de nutriëntengehaltes in het oppervlaktewater te verminderen is door het aanleggen van een helofytenfilter. Er bestaan horizontale en verticale helofytenfilters. Een horizontaal helofytenfilter is het meest eenvoudig en bestaat uit een vloeiveld die is ingeplant met riet. Een verticaal helofytenfilter bestaat uit een pakket met adsorberend materiaal (bijvoorbeeld zand of andere mineralen) waar het water op wordt geleid en van de onderkant weer afgepompt. (www.kilianwater.nl)

De belangrijkste werkingsmechanismen zijn dat stikstof(N) wordt omgezet in N₂-gas en dat fosfaat en stikstof worden vastgelegd door het riet. Deze vastgelegde nutriënten worden dan verwijderd uit het watersysteem door het jaarlijks maaien van het riet en door na een aantal jaren de sliblaag te verwijderen. (STOWA, 2005)

Maatregel 6: Minder doorspoelen/Meer gebiedseigen water benutten

Batau-Zuid wordt doorspoeld met water dat afkomstig is uit het Merwedekanaal. Dit water is relatief schoon, maar met elke kuub water die wordt ingelaten worden er ook nutriënten aangevoerd. Uit onderzoek van Witteveen&Bos in Rotterdam bleek dat de eutrofiëring van dit gebied vooral het gevolg was van nutriënten die werden aangevoerd met het doorspoelwater (Balla, 2013).

Deze maatregel bestaat eruit dat er wordt geminderd/gestopt met het doorspoelen met gebiedsvreemd water en dat het watersysteem wordt gevoed door gebiedseigen kwelwater. Op diverse plekken in Nieuwegein is er sprake van kwel, wat is te zien aan de bruine roestkleur in de watergangen. In Batau-Zuid is dit minder het geval, maar zeker in het parkgebied is de bodem vaak erg nat, dus dit zou op kwel kunnen wijzen.

Maatregel 7: Aanleg Natuurvriendelijke Oevers

Door het aanleggen van natuurvriendelijke oevers wordt de concurrentiepositie van de ondergedoken waterplanten ten opzichte van het kroos verbeterd. Door het inplanten van de natuurvriendelijke oevers met riet (de zogenaamde zuiverende oevers) wordt hetzelfde resultaat nagestreefd als bij de aanleg van een helofytenfilter (maatregel 5).

Een zuiverende oever kan nutriënten uit het oppervlaktewater opnemen en vastleggen; de belangrijkste processen die hierbij een rol spelen zijn de opname van nutriënten door water- en oeverplanten, denitrificatie (de omzetting van nitraat in gasvormig stikstof) en de invang en ophoping van blad en slib.

Door de geleidelijke overgang tussen land en water ontstaan er kansen voor andere planten als kroos, met name ondergedoken, wortelende waterplanten. Deze waterplanten kunnen in de overgangszone tussen land en water

concurreren met het kroos. Op het wateroppervlak kunnen deze ondergedoken waterplanten echter pas concurreren met kroos als de mate van eutrofiëring van het water en/of de waterbodem afneemt (STOWA, 2011).

6.2.4 Oppervlakkige stroming bevorderen

Uit onderzoek is gebleken dat één van de meest effectieve manieren om kroosdekken te voorkomen en te bestrijden is om te zorgen voor voldoende (oppervlakkige) stroming in de watergang. In de huidige situatie is er wel stroming door de aanvoer van het doorspoelwater, maar is er door de aanwezigheid van de vele ondergedoken duikers geen oppervlakkige stroming mogelijk.

Maatregel 8: Bomenkap/Vervangen door andere bomen

Met name in het parkgebied in het westen van Batau-Zuid is er een zeer dichte begroeiing aanwezig. Door een aanzienlijk deel van de begroeiing te verwijderen vermindert de hoeveelheid bladval in de watergangen en is er meer windwerking, en daardoor meer oppervlakkige stroming mogelijk in de watergang.

Maatregel 9: Duikers ophogen

In Batau-Zuid zijn er veel duikers die volledig onder het wateroppervlak liggen. Door deze verdronken duikers op de juiste diepte te leggen zal de oppervlakkige stroming worden bevorderd en worden de kroosdekken bestreden.

Maatregel 10: Waterpeilen verlagen

In plaats van het ophogen van de duikers, zoals besproken in maatregel 9, kan er ook voor gekozen worden om de waterstanden te verlagen. Als dit er toe leidt dat de duikers weer 'op lucht' liggen heeft dit hetzelfde effect als het ophogen van de duikers, maar met mogelijk veel minder kosten. Parallel aan de woonwijk loopt er nog een watergang. Door deze watergang op het oude peil te houden kan er voor worden gezorgd dat er geen problemen zoals palenrot optreden met de woningen. Een bijkomend voordeel van deze maatregel is dat door het verlagen van de waterpeilen en het verdiepen van de watergangen er mogelijk ook meer aanvoer van relatief schoon kwelwater zal zijn naar de watergangen.

6.2.5 Overig

Naast de eerder genoemde maatregelen is het ook mogelijk om het kroos op conventionele wijze te verwijderen met behulp van machines. Dit wordt uitgewerkt in maatregel 11.

Maatregel 11: Kroos mechanisch verwijderen

Het is mogelijk om de kroosdekken te verwijderen door het inzetten van machines. Hiervoor kunnen verschillende machines worden ingezet, zoals boten en kranen. Essentieel is echter het moment waarop de kroosdekken worden verwijderd.

Uit praktijkproeven is gebleken dat het het meest effectief is om eenmaal in het voorjaar te sloot te schonen, omdat dit vaak in de zomer tot een lagere bedekkingsgraad leidt en daarna nog een keer laat in het seizoen (september/oktober). Het verwijderen van kroos heeft altijd enkele weken effect, bij ongunstige groeiomstandigheden voor het kroos duurt dit effect nog langer. Het verwijderen van kroos zorgt ervoor dat er nutriënten worden afgevoerd uit het watersysteem, wat eutrofiëring tegen gaat indien de aanvoer van nieuwe nutriënten beperkt is (STOWA, 1997).

6.3 Conclusie

In figuur 6.4 zijn de resultaten weergegeven van de MCA, zowel de waardes vóór correctie als de waardes na correctie zijn zichtbaar. Deze correcties zijn nodig, omdat aan het ene criterium meer belang wordt gehecht dan aan het andere.

	Effect op kroosdekken	Inclusief correctie voor waardering	Maatschappelijke impact	Inclusief correctie voor waardering	Kosten	Inclusief correctie voor waardering	Duurzaamheid	Inclusief correctie voor waardering	Totaal (inclusief correctie waardering)	Exporteerbaar naar rest Batau-Zuid
Waardering		40%		20%		30%		10%		
1. Baggeren	7,5	3	5	1	10	3	7,5	0,75	7,75	Ja
2. Bladval verwijderen	5	2	5	1	10	3	7,5	0,75	6,75	Nee
3. Dimensionering watergang aanpassen	0	0	2,5	0,5	2,5	0,75	10	1	4,25	Gedeeltelijk
4. Watergang dempen	10	4	0	0	5	1,5	7,5	0,75	6,25	Nee
5. Aanleggen helofytenfilter	7,5	3	2,5	0,5	0	0	10	1	4,50	Gedeeltelijk
6. Minder doorspoelen, meer gebiedseigen water benutten	7,5	3	5	1	10	3	7,5	0,75	7,75	Gedeeltelijk
7. Aanleg natuurvriendelijke oevers	7,5	3	7,5	1,5	5	1,5	7,5	0,75	6,75	Gedeeltelijk
8. Bomenkap/Vervangen door andere bomen	7,5	3	0	0	7,5	2,25	10	1	6,25	Nee
9. Duikers ophogen	10	4	5	1	7,5	2,25	7,5	0,75	8,00	Gedeeltelijk
10. Waterpeilen verlagen	10	4	5	1	2,5	0,75	7,5	0,75	6,50	Nee
11. Kroos mechanisch verwijderen	7,5	3	7,5	1,5	7,5	2,25	0	0	6,75	Gedeeltelijk

Figuur 6.4: Samenvattende tabel van de MCA

In figuur 6.4 is te zien dat er twee maatregelen zijn die direct afvallen, dit zijn het verdiepen en verbreden van de watergangen en het aanleggen van een helofytenfilter. De belangrijkste redenen hiervoor zijn de hoge kosten en de te verwachten maatschappelijke impact. Een kanttekening hierbij is echter dat het bij een grootschalige gebiedsinrichting mogelijk wel interessant kan zijn om een helofytenfilter aan te leggen, door een horizontaal helofytenfilter te combineren met een open wandelgebied kan er een mooie combinatie gevormd worden (interne navraag, HDSR).

Vervolgens zijn er zes maatregelen die tussen de 6,25 en 6,75 scoren in de MCA.

Er zijn drie maatregelen die het hoogste scoren op de vastgestelde criteria. Dit zijn:

1. Baggeren
2. Minder doorspoelen, meer gebiedseigen water benutten
3. Duikers ophogen

Zoals aangegeven in paragraaf 6.1 zullen er twee maatregelen worden uitgewerkt. De maatregel 'baggeren' is wel een aanrader, maar zal niet worden uitgewerkt in dit onderzoek, want dit valt onder het reguliere onderhoud van HDSR. Daarom zullen de maatregel 'Duikers ophogen' en 'Minder doorspoelen, meer gebiedseigen water benutten' worden uitgewerkt.

7 Maatregel 1: Ophogen duikers

Een effectieve methode om kroosdekken te bestrijden is door verkrijgen van meer oppervlakkige stroming (Heuts, 2006). In Batau-Zuid is dit echter moeilijk te realiseren door het grote aantal duikers dat volledig onder het wateroppervlak ligt en oppervlakkige stroming blokkeert. Bij de aanleg van nieuwe duikers geldt vanuit HDSR de norm dat de duikers op minimaal 15% lucht moeten liggen. Dit wil zeggen dat minimaal 15% van de hoogte van de duiker boven het wateroppervlak dient uit te steken. In het verleden werd hier echter geen aandacht aan besteed en had waterafvoer de prioriteit. In dit hoofdstuk wordt geïnventariseerd wat de huidige stand van zaken is met betrekking tot de verdronken duikers. Hierbij wordt er een onderscheid gemaakt tussen het parkgebied in het westen en de rest van Batau-Zuid. Deze keuze is gemaakt, omdat het oplossen van de problemen in het parkgebied de prioriteit heeft.

7.1 Overzicht op te hogen duikers

Omdat dit onderzoek zich met name richt op de watergang in het westen van Batau-Zuid zal deze paragraaf worden onderverdeeld in twee delen. Als eerste zal deze watergang worden behandeld en in de volgende paragraaf de rest van Batau-Zuid. In figuur 7.1 is aangegeven welke duikers op de juiste hoogte liggen en welke niet. De duikers die te diep liggen (verdronken) zijn aangegeven met een rode cirkel en de duikers die op de juiste hoogte liggen zijn aangegeven met een groene cirkel.

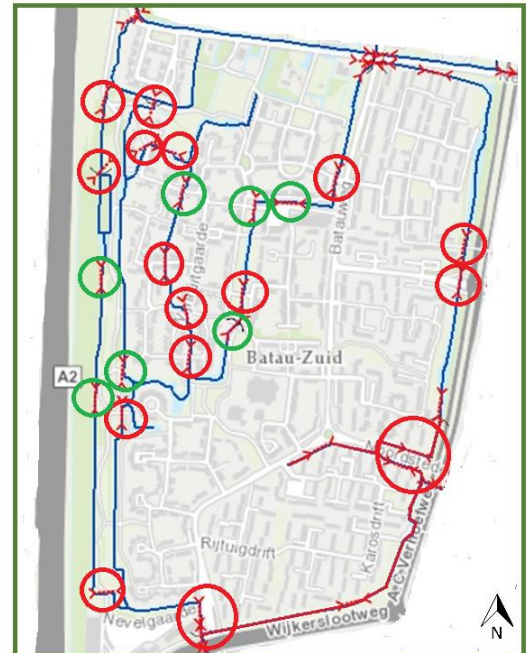
7.2 Parkgebied

Om het overzicht te behouden zijn alle duikers in Batau-Zuid genummerd (bijlage 3). In de watergang in het westen (het parkgebied) liggen in totaal 5 duikers. Van deze 5 duikers liggen er 2 op de juiste hoogte en dienen er 3 duikers te worden opgehaald. Deze 3 duikers zijn te zien in figuur 7.2.

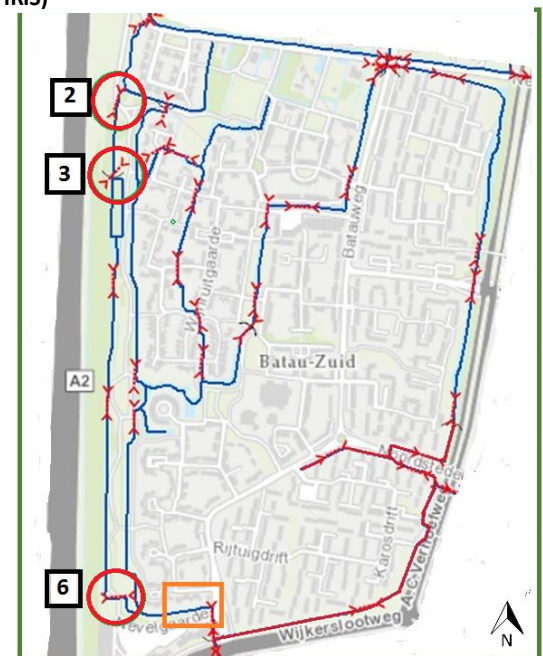
Het ophalen van deze duikers gaat relatief eenvoudig, want er is nauwelijks ondergrondse infrastructuur aanwezig zoals is te zien in bijlage 5. Alleen bij duiker 6 is er een defensieleiding aanwezig, hiervoor is een reservering opgenomen in de kosten. De totale kosten voor het ophogen van deze 3 duikers zijn ca. € 23.000,-.

Na het ophogen van de 3 genoemde duikers kan er oppervlakkige stroming plaatsvinden vanaf de inlaat bij de Nedereindse weterring tot aan het meest zuidwestelijke punt van Batau-Zuid.

Het risico is wel dat kroos wat eerder 'bleef hangen' achter de duikers nu zal doorspoelen naar duiker 21 (oranje vlak in figuur 7.2) en zich mogelijk hiervoor zal ophopen. Dit moet worden voorkomen, omdat duiker 22 (zie figuur 7.3) in de praktijk zeer gevoelig is gebleken voor verstoppingen als gevolg van de grote lengte en de lage stroomsnelheid.



Figuur 7.1: Overzicht verdronken duikers in Batau-Zuid / schaal: 1:15.000 (bron: bewerkt van IRIS)



Figuur 7.2: Overzicht verdronken duikers in het parkgebied / schaal: 1:15.000 (bron: bewerkt van IRIS)

De praktijk zal moeten uitwijzen of dit problemen oplevert, anders is het wellicht mogelijk om een drijvende balk in het water te hangen voor duiker 22. Het nadeel hiervan is wel dat de oppervlakkige stroming hierdoor weer wordt verminderd, maar dit nadeel is beperkt als dit het middel is om het noordelijke deel van Batau-Zuid vrij te houden van kroosdekken.

7.3 Overig Batau-Zuid

Om te bepalen of het haalbaar is om ook in de rest van Batau-Zuid de verdronken duikers op te hogen is er een inventarisatie gemaakt van alle duikers in de wijk en is er een kostenraming gemaakt voor het verhogen hiervan. Deze kostenraming is terug te vinden in bijlage 5, hieruit blijkt dat de kosten voor het ophogen van in totaal 10 duikers ca. € 150.000,- bedraagt.

Zoals is te zien in bijlage 5 is er voor het ophogen van een aantal duikers geen kostenbegroting opgesteld. Hiervoor zijn 2 redenen:

1. Bij duikers 11 en 13 is de duiker een onderdeel van een brugconstructie. Om deze duikers op te kunnen hogen zou de brug dus geheel of gedeeltelijk gesloopt moeten worden. Bovendien loopt er over deze bruggen een leiding tracé van zowel de water- als de gasleiding (interne navraag, gemeente Nieuwegein). Als het probleem van de kroosdekken moet worden afgewogen tegen de te maken kosten en de overlast is het niet realistisch deze op te hogen.
2. Bij duikers 21, 22, 23 en 26 is er sprake van zeer lange duikers. De kosten om deze duikers op te halen zijn zeer groot en de kans op het verkrijgen van meer stroming in deze duikers door het ophogen ervan lijkt zeer klein.

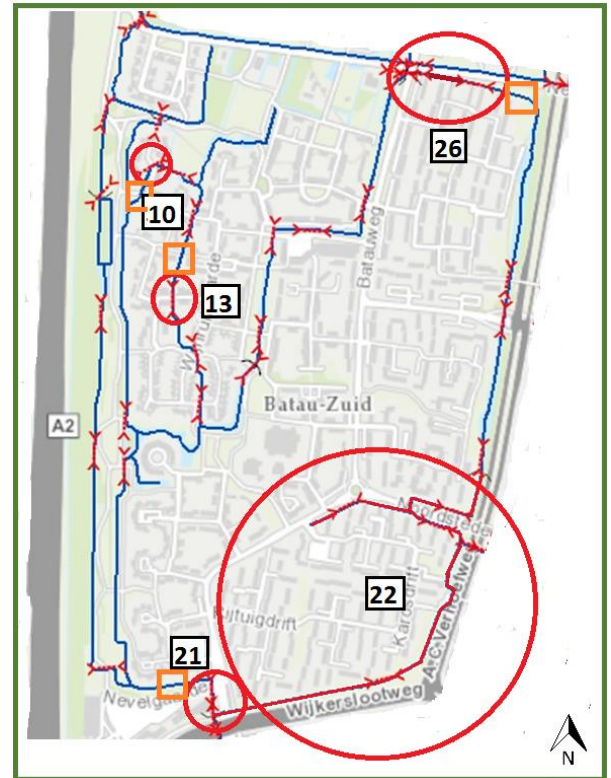
Het niet ophogen van de bovengenoemde duikers zal mogelijk leiden tot ophopingen van kroos voor de duikers aan de bovenstroomse kant. (zie figuur 7.3, oranje vierkanten) Er zijn ook waterbeheerders die een fontein installeren in de watergang om zuurstof in het water te brengen en om beweging te krijgen aan het wateroppervlak en op deze wijze de kroosdekken te bestrijden (Waterplan Leerdam).

Dit is wellicht een oplossing voor het stuk watergang tussen duiker 10 en duiker 13.

7.4 Conclusie

Voor het bestrijden van de kroosdekken in het parkgebied is het ophogen van de duikers een geschikte oplossing. De kosten zijn met € 25.000,- beperkt en er kan een grote slag geslagen worden. In het verleden is dit vaker gedaan binnen de gemeente Nieuwegein en de ervaringen waren zeer positief (interne navraag, gemeente Nieuwegein). Door het grote aantal duikers dat zich bevindt in Batau-Zuid is het een forse investering om deze allemaal op de juiste hoogte te leggen. Bovendien is dit voor een aantal duikers niet haalbaar.

In Batau-Zuid is er circa 5.500 meter aan open watergangen en circa 1.500 meter duikers. Het maaikorven van een meter watergang kost circa € 0,39 (interne navraag, HDSR). Een groot deel van de watergangen in Batau-Zuid zijn bereikbaar met een kraan, dan kost het maaikorven per jaar ca. € 3.000,-. Bij twee keer kroos verwijderen per jaar kost dit dus circa € 6.000,- per jaar. Als dit wordt vergeleken met de investering van € 175.000,- (zie bijlage 5) die



Figuur 7.3: Situatie m.b.t. de verdronken duikers in Batau-Zuid na ophogen / schaal: 1:15.000 (bron: bewerkt van IRIS)

nodig is om alle duikers in Batau-Zuid op te hogen kan er dus maar liefst 30 jaar kroos verwijderd worden van dit bedrag.

Mogelijk zijn de kosten voor het ophogen van de duikers lager als deze kunnen 'meeliften' in grootschalige werken, zoals bijvoorbeeld rioolreconstructies. Hierdoor kunnen de kosten ook worden verspreid over meerdere jaren.

De kosten om de haalbare verdronken duikers in heel Batau-Zuid op te hogen zijn circa € 175.000,-. Dit is een aanzienlijk bedrag; het is aan HDSR en de gemeente Nieuwegein om te beslissen of het oplossen van de kroosproblematiek deze financiële inspanning waard is.

8 Maatregel 2: Inzet gebiedseigen water

In de huidige situatie wordt het watersysteem in Batau-Zuid doorgespoeld met water uit het Merwedekanaal. Het doel hiervan is om het waterpeil en de waterkwaliteit in Batau-Zuid op niveau te houden. Echter met elke kuub water die wordt ingelaten, vindt er ook een aanvoer plaats van nutriënten die zorgt voor een verdere eutrofiëring van het watersysteem in Batau-Zuid. (Heuts, 2006)

Het doel van dit hoofdstuk is om te onderzoeken of er gestopt kan worden met het inlaten van gebiedsvreemd water en het gebied te gaan voeden met gebiedseigen (kwel)water.

Dit hoofdstuk begint met een korte toelichting over het gebruiken van gebiedseigen (kwel)water, gevolgd door een literatuurstudie. Hierbij wordt onderzocht of er in de theorie voldoende kans is op kwelwater in het gebied. Tenslotte is er een veldproef uitgevoerd om de resultaten van de literatuurstudie te testen in de praktijk.

8.1 Waarom kwelwater inzetten?

In 2010 is er een onderzoek uitgevoerd waarbij het watersysteem van het stadspark Schollebos in Capelle aan den IJssel is geanalyseerd. In dit park waren grote problemen met de waterkwaliteit en werd er doorgespoeld met extern water om de problemen beheersbaar te houden. Het vermoeden was echter dat dit doorspoelwater leidde tot een verdere eutrofiëring. Daarom is er onderzocht wat er zou gebeuren als er meer water werd vast gehouden en minder water werd ingelaten.

Uit computermodellen en berekeningen bleek dat het overgrote deel van de belasting met fosfaat en stikstof afkomstig was van het inlaatwater. Er is een proef gedaan, waarbij er niet/nauwelijks werd doorgespoeld, maar waarbij het water juist werd vastgehouden. Dit leidde tot verrassende resultaten, de mate van eutrofiëring nam af en de waterkwaliteit steeg zelfs. (Turlings, 2010)

De resultaten van dit onderzoek bieden ook mogelijkheden voor bestrijding van de kroosdekken in Batau-Zuid. Door geheel of gedeeltelijk te stoppen met het inlaten van gebiedsvreemd water in Batau-Zuid en in plaats daarvan het watersysteem te voeden met gebiedseigen (kwel)water kunnen mogelijk dezelfde effecten bereikt worden. Dit kwelwater is voor het grootste deel afkomstig van de Utrechtse Heuvelrug en voor een kleiner deel van de grote rivieren die het gebied doorkruisen, de Lek het Merwedekanaal en het Amsterdam-Rijnkanaal (Grontmij, 2006).

In het noorden en zuiden van Nieuwegein is er sprake van ijzerhoudend kwelwater. Dit is duidelijk te zien aan de bruine kleur van het oppervlaktewater (zie figuur 8.1). Deze bruin/oranje kleur is het gevolg van oxidatie van in het kwelwater opgelost ijzer. Dit ijzer wat in het Nieuwegeinse kwelwater aanwezig is kan mogelijk fosfaat binden, waardoor dit niet beschikbaar komt voor de groei van het kroos (Vliex, 2013).

Het inzetten van kwelwater om het watersysteem te voeden heeft dus 2 voordelen; het kwelwater is relatief arm aan nutriënten en het ijzer wat zich in dit water bevindt kan fosfaat in het oppervlaktewater binden. Het laatste punt is in Batau-Zuid minder van belang, het heldere water en dus de afwezigheid van de roestkleur wijst niet op de aanwezigheid van ijzer in het (kwel)water.



Figuur 8.1: Roestbruin water in Galecop

8.2 Is er kwelwater aanwezig?

In paragraaf 4.7 is besproken dat het beschikbare kaartmateriaal met betrekking tot de aanwezigheid van kwelwater en de waarnemingen in de praktijk elkaar tegenspreken. Volgens het kaartmateriaal (Grontmij, 2006) is er geen kwelwater aanwezig in het parkgebied in Batau-Zuid, maar is er sprake van infiltratie.

Dit is echter in tegenspraak met de visuele waarnemingen bij de veldbezoeken. De bovengrond van het parkgebied in het westen van Batau-Zuid is behoorlijk drassig, zelfs na enkele weken zonder neerslag. Bovendien zijn in de wijken in de directe omgeving (Galecop, Centrum) bruine sloten te zien, wat wijst op de aanwezigheid van ijzerrijk kwelwater.

Om dit te controleren is er gekeken naar de peilbuizen die aanwezig zijn in het gebied. Een aantal van de peilbuizen in Nieuwegein zijn voorzien van dataloggers, waarmee realtime de waterstanden in de peilbuizen kunnen worden opgevraagd en geregistreerd.



Figuur 8.2: Gebruikte peilbuizen in Batau-Zuid

In Batau-Zuid zijn er 5 peilbuizen aanwezig die digitaal gemonitord worden; in figuur 8.3 zijn de van belang zijnde gegevens weergegeven. Overigens is bij al deze peilbuizen het filter geplaatst onder de afsluitende kleiige deklaag.

Peilbuis	Peil oppervlaktewater	Waterstand peilbuis	Maaiveld ter plaatse van peilbuis
132	0,35 m-NAP	0,37 m+NAP	0,79 m+NAP
38	0,50 m-NAP	0,60 m+NAP	0,17 m+NAP
301	0,85 m-NAP	0,40 m+NAP	0,70 m+NAP
302	0,85 m-NAP	0,25 m+NAP	0,76 m+NAP
101	0,85 m-NAP	0,39 m+NAP	0,73 m+NAP

Figuur 8.3: Overzicht peilbuizen Batau-Zuid

Uit figuur 8.3 blijkt dat bij vier van de vijf peilbuizen de waterstand in de peilbuizen hoger is dan het gehandhaafde peil van het oppervlaktewater. Afhankelijk van de dikte van de deklaag zal dit dan wel of niet tot kwelwater aan de oppervlakte leiden. Met name in de watergangen, waarin de slootbodems nog 1 tot 1,5 meter onder het maaiveld liggen en de deklaag dus ook dunner is, is de kans op de aanvoer van kwelwater groot.

Alleen bij peilbuis 38 is de waterstand in de peilbuis lager dan het peil van het oppervlaktewater. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat deze peilbuis zich bevindt op een scheiding van twee peilgebieden; bij het ene gebied is het peil 0,50 m-NAP en bij het ander 1,30 m-NAP.

8.3 Hoeveelheid kwelwater

Uit figuur 4.12 in paragraaf 4.7 blijkt dat de kweldruk in Batau-Zuid gemiddeld 0,35 mm/dag is. Bij een oppervlakte van Batau-Zuid van ca. 90 hectare levert dit een kweldruk van 315 m³/dag op in heel Batau-Zuid. Dit is 0,004 m³/seconde.

Dit roept de vraag op of dit genoeg zal zijn om het waterniveau in Batau-Zuid op peil te houden en te zorgen voor voldoende stroming om de kroosdekken weg te krijgen/houden.

In 2009 is er een Sobek-model opgesteld van het watersysteem in Batau-Zuid door de Grontmij. De aanname hierbij was dat het debiet van het inlaatwater ca. 0,2 m³/seconde was. Uit deze modellering bleek dat dit volume te klein was om te zorgen voor voldoende stroming in het watersysteem van Batau-Zuid. (Grontmij, 2009)

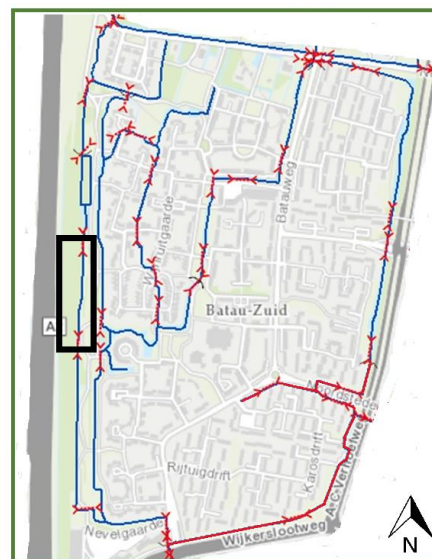
Echter de inzet van kwelwater leidt mogelijk tot minder geëutrofeerd oppervlaktewater, waardoor kroosdekken minder kans krijgen om zich te ontwikkelen en er dus ook minder stroming nodig is om deze kroosdekken te

voorkomen en te verwijderen. In dat geval zou de mindere stroomsnelheid in het watersysteem mogelijk dus geen probleem hoeven te zijn.

8.4 Veldproef

Zoals beschreven in de eerdere paragrafen biedt de inzet van gebiedseigen kwelwater mogelijk kansen voor de bestrijding van de kroosdekken. In paragraaf 8.2 is vastgesteld dat er sprake is van enige kweldruk, al is het moeilijk om vast te stellen hoe groot deze kweldruk is. Om deze kweldruk in de praktijk vast te stellen is er een veldproef opgesteld. Deze proef is uitgevoerd bij een watergang in het westen van het parkgebied, hierbij is een stuk van circa 250 meter lang geïsoleerd door de duikers aan de noord- en de zuidzijde waterdicht af te sluiten. Dit is gebeurd door twee afsluiters te plaatsen.

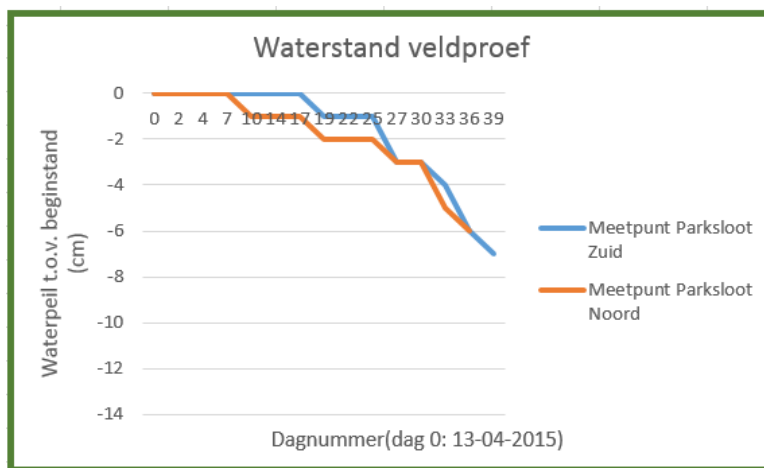
In de watergangen is bij elk uiteinde een peilschaal geplaatst. De afsluiters zijn geplaatst op maandag 13 april. Vervolgens zijn regelmatig de waterstanden opgenomen in de watergang



Figuur 8.4: Locatie van de veldproef
schaal: 1:15.000 (bron: bewerkt van IRIS)

Deze waterstanden zijn te vinden in bijlage 6. De verwachting voor aanvang van de proef was dat het peil in de watergang snel zou dalen. Dit als gevolg van de natuur die vanaf april opbloeit en daarbij veel water verbruikt.

In de proef bleek dit echter niet het geval te zijn. Het waterpeil bleef op niveau en begon pas na 30 dagen significant te dalen. Een mogelijke oorzaak hiervan was dat de natuur later 'op gang kwam' door het koude voorjaar, maar tegelijkertijd waren zowel april als mei maanden met zeer weinig neerslag (april 2015: 21 mm, normaal 42 mm) (www.knmi.nl). Bovendien waren er geen zichtbare kwaliteitsproblemen te zien in de geïsoleerde watergang.



Figuur 8.5: Waterstanden bij veldproef

8.5 EGV-metingen

Voorafgaand aan de veldproef was de verwachting dat het waterpeil in de watergang zou gaan veranderen. Of naar beneden als gevolg van te weinig kwel en verbruik door de natuur, of omhoog door de sterke kweldruk. Toen dit echter niet gebeurde is besloten om een aantal metingen uit te voeren met een EGV-meter om te bepalen of de samenstelling van het water in de geïsoleerde watergang veranderde.

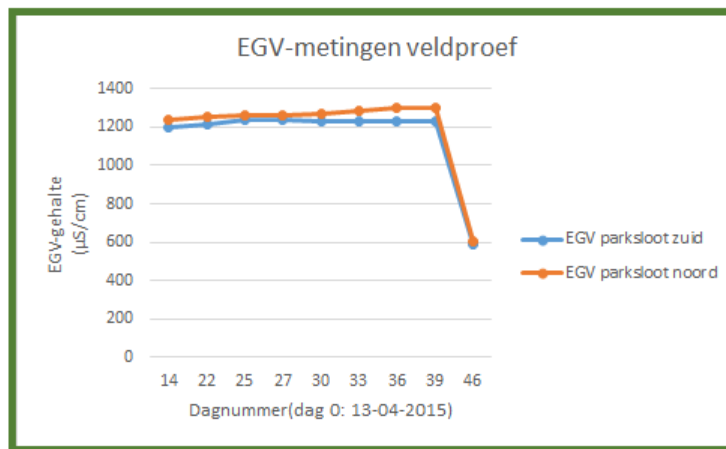
Deze EGV-meter is een kastje met hieraan een sensor die in het water wordt gehangen. Deze sensor bepaalt het Elektrisch GeleidingsVermogen in $\mu\text{S}/\text{cm}$ (=microSiemens per centimeter). Dit EGV is een maat voor de hoeveelheid opgeloste ionen in het water en wordt in hoofdzaak bepaald door de stoffen: calcium, magnesium, natrium, kalium, waterstofcarbonaat, sulfaat en chloride. (Aalbers, 2009) Deze waarden kunnen echter ook beïnvloed worden door de aanwezigheid van bijvoorbeeld nitraat.

De EGV kan gebruikt worden bij het achterhalen van de herkomst van het water, zo heeft bijvoorbeeld regenwater een geleidbaarheid van 10 - 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, grondwater met een korte verblijftijd 50 - 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en grondwater met een lange verblijftijd 500 - 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. (Giesen&Geurts, 2002)

In deze proef zijn de EGV-metingen echter uitgevoerd om vast te kunnen stellen of er verschillen zijn te meten in de samenstelling van het water van het geïsoleerde deel van de watergang en de overige watergangen in het gebied. Vanaf 27 april 2015 zijn de metingen uitgevoerd. In de geïsoleerde watergang werden aan de beide uiteindes waarden van tussen 1.250 en 1.300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemeten. De waarden in de niet-geïsoleerde kant van de duikers varieerden tussen de 1.125 en 1.250 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Hier lijken dus kleine verschillen in op te treden tussen de geïsoleerde watergang en de niet-geïsoleerde watergang. Erg opvallend was dat EGV in een aantal andere watergangen in Batau-Zuid rond de 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ was.

Op 26 mei 2015 zijn de afsluiters van de duikers verwijderd, dit is goed te zien op figuur 8.8. De meting van dag 46 is namelijk genomen toen de watergang weer doorgespoeld werd. Helaas zijn er geen EGV-metingen bekend van voor het isoleren van de watergang, maar het lijkt erop dat het EGV-gehalte van de watergang tijdens de isolatie sterk is toegenomen. Dit wijst erop dat er aanvoer is geweest van kwelwater vanuit de ondergrond naar de watergang.

Er zijn helaas geen watermonsters genomen tijdens de uitvoering van de veldproef. Het overzicht van de metingen is te zien in bijlage 6.



Figuur 8.6: EGV-metingen bij de veldproef

8.6 Conclusie

Er is een analyse gemaakt van de beschikbare gegevens met betrekking tot het mogelijke beschikbaar zijn van kwelwater. Op basis van de aanwezige peilbuizen blijkt er kweldruk aanwezig te zijn op de diverse plekken in Batau-Zuid.

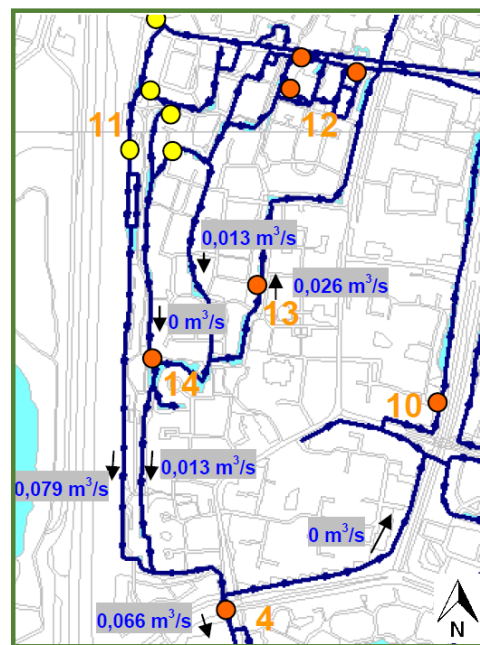
Bij de veldproef die is uitgevoerd bleken er in de eerste 30 dagen na het isoleren van de watergang nauwelijks peilfluctuaties te zijn. Het is lastig om hier conclusies uit te trekken. Het lijkt erop te wijzen dat er toch een zekere kweldruk aanwezig is, omdat de waterstand ondanks dat de natuur ging bloeien en dus water verbruiken niet daalde. Ook de EGV-metingen ondersteunen deze bewering.

Tegelijkertijd steeg het peil in de watergang ook niet en kwam er na 30 dagen toch een lichte daling van het peil op gang, dus vermoedelijk zal de aanvoer van kwelwater van een beperkte hoeveelheid zijn.

In 2009 is er door de Grontmij een watersysteemanalyse gemaakt van 3 wijken in Nieuwegein, waaronder Batau-Zuid (Grontmij, 2009). Hierbij is een SOBEK-model opgesteld van het watersysteem in Batau-Zuid en is uitgerekend wat de verdeling van het water is over de watergangen en de bijbehorende stroomsnelheden. De resultaten hiervan zijn te zien in figuur 8.9.

In dit rapport wordt een conclusie getrokken die ook van belang is in dit geval:

"De stuwhoogte van stuwnummer 4 (in figuur 8.9) stond vrij laag afgesteld (-0,53 mNAP). Dit had 2 gevolgen: ten eerste liep er



Figuur 8.7: resultaat Sobek-simulatie / schaal 1:15.000 (Grontmij, 2009)

continu water over de drempel naar het zuiden richting de wijk Doorslag, terwijl deze duiker is bedoeld als een noodoverloop in geval van wateroverlast. Het tweede gevolg hiervan is dat er te weinig water 'over' blijft om de watergang richting het oosten van Batau-Zuid te voeden(richting nr. 10 in figuur 8.9) en was de stroomsnelheid daar vrijwel nihil."

Gezien de resultaten van de veldproef zal het inzetten van gebiedseigen kwelwater en het gedeeltelijk stoppen met doorspoelen met gebiedsvreemd water leiden tot een kleiner volume aan water wat beschikbaar is voor het watersysteem in Batau-Zuid. Om het gebiedseigen water zo efficiënt mogelijk te gebruiken is het belangrijk dat het water dan ook wel in de wijk blijft en niet te snel naar een andere wijk verdwijnt. Er zal dus gecontroleerd moeten worden of de situatie bij 'stuwnummer 4' nog onveranderd is.

Het volledig stoppen met doorspoelen lijkt niet mogelijk te zijn, omdat dit zal leiden tot te veel peilfluctuaties. Er lijken echter wel mogelijkheden te zijn om meer gebruik te maken van gebiedseigen (kwel)water en het inlaten van gebiedsvreemd water te verminderen.

9 Conclusie

In de voorgaande hoofdstukken is de situatie in Batau-Zuid geanalyseerd en zijn er maatregelen geformuleerd om de situatie te verbeteren. In hoofdstuk 9 worden de conclusie getrokken over het uitgevoerde onderzoek en worden er aanbevelingen gedaan voor de toekomst.

9.1 Conclusie

De vraag die is gesteld door de opdrachtgever en die is onderzocht in dit onderzoek is de volgende:

Wat is de meest (kosten)efficiënte manier om de problemen met de kroosdekken in Batau-Zuid integraal op te lossen?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden is de huidige situatie in beeld gebracht en geanalyseerd, gevolgd door een aantal maatregelen die zijn afgewogen in een multi criteria analyse.

Uit deze analyse is gebleken dat er 3 maatregelen zijn die het beste passen bij de situatie in Batau-Zuid:

- Watergangen baggeren
- Ophogen van de verdronken duikers
- Stoppen met het inlaten van gebiedsvreemd water en het inzetten van gebiedseigen (kwel)water om het watersysteem te voeden.

Uit dit onderzoek is gebleken dat er niet één 'gouden' maatregel is om de problemen met de kroosdekken in Batau-Zuid op te lossen. Om de kroosdekken effectief te bestrijden zullen de nutriëntengehaltes in het water moeten dalen en de stroming worden bevorderd. Er zal dus een combinatie van een aantal maatregelen plaats moeten vinden. Als eerste zal met name de watergang in het parkgebied gebaggerd moeten worden. Dit zorgt voor een grotere waterdiepte en daardoor minder snelle opwarming van het water. Daarnaast zal dit de nalevering van nutriënten uit de baggerlaag verminderen of geheel doen stoppen.

Als dit is gebeurd kunnen tegen beperkte kosten de verdronken duikers in het parkgebied worden opgehaald, waardoor er een oppervlakkige stroming kan ontstaan in de watergang in het parkgebied. Hiermee worden de problemen met de kroosdekken in het parkgebied opgelost.

Uit de veldproef is gebleken dat de hoeveelheid kwelwater die vrijkomt in het gebied waarschijnlijk niet genoeg is om het watersysteem te voeden en op peil te houden. Dit is de reden dat er toch een zekere hoeveelheid gebiedsvreemd water ingelaten zal moeten worden.

Hierbij geldt dan wel: hoe minder, hoe beter. Dit om de aanvoer van nutriënten met het inlaatwater te beperken. Door de gebiedsbeheerder zal deze mate van waterinlaat proef-ondervindelijk moeten worden vastgesteld, gemonitord en mogelijk aangepast worden afhankelijk van de watervraag van het gebied.

Samengevat is het advies om de volgende stappen te volgen om de problematiek met de kroosdekken in het parkgebied op korte termijn op te lossen:

1. Baggeren van de watergang (met name in het parkgebied)
2. Ophogen van duiker 2, 3 en 6
3. Afstemmen met de gebiedsbeheerder dat er een minimale hoeveelheid gebiedsvreemd water wordt ingelaten om het watersysteem op peil houden.
4. Monitoren wat de slibaanwas per jaar is, indien nodig in de herfst de bladval van het wateroppervlak halen

Bij een grootschalige gebiedsinrichting zouden de volgende maatregelen genomen kunnen worden:

1. Aanleg natuurvriendelijke/zuiverende oevers
2. Aanpassen beplanting/begroeiing. Door een deel van de begroeiing te verwijderen komt er meer licht op het wateroppervlak en is er minder bladval in watergang.

9.2 Aanbevelingen

Het is verstandig om voor de uitvoer van mogelijke maatregelen monsternames te gaan uitvoeren in de watergang in het projectgebied. Door het ontbreken aan specifieke metingen in het parkgebied zijn er in het onderzoek aannames gedaan met betrekking tot de hoeveelheid nutriënten in het oppervlaktewater. Door het uitvoeren van monsternames kan er gemonitord worden of en welk effect de genomen maatregelen hebben op de waterkwaliteit. Deze opgedane kennis kan worden toegepast op andere locaties met kroosproblemen.

De kosten om de problemen met de kroosdekken in het parkgebied op te lossen zijn beperkt. Als er echter wordt gestreefd naar het oplossen van de problemen in de rest van Batau-Zuid zijn deze kosten aanzienlijker. Door bij toekomstige infrastructurele projecten rekening te houden met verdronken duikers en deze in één werkgang aan te pakken kunnen de kosten voor het ophogen hiervan beperkt blijven.

Daarnaast is het belangrijk dat de kwaliteit van de kwel wordt vastgesteld en dan met name de hoeveelheid nutriënten die hierin aanwezig zijn.

Er zijn namelijk ook kwelstromen die juist rijk zijn aan nutriënten, zoals bijvoorbeeld in laaggelegen droogmakerijen, waarbij er aanvoer van nutriëntenrijke kwel plaats vindt vanuit omringende landbouwpolders (Turlings, 2010). Hoewel dit in Batau-Zuid niet het geval lijkt te zijn, geldt ook hier het gezegde: Meten is Weten.

Bronvermelding

Boeken/Artikelen

- Aalbers, F.A.A.R.(2009), '*Onderzoek Wateroverlast Dukenburg te Nijmegen*', Wareco
- Balla, A., B. de Jong, M. Meier(2013), '*Praktijkproef kwaliteitsgestuurd inlaatbeheer voor helder water*'.
In: H2O, 21 oktober 2013
<http://www.vakbladh2o.nl/index.php/h2o-online/recente-artikelen/entry/aniel-balla-en-barend-de-jong-witteveenbos-marit-meier-hoogheemraadschap-schieland-en-krimpenerwaard>
(bezocht 12-03-2015)
- Blom, J.J., H. ter Maat(2005-19), '*Vergaande verwijdering van fosfaat met helofytenfilters*', STOWA
- De Man, H.(2009), '*Watersysteemanalyse Nieuwegein*', Grontmij
- Giesen & Geurts(2002), '*De betekenis van chemische en fysische wateranalyses*'
- GWWkosten.nl(2012), '*GWWkostenboekje, Beknopt overzicht met kostengegevens voor het berekenen van werkzaamheden in de grond-, water- en wegenbouw*', Cobouw
- Heslen, P.L.G.M(red.) e.a. (1997-18), '*Ontstaan en bestrijden van deklagen van kroos*', STOWA
- Heuts, P.(2006), '*Onderzoek naar de problemen met kroos in de Lopikerwaard*', Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden
- Kop, J.H.(red.) e.a. (1992-10), '*Ontstaan en bestrijden van deklagen van kroos*', STOWA
- Kwaadsteniet, P. e.a.(2014-10), '*Bomen en baggerkosten*', Stadswerk Magazine
- Maessen, M., M. van Kruiningen(2014-14), '*Kennis over Kroos*', STOWA
- Oenema, O.(red.) e.a. (2002), '*Effecten van varianten van verliesnormen op de kwaliteit van het oppervlaktewater in Nederland*', RIVM/Alterra
- Peeters, E.T.H.M.(2013), '*Meer kroos op sloten bij verdere klimaatopwarming*'
<http://www.wageningenur.nl/nl/show/Meer-kroos-op-sloten-bij-verdere-klimaatopwarming.htm>
(bezocht 15-02-2015)
- Peeters, T.H.M., G.M. Heuts, J.C. Netten(2013), '*Meer en langduriger kroos bij veranderend klimaat*'
In: H2O, 22 juli 2013
http://www.vakbladh2o.nl/index.php?option=com_easyblog&view=entry&id=58&Itemid=171
(bezocht 29-05-2015)
- Puijenbroek, P.J.T.M. van, P. Cleij, H. Visser(2010), '*Nutriënten in het Nederlandse zoete oppervlaktewater: toestand en trends*', Planbureau voor de Leefomgeving
- Rijkswaterstaat(2012), '*Brondocument waterlichaam Amsterdam-Rijnkanaal Noordpand*'
- Sollie, S., E. Brouwer, P. de Kwaadsteniet(2011-19), '*Handreiking Natuurvriendelijke Oevers*', STOWA
- Spoelstra, J., G. Truijen(2010), '*Handboek groene waterzuivering*', Van Hall Larenstein
- Stolk, P.C.(2004), '*Optimalisatie grondwatermeetnet Nieuwegein*', Wareco
- Turlings, L.G.(2010), '*Waterkwaliteitsbeelden Rotterdam pilotprojecten*', Witteveen&Bos
- Van der Wijngaart, T., e.a.(2012-40), '*Baggernut, maatregelen baggeren en nutriënten*', STOWA
- Van Miltenburg, L.(2014), '*Jaarplan Water 2015*', Gemeente Nieuwegein
- Van Uden, J., T.A. Wendt(2006), '*Geohydrologie Nieuwegein*', Grontmij
- Vliex, M., e.a.(2013), '*Fosfaatbinding door ijzerrijk slib in landbouwsloten*'.
In: H2O, 16 november 2013
http://vakbladh2o.nl/index.php?option=com_easyblog&view=entry&id=83&Itemid=171
(bezocht 15-04-2015)

- Wijnmalen, D.(2013), '*Multi Criteria Analyse*', TNO Defensie en Veiligheid
https://www.tno.nl/media/2969/techn_mor_mca_s060600.pdf
(bezocht 11-05-2015)

Websites

- '*Digitale Bodemkaart van Nederland*', Wageningen Universiteit
<http://maps.bodemdata.nl/bodemdata.nl/index.jsp>
(bezocht april, mei 2015)
- <http://www.riool.info/-/-verbeterd-gescheiden-riool>
(bezocht 11-02-2015)
- <http://www.kilianwater.nl/helofytenfilters/hoe-werkt-het.html>
(bezocht 21-05-2015)
- '*Waterplan Leerdam*'
<http://www.waterschaprivierenland.nl/common/beleid/waterplannen/waterplan-per-gemeente/waterplan-leerdam.html>
(bezocht 21-05-2015)
- www.dinoloket.nl
(bezocht maart, april 2015)
- <http://www.HDSR.nl/werk/abc/kroos/kroos-nieuwegein/>
(bezocht 19-01-2015)
- '*KRW-normen*', Rijkswaterstaat
[www.rijkswaterstaat.nl/water/wetten en regelgeving/natuur en milieuwetten/kaderrichtlijn water](http://www.rijkswaterstaat.nl/water/wetten_en_regelgeving/natuur_en_milieuwetten/kaderrichtlijn_water)
(bezocht 12-03-2015)
- [http://www.knmi.nl/klimatologie/maand en seizoensoverzichten/maand/apr15.html](http://www.knmi.nl/klimatologie/maand_en_seizoensoverzichten/maand/apr15.html)
(bezocht 23-05-2015)

Overige bronnen

- *IRIS*: dit is de afkorting van: Integraal Resultaatgericht Informatie Systeem. Dit is een ArcGis-toepassing die wordt gebruikt binnen het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden.
- *De Servicedesk Data*: dit is een webservice/portal van Rijkswaterstaat dienst Centrale informatievoorziening. Hier zijn de nutriëntegegevens van het Merwedekanaal opgevraagd.

Bijlage 1: Gespreksverslag ‘Brainstormsessie’ met Gemeente Nieuwegein

Op woensdag 1 april 2015 is er een overleg geweest tussen de auteur en een aantal mensen van de Gemeente Nieuwegein. Deze mensen waren aanwezig namens de vakgebieden Groen, Water, Riolering en Landschapsarchitectuur.

Aanwezig

A. Huppertz:	ontwerper openbare ruimte
L. van Miltenburg:	beleidsmedewerker blauw
H. Westland:	senior beheerstechnisch medewerker openbare ruimte/groen
P. van der Woude:	senior beheerstechnisch medewerker riolering

Bepaling Randvoorwaarden

In dit overleg zijn de eerste resultaten van de gebiedsanalyse gepresenteerd en werd er gevraagd om input. De doelstelling hiervan was om te komen tot oplossingen die ook in de praktijk haalbaar zijn en het bepalen van criteria aan de hand waarvan mogelijke maatregelen tegen elkaar afgewogen konden worden.

Belangrijke randvoorwaarden

- Effectiviteit van de maatregel: Momenteel wil men gezien de bezuinigingen bij de overheid alleen investeringen in oplossingen die een zeker effect hebben. Oftewel geen investering zonder zekerheid van een haalbaar effect.
- Kosten: Dit betreft hetzelfde als hierboven beschreven; de gemeente heeft te maken met bezuinigingen en krimpende budgetten. De kosten van een maatregel zijn dus van groot belang.
- Overlast voor burgers: De gemeente is er om de burgers te dienen, het is daarom ook van belang dat de mogelijke maatregelen niet voor te veel maatschappelijke onrust zorgen.
- Duurzaamheid: Op de achtergrond is het fenomeen duurzaamheid ook van belang. In dit verband wordt daar mee bedoeld dat het nemen van brongerichte maatregelen de voorkeur heeft boven effectgerichte maatregelen.

Aanbevelingen/Advies

- De Gemeente Nieuwegein ziet graag dat twee oplossingsrichtingen worden uitgewerkt. Eén oplossing die met beperkte financiële middelen op korte termijn (binnen 5 jaar) een grote kans van slagen heeft en met name voor het zicht resultaat geeft. En een oplossing voor de langere termijn waarbij ook wordt gestreefd naar ecologische doelstellingen zoals verwoord in de Kader Richtlijn Water (KRW).
 - Het advies werd gegeven om het doel van de kwaliteitsverbetering helder te formuleren. Er kan namelijk de keuze gemaakt worden om het kroosprobleem op te lossen of om op termijn te komen tot een ‘goede ecologie’, zoals bedoeld in de Kader Richtlijn Water.
- Het streven naar één van beide doelstellingen kan namelijk conflicten opleveren voor de andere. Zo kan het op grotere schaal doorspoelen van het watersysteem positieve effecten hebben op het oplossen van het kroosprobleem, maar tegelijkertijd zorgen voor een sterkere eutrofiëring en dus een lagere ecologische kwaliteit.
- Het streefbeeld van de Gemeente Nieuwegein is helder kijkwater. Het meenemen van de KRW-doelstellingen hierbij is een pre, maar geen vereiste.

Bijlage 2: Uitwerking maatregelen MCA

In deze bijlage wordt de uitwerking van de maatregelen beschreven die zijn vergeleken met behulp van de multi criteria analyse. In verband met de leesbaarheid is besloten om de verdere uitwerking van de kosten op te nemen in bijlage 4.

Maatregel 1: Baggeren

Criteria	Onderbouwing	
Effectiviteit	Door de watergang in het parkgebied te baggeren zal een bron van nutriënten-nalevering worden weggenomen en wordt de diepte van de watergang vergroot, waardoor deze minder snel opwarmt. Dit gaat de kroosgroei tegen. De genoemde maatregel zal hoogstwaarschijnlijk dus effectief zijn.	+
Maatschappelijke impact	Afhankelijk van de omvang van de baggerwerkzaamheden zal de maatschappelijke impact beperkt blijven. Het uitgangspunt is dat de bagger op de kant kan worden verwerkt en er dus geen transport door het parkgebied/wijk nodig is.	0
Kosten (€ 5.300,-)	De kosten voor het baggeren zijn beperkt, het uitgangspunt hierbij is wel dat er met een kraan vanaf de zijkant gebaggerd wordt en dat de bagger wordt verspreid op de kant. Blijkt dit laatste niet mogelijk te zijn, dan zullen de kosten aanzienlijk groter zijn.	++
Duurzaamheid	Het baggeren is lastig in te delen wat betreft duurzaamheid. Aan de ene kant is het een brongerichte maatregel, want de bron van nalevering van nutriënten wordt weggenomen. Een pure brongerichte maatregel zou echter zijn om de bron van de bagger, de bladval, weg te nemen. Dat gebeurt echter niet bij deze maatregel.	+
Toepasbaarheid totaal Batau-Zuid	Deze maatregel is momenteel niet toepasbaar in de rest van Batau-Zuid, omdat het baggeronderhoud daar beter op orde is en baggeren minder noodzakelijk is.	0

Maatregel 2: Bladval verwijderen

Criteria	Onderbouwing	
Effectiviteit	Door jaarlijks in het najaar het drijvende blad uit de watergang te verwijderen wordt een belangrijke bron van slibaanwas weggenomen. Bovendien zorgt dit ook voor een verminderde eutrofiëring van het water, doordat het blad niet de kans krijgt om af te breken in het water, waarbij voedingsstoffen vrijkomen. (STOWA, 2012)	+
Maatschappelijke impact	Het jaarlijks schonen van de watergang zal vermoedelijk geen positieve of negatieve reacties opleveren.	0
Kosten (€ 4.000,-)	Er zijn geen kosten voor een eenmalige 'aanschaf'. De kosten zitten in het jaarlijkse onderhoud. De kosten voor het maaikorven zijn ca. € 0,35 per strekkende meter watergang (interne navraag, HDSR). De watergang in het parkgebied is circa 1,1 kilometer lang, dus de kosten voor 10 jaar maaien zijn ca. € 4.000,-	++
Duurzaamheid	De maatregel is voornamelijk brongericht, maar niet helemaal omdat de bladval in het water toch een gevolg is van de aanwezigheid van de begroeiing dicht bij het water. Een echte brongerichte aanpak zou dus zijn om te zorgen dat dit blad niet meer in de watergangen komt.	0
Toepasbaarheid totaal Batau-Zuid	De maatregel is niet toepasbaar voor de rest van Batau-Zuid, omdat het probleem met de dichte begroeiing langs de watergangen daar niet speelt. Deze maatregel is dus met name effectief in het parkgebied.	-

Maatregel 3: Dimensionering watergang aanpassen

Criteria	Onderbouwing	
Effectiviteit	Zolang er geen oppervlakkige stroming aanwezig is in de watergangen heeft het aanpakken van de dimensionering van de sloten niet veel zin.	0
Maatschappelijke impact	Met name in het parkgebied is de maatregel redelijk eenvoudig uitvoerbaar, al zal grondverzet vermoedelijk wel tot commentaar leiden. In het stedelijke gebied voldoen de meeste watergangen wel aan de eisen, dus dit zal weinig reacties opleveren.	-
Kosten (€ 20.000,-)	Om deze maatregel uit te voeren is er redelijk omvangrijk grondverzet nodig met de bijbehorende kosten. Daarnaast liggen in de huidige situatie de paden erg dicht langs de watergang. Door het aanpassen van de taluds moeten deze mogelijk verplaatst worden.	+

Duurzaamheid	Dit betreft een maatregel die volledig brongericht is, daarom wordt deze beoordeeld met ++ voor het criterium duurzaamheid.	++
Toepasbaarheid totaal Batau-Zuid	De rest van de watergangen in Batau-Zuid voldoen redelijk aan de gestelde normen voor de afmeting van een watergang. Dit criterium is dus niet van toepassing.	0

Maatregel 4: Watergang dempen

Criteria	Onderbouwing	
Effectiviteit	De effectiviteit van de maatregel is zeer groot, het probleem is hiermee volledig opgelost.	++
Maatschappelijke impact	Het park is een plek waar mensen komen om zich te ontspannen en om te wandelen. Het dempen van de watergang zal daarom een grote maatschappelijke impact hebben in de wijk.	--
Kosten (€ 25.000,-)	De kosten bestaan uit het grondverzet om de watergang te dempen en vervangend water te graven. Dit criterium wordt beoordeeld met een 0.	0
Duurzaamheid	Deze maatregel is deels gevolggericht en deels oplossingsgericht. De ecologie in het gebied verliest echter wel een stuk natte natuur en de veelzijdige overgang tussen natte en droge natuur.	0
Toepasbaarheid totaal Batau-Zuid	Het is gezien de maatschappelijke impact en de waterhuishouding niet gewenst om alle watergangen in Batau-Zuid te dempen.	-

Maatregel 5: Aanleggen helofytenfilter

Criteria	Onderbouwing	
Effectiviteit	De maatregel zal effect hebben, maar vermoedelijk wel pas op de langere termijn. Op korte termijn zal er nog nalevering plaatsvinden vanuit de bodem (STOWA, 2012)	+
Maatschappelijke impact	De herinrichting van het gebied zal vermoedelijk enkele reacties oproepen. Daarnaast zal een deel van de beschikbare ruimte in het park gebruikt worden voor het helofytenfilter en niet meer gebruikt kunnen worden voor recreatie.	-
Kosten (€ 115.000,-)	De kosten voor de aanleg van een verticaal helofytenfilter met een omvang van 0,2 hectare zijn ca. € 50.000,-. Hierbij komen dan nog jaarlijkse kosten voor het maaien en afvoeren van het riet (Spoelstra, 2010). Er zou echter ook gekozen kunnen worden voor een horizontaal helofytenfilter; dit is een goedkopere optie met een groter ruimtebeslag. Bij een grootschalige gebiedsinrichting zou dit gebied dan bijvoorbeeld ingericht kunnen worden als open wandelgebied. Hierbij is er echter uitgegaan van de aanleg van een verticaal helofytenfilter.	--
Duurzaamheid	Op het punt van duurzaamheid is dit een zeer gunstige maatregel, want het is een volledig brongerichte maatregel.	++
Toepasbaarheid totaal Batau-Zuid	De maatregel is ook toepasbaar voor de rest van Batau-Zuid. Uiteraard dient er dan wel een groter debiet aan water gezuiverd te worden en zullen de aanleg- en onderhoudskosten navenant toenemen.	+

Maatregel 6: Minder doorspoelen/Meer gebiedseigen water benutten

Criteria	Onderbouwing	
Effectiviteit	De maatregel zal effect hebben, maar vermoedelijk wel pas op de langere termijn. Op korte termijn zal er nog nalevering plaatsvinden vanuit de bodem (STOWA, 2012).	+
Maatschappelijke impact	Het publiek zal er vermoedelijk niets van merken indien er genoeg kwelwater aanwezig is in het gebied om de watergangen te voeden.	0
Kosten (-)	Deze maatregel levert een besparing op, omdat al het ingelaten water ook niet meer uitgemalen hoeft te worden. Mogelijk zijn er wel aanpassingen nodig in de waterhuishouding om het water binnen het gebied te houden en omdat Batau-Noord gedeeltelijk wordt gevoed door water wat afkomstig is uit Batau-Zuid.	++
Duurzaamheid	Op het punt van duurzaamheid is dit een gunstige maatregel, want er wordt minder gebiedsvreemd water ingelaten, wat vervolgens ook niet meer uitgemalen hoeft te worden. Bovendien is het uitgangspunt dat het kwelwater schoner is dan het inlaatwater.	+
Toepasbaarheid totaal Batau-Zuid	Afhankelijk van de hoeveelheid kwelwater die beschikbaar is kan mogelijk ook de rest van Batau-Zuid geheel of gedeeltelijk worden gevoed met het kwelwater.	+

Maatregel 7 Aanleg Natuurvriendelijke Oevers

Criteria	Onderbouwing	
Effectiviteit	De maatregel zal effect hebben, maar vermoedelijk wel pas op een langere termijn. Op korte termijn zal er nog nalevering plaatsvinden vanuit de bodem (STOWA, 2012).	+
Maatschappelijke impact	De werkzaamheden voor de aanleg van de natuurvriendelijke oevers zullen mogelijke enkele negatieve reacties opleveren. Als de natuurvriendelijke oevers echter begroeid raken en er een grotere verscheidenheid aan planten zal gaan groeien, zal dit tot veel positieve reacties leiden.	+
Kosten (€ 35.000,-)	De kosten voor de aanleg van de natuurvriendelijke oevers bestaan voornamelijk uit het grondverzet en de afvoer van de vrijkomende grond. Daarnaast liggen in de huidige situatie de paden erg dicht langs de watergang. Door het aanpassen van de taluds moeten deze mogelijk verplaatst worden.	0
Duurzaamheid	Het aanleggen van natuurvriendelijke oevers is deels een effect- en deels een brongerichte aanpak. Deels, omdat het probleem echt bij de bron aanpakken betekent dat de nutriënten niet meer het gebied binnen komen en deze dus ook niet verwijderd hoeven te worden.	+
Toepasbaarheid totaal Batau-Zuid	De maatregel is beperkt in de rest van Batau-Zuid inzetbaar. Grote delen van de waterkant in Batau-Zuid zijn namelijk particulier bezit en bovendien voorzien van een beschoeiing. Het realiseren van natuurvriendelijke oevers zal daar erg gecompliceerd zijn.	0

Maatregel 8: Bomenkap/Vervangen door andere bomen

Criteria	Onderbouwing	
Effectiviteit	Het kappen van een deel van de bomen zal vermoedelijk leiden tot meer licht in het water, meer windwerking op het wateroppervlak en daardoor meer oppervlakkige stroming. Dit heeft een positieve invloed op het voorkomen van kroosdekken.	+
Maatschappelijke impact	De grootschalige bomenkap in het recreatiegebied zal vermoedelijk leiden tot veel negatieve reacties van de bewoners.	--
Kosten (€ 12.500,-)	Het is lastig om een inschatting te maken van de kosten voor het kappen van de bomen. Er is hier uitgegaan van een ploeg zagers met kraan die 10 dagen bezig zijn. Daarnaast is er ook een bedrag meegenomen voor het aanplanten van nieuwe (lage) begroeiing.	+
Duurzaamheid	Het kappen van de bomen is een volledig brongerichte maatregel, ondanks dat het in eerste instantie niet klinkt als een goed plan in het kader van de algemene term 'duurzaamheid'.	++
Toepasbaarheid totaal Batau-Zuid	De maatregel is niet toepasbaar in de rest van Batau-Zuid. Daar speelt het probleem met de dichte begroeiing namelijk niet.	-

Maatregel 9: Duikers ophogen

Criteria	Onderbouwing	
Effectiviteit	Vanuit de literatuur is bekend dat het bevorderen van de oppervlakkige stroming een sterk negatief effect heeft op het optreden van kroosdekken. Hiernaast is er ook voldoende praktijkervaring binnen HDSR en de gemeente Nieuwegein (www.HDSR.nl) om vast te stellen dat dit een effectieve maatregel is.	++
Maatschappelijke impact	Op wat kleine overlast na, die zal optreden bij de werkzaamheden, is het niet te verwachten dat er veel maatschappelijke impact zal zijn als gevolg van deze maatregel.	0
Kosten (€ 25.000,-)	In het parkgebied in het westen van Batau-Zuid zijn momenteel 3 verdrinken duikers aanwezig (figuur 7.2). Hiervan zijn er 2 'normale' duikers en 1 duiker met een stuwput. In bijlage 4 is een kostenraming gegeven voor het ophogen van deze duikers.	+
Duurzaamheid	Door het bevorderen van de oppervlakkige stroming wordt het ontstaan van kroosdekken voorkomen. Dit is dus positief in het kader van duurzaamheid.	+
Toepasbaarheid totaal Batau-Zuid	Het ophogen van de verdrinken duikers is een maatregel die ook toepasbaar is voor de rest van Batau-Zuid. Mogelijk zijn de kosten voor het ophogen in het stedelijke gebied wel hoger in verband met de gecompliceerde infrastructuur (wegen/riolering/kabels- en leidingen).	+

Maatregel 10: Waterpeilen verlagen

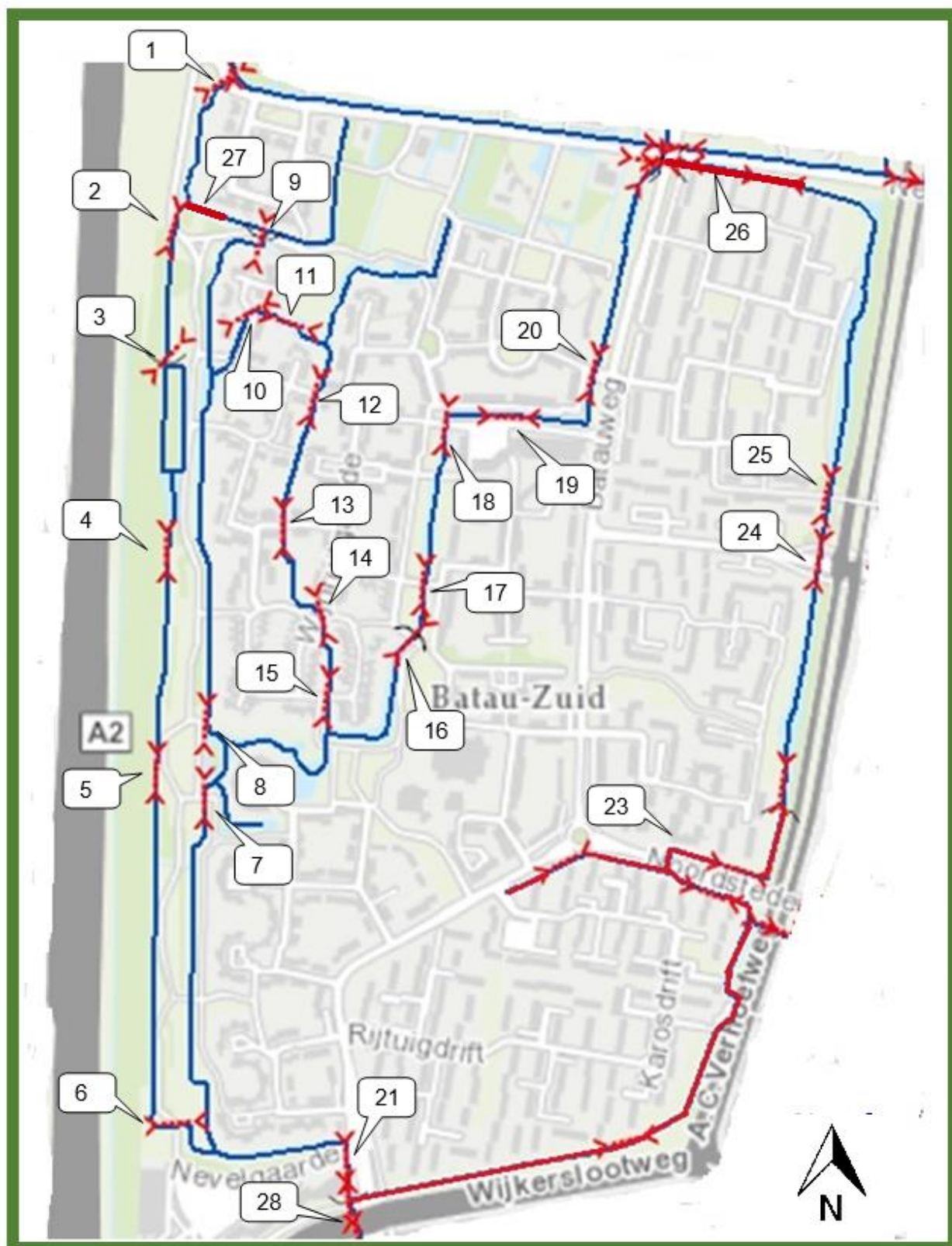
Criteria	Onderbouwing	
Effectiviteit	Vanuit de literatuur is bekend dat het bevorderen van de oppervlakkige stroming een sterk negatief effect heeft op het optreden van kroosdekken. Hiernaast is er ook voldoende praktijkervaring binnen HDSR en de	++

	gemeente Nieuwegein(www.hdsr.nl) om vast te stellen dat dit een effectieve maatregel is.	
Maatschappelijke impact	Op wat kleine overlast na, die zal optreden bij de werkzaamheden, is het niet te verwachten dat er veel maatschappelijke impact zal zijn als gevolg van deze maatregel. Dit is anders als door de verlaagde waterstanden de natuur schade oploopt.	0
Kosten (€ 55.000,-)	Om deze maatregel door te voeren zou tussen duiker 27 en duiker 2 en tussen duiker 6 en duiker 28 een stuw geplaatst moeten worden om het peil tussen duiker 2 en duiker 6 te verlagen en te zorgen dat er geen verdronken duikers meer aanwezig zijn in de watergang (zie bijlage 3). Bovendien moet er bij de nieuwe stuw tussen duiker 6 en 28 een pomp worden geïnstalleerd om het water te kunnen lozen op het oude waterpeil. Hiernaast is er grondverzet nodig om de slootbodems te verlagen.	-
Duurzaamheid	Door het bevorderen van de oppervlakkige stroming wordt het ontstaan van kroosdekken voorkomen. Dit is dus positief in het kader van duurzaamheid.	+
Toepasbaarheid totaal Batau-Zuid	In de rest van Batau-Zuid is de maatregel niet toepasbaar. Het verlagen van de waterpeilen zorgt mogelijk voor problemen met de fundering van huizen. Daarnaast zullen de vereiste aanpassingen aan de taluds zorgen voor een groter ruimtebeslag of voor dure oeverconstructies/damwanden. Dit is nauwelijks realiseerbaar in een stedelijke omgeving.	-

Maatregel 11: Inzet van machines

Criteria	Onderbouwing	
Effectiviteit	Vanuit het onderzoek van de STOWA in 1992 en 1997 is gebleken dat het verwijderen van het kroos behoorlijk effectief was. Het hangt echter wel af van de groeiomstandigheden hoe lang de maatregel effect houdt. Bij gunstige omstandigheden kan het kroos zich in 2 á 3 dagen namelijk al vermenigvuldigen.	+
Maatschappelijke impact	Op wat kleine overlast na, die zal optreden bij de werkzaamheden, is het niet te verwachten dat er veel maatschappelijke impact zal zijn als gevolg van deze maatregel. Het verwijderen van het kroos zal vermoedelijk positieve reacties opleveren van de bewoners	+
Kosten (€ 21.000,-)	Bij het bepalen van de kosten is er van uitgegaan dat er drie 'opschoonacties' per jaar zijn en dat het kroos wordt afgevoerd. Mogelijk is het in het parkgebied mogelijk om het kroos te laten liggen. Dit heeft dan een positieve invloed op de kosten.	+
Duurzaamheid	Deze maatregel is puur effectgericht, daarom een negatieve beoordeling qua duurzaamheid.	--
Toepasbaarheid totaal Batau-Zuid	De maatregel is ook in de rest van Batau-Zuid toepasbaar. Echter zal er dan ook gewerkt moeten worden met materiaal vanaf het water(bijvoorbeeld een maaiboot), omdat veel plekken per as niet bereikbaar zijn.	+

Bijlage 3: Aanwezige duikers in Batau-Zuid



Bijlage 4: Nadere uitwerking kosten MCA

De onderstaande kosten zijn geraamd door de auteur op basis van zijn persoonlijke ervaring in de GWW en het grondverzet. Daarnaast is er gebruik gemaakt van literatuuronderzoek (zie bronvermeldingen) en interne navraag binnen HDSR.

De genoemde kosten betreffen alleen de uitvoeringskosten. De kosten voor de overhead en de werkvoorbereiding van de gemeente Nieuwegein en HDSR zijn hier niet in meegenomen.

Maatregel 1: Baggeren

Kosten	
5 dagen kraan(baggeren)	€ 2.500,-
3 dagen trekker + schuif(baggeren)	€ 1.200,-
3 dagen kraan(droge bagger uitvlakken)	€ 1.200,-
1 dag(trekker + zaaimachine)	€ 400,-
Totaal	€ 5.300,-

Maatregel 3: Dimensionering watergang aanpassen

Kosten	
Grondwerk = 7 dagen kraan + trekker/kipper(2x)	€ 10.000,-
Aanpassen aan paden die dicht langs het oude talud liggen	€ 10.000,-
Totaal	€ 20.000,-

Maatregel 4: Watergang dempen

Kosten	
Grondwerk dempen watergang + graven vervangend water = 8 dagen kraan(2x) + trekker/kipper(2x)	€ 15.000,-
Aanpassen waterhuishouding A2/geluidswal	€ 5.000,-
Aanpassen 2 bruggen	€ 10.000,-
Totaal	€ 25.000,-

Maatregel 5: Aanleggen helofytenfilter

Kosten	
Aanleg horizontaal helofytenfilter (Spoelstra, 2010)	€ 100.000
Maaien en afvoeren van riet(10 jaar lang)	€ 15.000,-
Totaal	€ 115.000,-

Maatregel 7: Aanleg Natuurvriendelijke oevers

Kosten	
Grondwerk = 10 dagen rupskraan + trekker met kipper(2x)	€ 14.000,-
Afvoeren grond(ca. 2 m3 per strekkende meter) 1.100 meter x 2 m3 /x € 5,-	€ 11.000,-
Aanpassen aan paden die dicht langs het oude	€ 10.000,-

talud liggen	
Totaal	€ 35.000,-

Maatregel 8: Bomenkap/Vervangen door andere bomen

Kosten	
Mobiele kraan 15 ton + 2 zagers(€ 1.000,- per dag), 10 dagen	€ 10.000,-
Planten nieuwe (lage) begroeiing(betreft raming)	€ 2.500,-
Totaal	€ 12.500,-

Maatregel 9: Duikers ophogen

Kosten	
Ophogen duiker 2(zie bijlage 5)	€ 5.000,-
Ophogen duiker 3(zie bijlage 5)	€ 15.000
Ophogen duiker 6(zie bijlage 5)	€ 5.000,-
Totaal	€ 25.000,-

Maatregel 10: Waterpeilen verlagen

Kosten	
Aanbrengen nieuwe stuw(tussen duiker 27 en 2)	€ 15.000,-
Grondwerk in verband met peilverlaging(slootbodems verdiepen/taluds aanpassen) = 7 dagen kraan + trekker/kipper(2x)	€ 15.000,-
Aanbrengen nieuwe stuw(tussen duiker 6 en 21) met pomp	€ 25.000,-
Totaal	€ 55.000,-

Maatregel 11: Kroos mechanisch verwijderen

Kosten	
Inzet kraan met kroosbak(per opschoonactie)	€ 250,
Inzet trekker + kipper(per opschoonactie)	€ 200,-
Afvoer kroos(per opschoonactie)	€ 250,-
Bovenstaande 3 keer per jaar, 10 jaar lang	x 30
Totaal	€ 21.000,-

Bijlage 5: Uitwerking kosten ophogen duikers

De onderstaande kosten zijn geraamd door de auteur op basis van zijn persoonlijke ervaring in de GWW en het grondverzet. Daarnaast is er gebruik gemaakt van literatuuronderzoek (zie bronvermeldingen) en interne navraag binnen HDSR. De genoemde kosten betreffen alleen de uitvoeringskosten. De kosten voor de overhead en de werkvoorbereiding van de gemeente Nieuwegein en HDSR zijn hier niet in meegenomen.

Het uitgangspunt bij deze kostenramingen is dat, in de meeste gevallen, de bestaande duiker wordt hergebruikt.

Indien dit niet mogelijk is zal dit gemiddeld leiden tot een kosterverhoging van circa € 3.000,- per duiker.

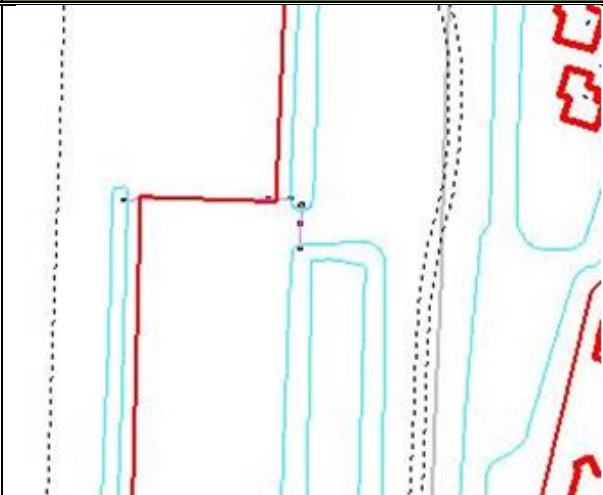
Duiker	Kosten	Opmerkingen
2	€ 4.350,-	Duiker bevindt zich in het parkgebied (zie paragraaf 7.2)
3	€ 12.070,-	Duiker bevindt zich in het parkgebied (zie paragraaf 7.2)
6	€ 5.850,-	Duiker bevindt zich in het parkgebied (zie paragraaf 7.2)
7	€ 5.200,-	
9	€ 14.000,-	
10	-	Ophogen is niet realistisch, de duiker is onderdeel van de constructie van een brug. Dit betekent dat de brug deels gesloopt zou moeten worden. Bovendien loopt er over deze bruggen een leiding tracé van zowel de water- als de gasleiding (interne navraag, gemeente Nieuwegein).
11	€ 10.800,-	
13	-	Ophogen is niet realistisch, de duiker is onderdeel van de constructie van een brug. Dit betekent dat de brug deels gesloopt zou moeten worden. Bovendien loopt er over deze bruggen een leiding tracé van zowel de water- als de gasleiding (interne navraag, gemeente Nieuwegein).
14	€ 12.900,-	
15	€ 11.900,-	
17	€ 9.600,-	
20	€ 11.300,-	
21	-	Ophogen is niet realistisch; de kans van slagen is te klein. Deze inlaat is het begin van een zeer lange duiker (ca. 600 meter lang)
22	-	Zie 21
24	€ 36.600,-	
25	€ 29.700,-	
26	-	Duiker ophogen is niet realistisch; de kans van slagen is te klein. Deze inlaat is het begin van een syphon onder de Nedereindse Wetering door.
27	€ 10.800,-	
Totaal	€ 22.270,-	Alleen parkgebied
Totaal	€ 175.070,-	Park gebied + rest van Batau-Zuid

Duiker 2

Duiker 2	Overzicht Riolering	Overzicht Kabels en Leidingen
		
Conclusie	Riolering is niet van toepassing	Kabels- en leidingen zijn niet van toepassing

Duiker 2: Kosten voor ophogen met behoud bestaande buis							
				hoeveelheid	eenheid	kosten/eenheid	totaal
Mobiele kraan(15 ton+grondwerker)							
	Opbreken Asfalt			1	uur	x € 100 =	€ 100
	Opgraven duiker			2	uur	x € 100 =	€ 200
	Aanbrengen zandbed onder de duiker			2	uur	x € 100 =	€ 200
	Duiker terugplaatsen			1,5	uur	x € 100 =	€ 150
	Grond aanvullen			1	uur	x € 100 =	€ 100
	Aanbrengen menggranulaat			1	uur	x € 100 =	€ 100
	Afvoeren asfalt			5	m3	x € 40 =	€ 200
	Leveren ophoogzand			20	m3	x € 20 =	€ 400
	Leveren menggranulaat			20	m3	x € 20 =	€ 400
	Asfaltverharding aanbrengen			10	m2	x € 250 =	€ 2.500
						Totaal	€ 4.350

Duiker 3

Duiker 3	Overzicht Riolering	Overzicht Kabels en Leidingen
		
Conclusie	Riolering is niet van toepassing	Kabels- en leidingen zijn niet van toepassing

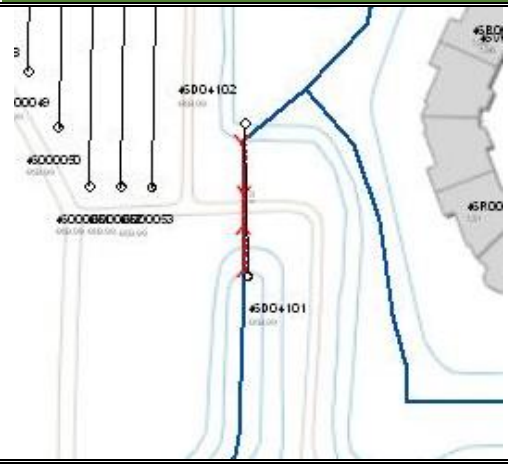
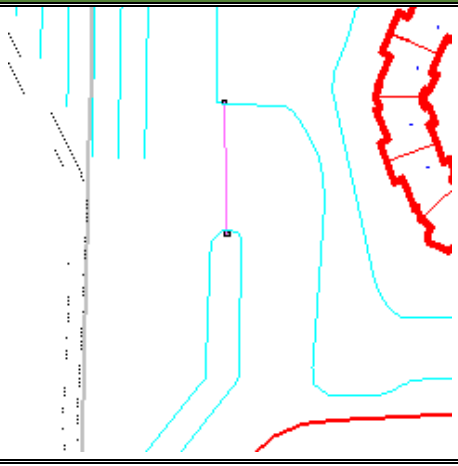
Duiker 3: Kosten voor ophogen met nieuwe duiker/klepstuw							
		hoeveelheid	eenheid		kosten/eenheid		totaal
Mobiele kraan(15 ton+grondwerker)							
	Opbreken Halfverharding	1	uur	x	€ 100 =		€ 100
	Opgraven duiker	2	uur	x	€ 100 =		€ 200
	Aanbrengen zandbed onder de duiker	2	uur	x	€ 100 =		€ 200
	Duiker plaatsen	1,5	uur	x	€ 100 =		€ 150
	Grond aanvullen	1	uur	x	€ 100 =		€ 100
	Afvoeren halfverharding	10	m3	x	€ 40 =		€ 400
	Afvoeren oude duiker	1	stuk	x	€ 140 =		€ 140
	Leveren nieuwe duiker(€ 500 euro per 2,5 meter)	10	meter	x	€ 200 =		€ 2.000
	Leveren klepstuw(handbediend)	1	stuk	x	€ 5.000 =		€ 5.000
	Montage klepstuw	8	uur	x	€ 60 =		€ 480
	Leveren halfverharding	10	m3	x	€ 20 =		€ 200
	Afvoeren asfalt	5	m3	x	€ 40 =		€ 200
	Leveren ophoogzand	20	m3	x	€ 20 =		€ 400
	Aanbrengen halfverharding	10	m2	x	€ 250 =		€ 2.500
					Totaal		€ 12.070

Duiker 6

Duiker 6	Overzicht Riolering	Overzicht Kabels en Leidingen
Conclusie	Riolering is niet van toepassing	Kruisende defensieleiding(= lichtgrijze lijn)

Duiker 6: Kosten voor ophogen met behoud bestaande buis							
			hoeveelheid	eenheid	kosten/eenheid		totaal
Mobiele kraan(15 ton+grondwerker)							
	Opbreken Asfalt		1	uur	x	€ 100 =	€ 100
	Opgraven duiker		2	uur	x	€ 100 =	€ 200
	Aanbrengen zandbed onder de duiker		2	uur	x	€ 100 =	€ 200
	Duiker terugplaatsen		1,5	uur	x	€ 100 =	€ 150
	Grond aanvullen		1	uur	x	€ 100 =	€ 100
	Aanbrengen menggranulaat		1	uur	x	€ 100 =	€ 100
	Afvoeren asfalt		5	m3	x	€ 40 =	€ 200
	Leveren ophoogzand		20	m3	x	€ 20 =	€ 400
	Leveren menggranulaat		20	m3	x	€ 20 =	€ 400
	Asfaltverharding aanbrengen		10	m2	x	€ 250 =	€ 2.500
	Stelpost: Omleggen defensieleiding(het is onbekend of de leiding zich onder of boven de duiker bevindt, vermoedelijk eronder)		1	st	x	€ 1.500	€ 1.500
						Totaal	€ 5.850

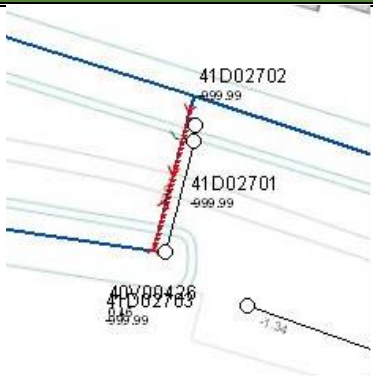
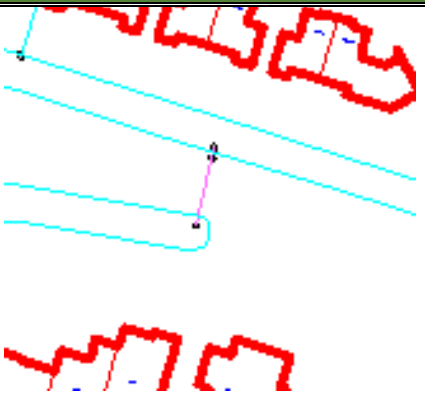
Duiker 7

Duiker 7	Overzicht Riolering	Overzicht Kabels en Leidingen
		
Conclusie	Riolering is niet van toepassing	Kabels- en leidingen zijn niet van toepassing

Duiker 7: Kosten voor opheven met behoud bestaande buis

	hoeveelheid	eenheid		kosten/eenheid	totaal
Mobiele kraan(15 ton+grondwerker)					
Opbreken Asfalt	1	uur	x	€ 100 =	€ 100
Opgraven duiker	4	uur	x	€ 100 =	€ 400
Aanbrengen zandbed onder de duiker	4	uur	x	€ 100 =	€ 400
Duiker terugplaatsen	2	uur	x	€ 100 =	€ 200
Grond aanvullen	4	uur	x	€ 100 =	€ 400
Aanbrengen menggranulaat	2	uur	x	€ 100 =	€ 200
Afvoeren asfalt	5	m3	x	€ 40 =	€ 200
Leveren ophoogzand	20	m3	x	€ 20 =	€ 400
Leveren menggranulaat	20	m3	x	€ 20 =	€ 400
Asfaltverharding aanbrengen	10	m2	x	€ 250 =	€ 2.500
Totaal					€ 5.200

Duiker 9

Duiker 9	Overzicht Riolering	Overzicht Kabels en Leidingen
		
Conclusie	Riolering is niet van toepassing	Kabels- en leidingen zijn niet van toepassing

Duiker 9: Kosten voor ophogen met nieuwe duiker/klepstuw							
				hoeveelheid	eenheid	kosten/eenheid	totaal
Mobiele kraan(15 ton+grondwerker)							
	Opbreken asfalt			1	uur	x € 100 =	€ 100
	Opgraven duiker			4	uur	x € 100 =	€ 400
	Aanbrengen zandbed onder de duiker			2	uur	x € 100 =	€ 200
	Duiker plaatsen			12	uur	x € 100 =	€ 1.200
	Grond aanvullen			2	uur	x € 100 =	€ 200
	Aanbrengen menggranulaat			3	uur	x € 100 =	€ 300
	Afvoeren asfalt			5	m3	x € 40 =	€ 200
	Afvoeren oude duiker			1	stuk	x € 140 =	€ 140
	Leveren nieuwe duiker(€ 500 euro per 2,5 meter)			10	meter	x € 200 =	€ 2.000
	Leveren klepstuw(handbediend)			1	stuk	x € 5.000 =	€ 5.000
	Montage klepstuw			16	uur	x € 60 =	€ 960
	Leveren ophoogzand			20	m3	x € 20 =	€ 400
	Leveren menggranulaat			20	m3	x € 20 =	€ 400
	Asfaltverharding aanbrengen			10	m2	x € 250 =	€ 2.500
						Totaal	€ 14.000

Duiker 10



Het ophogen van duiker 10 is alleen mogelijk tegen zeer hoge kosten, de 'duiker' is namelijk onderdeel van de constructie van de brug.

Duiker 13



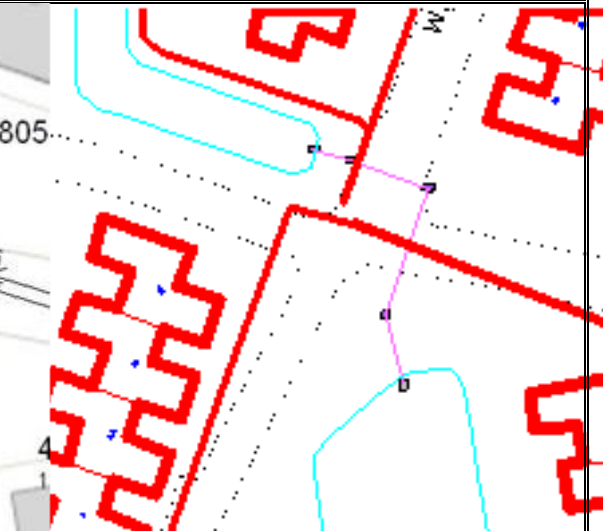
Het ophogen van duiker 10 is alleen mogelijk tegen zeer hoge kosten, de 'duiker' is namelijk onderdeel van de constructie van de brug.

Duiker 11

Duiker 11	Overzicht Riolering	Overzicht Kabels en Leidingen
Conclusie	Kruising met een 200 vuilwaterleiding. De leiding loopt nu onder de duiker. Dit levert dus geen problemen op.	Kabels- en leidingen zijn niet van toepassing

Duiker 11: Kosten voor ophogen met behoud bestaande buis						
		hoeveelheid	eenheid	kosten/eenheid		totaal
Mobiele kraan(15 ton+grondwerker)						
	Opbreken asfalt	1	uur	x € 100 =		€ 100
	Opgraven duiker	2	uur	x € 100 =		€ 200
	Verwijderen oude beschoeiing	2	uur	x € 100 =		€ 200
	Aanbrengen zandbed onder de duiker	2	uur	x € 100 =		€ 200
	Duiker terugplaatsen	1,5	uur	x € 100 =		€ 150
	Grond aanvullen	1	uur	x € 100 =		€ 100
	Aanbrengen menggranulaat	1	uur	x € 100 =		€ 100
	Beschoeiing plaatsen	30	m1	x € 195 =		€ 5.850
	Afvoeren asfalt	5	m3	x € 40 =		€ 200
	Afvoeren oude beschoeiing	10	m3	x € 40 =		€ 400
	Leveren ophoogzand	20	m3	x € 20 =		€ 400
	Leveren menggranulaat	20	m3	x € 20 =		€ 400
	Asfaltverharding aanbrengen	10	m2	x € 250 =		€ 2.500
				Totaal		€ 10.800

Duiker 14

Duiker 14	Overzicht Riolering	Overzicht Kabels en Leidingen
		
Conclusie	Kruising met 300 vuilwater en regenwaterriool. Het lijkt erop dat de rioolleidingen boven de duiker liggen en dus mogelijk omgelegd moeten worden voor het ophogen.	Er kruist ook een hoofdleiding voor de elektra. Het is onbekend of deze zich onder of boven de huidige duiker bevindt.

Duiker 14: Kosten voor opfogen met behoud bestaande buis							
				hoeveelheid	eenheid	kosten/eenheid	totaal
Mobiele kraan(15 ton+grondwerker)							
	Bestrating opbreken			8	uur	x € 100 =	€ 800
	Vrijgraven stroomleiding/riolering			8	uur	x € 100 =	€ 800
	Opgraven duiker			4	uur	x € 100 =	€ 400
	Verwijderen oude beschoeiing			4	uur	x € 100 =	€ 400
	Aanpassen riolering			12	uur	x € 100 =	€ 1.200
	Aanbrengen zandbed onder de duiker			2	uur	x € 100 =	€ 200
	Duiker terugplaatsen			12	uur	x € 100 =	€ 1.200
	Grond aanvullen			5	uur	x € 100 =	€ 500
Beschoeiing plaatsen				20	m1	x € 195 =	€ 3.900
Bestrating aanbrengen				100	m2	x € 10 =	€ 1.000
Afv voeren beschoeiing				5	m3	x € 40 =	€ 200
Leveren ophoogzand				40	m3	x € 20 =	€ 800
Stelpost: Omlleggen stroomleiding(het is onbekend of deze leiding zich onder of boven de duiker bevindt, vermoedelijk eronder)				1	st	x € 1.500	€ 1.500
						Totaal	€ 12.900

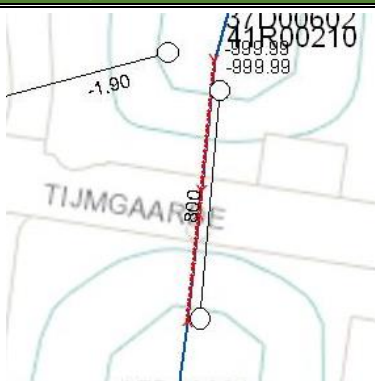
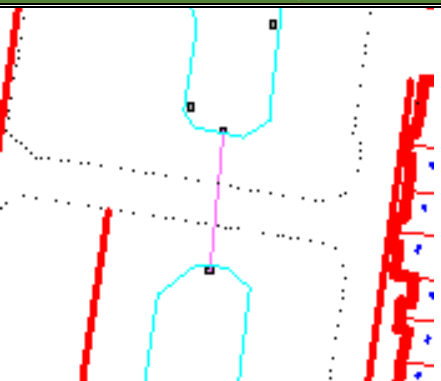
Duiker 15

Duiker 15	Overzicht Riolering	Overzicht Kabels en Leidingen
Conclusie	Riolering is niet van toepassing	Kruisende stroomleiding(= rode lijn)

Duiker 15: Kosten voor ophogen met behoud bestaande buis

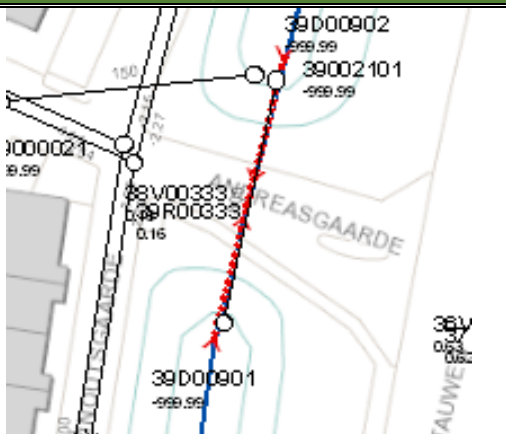
	hoeveelheid	eenheid	kosten/eenheid	totaal
Mobiele kraan(15 ton+grondwerker)				
Bestrating opbreken	8 uur	x	€ 100 =	€ 800
Vrijgraven stroomleiding/riolering	8 uur	x	€ 100 =	€ 800
Opgraven duiker	4 uur	x	€ 100 =	€ 400
Beschoeiing verwijderen	4 uur	x	€ 100 =	€ 400
Aanbrengen zandbed onder de duiker	4 uur	x	€ 100 =	€ 400
Duiker terugplaatsen	10 uur	x	€ 100 =	€ 1.000
Grond aanvullen	5 uur	x	€ 100 =	€ 500
Beschoeiing plaatsen	20 m1	x	€ 195 =	€ 3.900
Bestrating aanbrengen	100 m2	x	€ 10 =	€ 1.000
Afvoeren beschoeiing	10 m3	x	€ 40 =	€ 400
Leveren ophoogzand	40 m3	x	€ 20 =	€ 800
Stelpost: Omleggen stroomleiding(het is onbekend of c leiding zich onder of boven de duiker bevindt, vermoedelijk eronder)	1 st	x	€ 1.500	€ 1.500
			Totaal	€ 11.900

Duiker 17

Duiker 17	Overzicht Riolering	Overzicht Kabels en Leidingen
		
Conclusie	Riolering is niet van toepassing	Kabels- en leidingen zijn niet van toepassing

Duiker 17: Kosten voor opheven met behoud bestaande buis							
				hoeveelheid	eenheid	kosten/eenheid	totaal
Mobiele kraan(15 ton+grondwerker)							
	Bestrating opbreken			8	uur	x € 100 =	€ 800
	Opgraven duiker			4	uur	x € 100 =	€ 400
	Beschoeiing verwijderen			4	uur	x € 100 =	€ 400
	Aanbrengen zandbed onder de duiker			4	uur	x € 100 =	€ 400
	Duiker terugplaatsen			10	uur	x € 100 =	€ 1.000
	Grond aanvullen			5	uur	x € 100 =	€ 500
	Beschoeiing plaatsen			20	m1	x € 195 =	€ 3.900
	Bestrating aanbrengen			100	m2	x € 10 =	€ 1.000
	Afvoeren beschoeiing			10	m3	x € 40 =	€ 400
	Leveren ophoogzand			40	m3	x € 20 =	€ 800
						Totaal	€ 9.600

Duiker 20

Duiker 20	Overzicht Riolering	Overzicht Kabels en Leidingen
		
Conclusie	Riolering is niet van toepassing	Geen informatie aanwezig over kabels en leidingen op locatie.

Duiker 20: Kosten voor ophogen met behoud bestaande buis

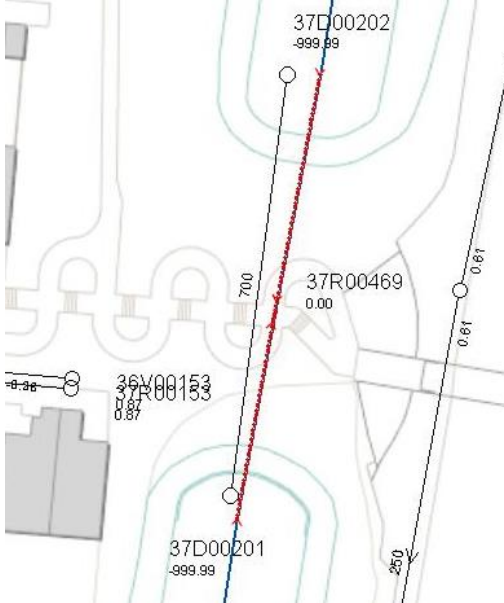
	hoeveelheid	eenheid	kosten/eenheid	totaal
Mobiele kraan(15 ton+grondwerker)				
Bestrating opbreken	8 uur	x	€ 100 =	€ 800
Opgraven duiker	8 uur	x	€ 100 =	€ 800
Beschoeiing verwijderen	4 uur	x	€ 100 =	€ 400
Aanbrengen zandbed onder de duiker	4 uur	x	€ 100 =	€ 400
Duiker terugplaatsen	12 uur	x	€ 100 =	€ 1.200
Grond aanvullen	5 uur	x	€ 100 =	€ 500
Beschoeiing plaatsen	20 m1	x	€ 195 =	€ 3.900
Bestrating aanbrengen	100 m2	x	€ 10 =	€ 1.000
Afvoeren beschoeiing	10 m3	x	€ 40 =	€ 400
Leveren ophoogzand	20 m3	x	€ 20 =	€ 400
Stelpost: Omleggen stroomleiding(indien aanwezig)	1 stuk	x	€ 1.500 =	€ 1.500
			Totaal	€ 11.300

Duiker 24

Duiker 24	Overzicht Riolerings	Overzicht Kabels en Leidingen
Conclusie	Kruising met 250 mm (vuil)waterleiding. Deze ligt boven de duiker en zal dus voor problemen zorgen bij ophogen.	Geen informatie aanwezig over kabels en leidingen op locatie.

Duiker 24: Kosten voor ophogen met behoud bestaande buis							
				hoeveelheid	eenheid	kosten/eenheid	totaal
Mobiele kraan(15 ton+grondwerker)							
	Opbreken asfalt			8	uur	x € 100 =	€ 800
	Opgraven duiker			16	uur	x € 100 =	€ 1.600
	Verwijderen oude beschoeiing			4	uur	x € 100 =	€ 400
	Aanbrengen zandbed onder de duiker			5	uur	x € 100 =	€ 500
	Duiker terugplaatsen			8	uur	x € 100 =	€ 800
	Grond aanvullen			8	uur	x € 100 =	€ 800
	Aanpassen riolering			12	uur	x € 100 =	€ 1.200
	Aanbrengen menggranulaat			8	uur	x € 100 =	€ 800
Beschoeiing plaatsen				60	m1	x € 195 =	€ 11.700
Afvoeren asfalt				15	m3	x € 40 =	€ 600
Afvoeren oude beschoeiing				10	m3	x € 40 =	€ 400
Leveren ophoogzand				40	m3	x € 20 =	€ 800
Leveren menggranulaat				60	m3	x € 20 =	€ 1.200
Asfalverharding aanbrengen				50	m2	x € 250 =	€ 12.500
Stelpost: Omleggen kabels/leidingen				1	stuk	x € 2.500 =	€ 2.500
						Totaal	€ 36.600

Duiker 25

Duiker 25	Overzicht Riolering	Overzicht Kabels en Leidingen
		
Conclusie	Kruising met 250 mm (vuil)waterleiding. Deze ligt boven de duiker en zal dus voor problemen zorgen bij ophogen.	Geen informatie aanwezig over kabels en leidingen op locatie.

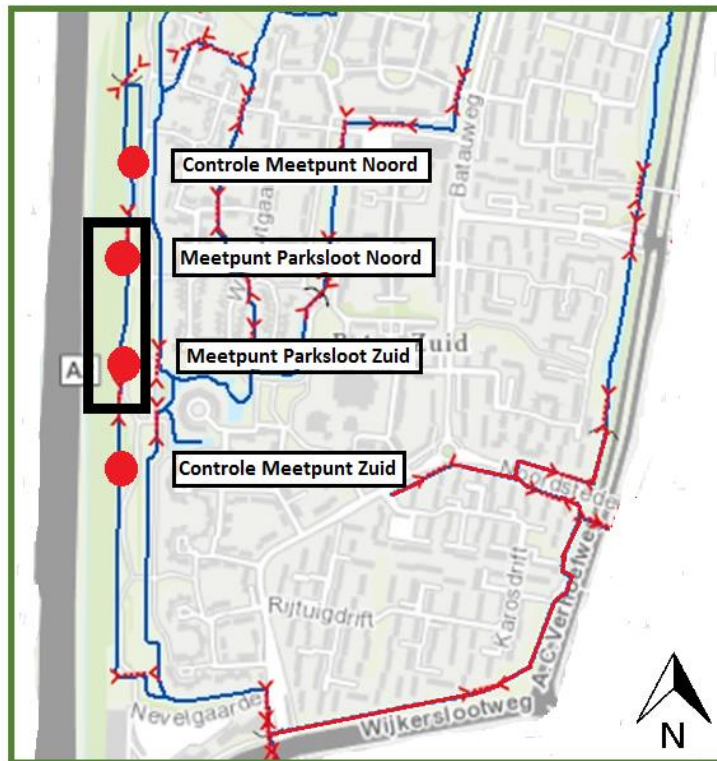
Duiker 25: Kosten voor ophogen met behoud bestaande buis							
				hoeveelheid	eenheid	kosten/eenheid	totaal
Mobiele kraan(15 ton+grondwerker)							
	Opbreken asfalt			4	uur	x € 100 =	€ 400
	Opgraven duiker			24	uur	x € 100 =	€ 2.400
	Verwijderen oude beschoeiing			8	uur	x € 100 =	€ 800
	Aanbrengen zandbed onder de duiker			5	uur	x € 100 =	€ 500
	Duiker terugplaatsen			8	uur	x € 100 =	€ 800
	Grond aanvullen			24	uur	x € 100 =	€ 2.400
	Aanbrengen menggranulaat			8	uur	x € 100 =	€ 800
Beschoeiing plaatsen							
				60	m1	x € 195 =	€ 11.700
Afvoeren asfalt							
				10	m3	x € 40 =	€ 400
Afvoeren oude beschoeiing							
				10	m3	x € 40 =	€ 400
Leveren ophoogzand							
				20	m3	x € 20 =	€ 400
Leveren menggranulaat							
				60	m3	x € 20 =	€ 1.200
Asfalverharding aanbrengen							
				20	m2	x € 250 =	€ 5.000
Stelpost: Omleggen kabels/leidingen							
				1	stuk	x € 2.500 =	€ 2.500
						Totaal	€ 29.700

Duiker 27

Duiker 27	Overzicht Riolering	Overzicht Kabels en Leidingen
	The diagram shows a sewerage network with manholes 51D02801, 51D02802, and 51004001. A crossing with a 250 mm (vuil)waterleiding is indicated. Elevations are shown as -999.99 for several points. A line with a slope of 125 is also shown.	
Conclusie	Kruising met 250 mm (vuil)waterleiding. Deze ligt boven de duiker en zal dus voor problemen zorgen bij ophogen.	Geen informatie aanwezig over kabels en leidingen op locatie.

Duiker 27: Kosten voor ophogen met nieuwe duiker/klepstuw							
		hoeveelheid	eenheid	kosten/eenheid			totaal
Mobiele kraan(15 ton+grondwerker)							
Opgraven duiker		5	uur	x	€ 100 =		€ 500
Aanbrengen zandbed onder de duiker		5	uur	x	€ 100 =		€ 500
Duiker plaatsen		8	uur	x	€ 100 =		€ 800
Grond aanvullen		5	uur	x	€ 100 =		€ 500
Afvoeren oude duiker		1	stuk	x	€ 140 =		€ 140
Leveren nieuwe duiker(€ 500 euro per 2,5 meter)		10	meter	x	€ 200 =		€ 2.000
Leveren klepstuw(handbediend)		1	stuk	x	€ 5.000 =		€ 5.000
Montage klepstuw		16	uur	x	€ 60 =		€ 960
Leveren ophoogzand		20	m3	x	€ 20 =		€ 400
Totaal							€ 10.800

Bijlage 6: Metingen veldproef



Met de klok mee: peilschaal in de watergang, de locatie de watergang, de gebruikte afsluiter

Datum	Dagnr.	Meetpunt Parksloot Zuid	Peil Parksloot Zuid (basis: peil op 13-04-2015)	Meetpunt Parksloot Noord	Peil Parksloot Noord(basis: peil op 13-04-2015)	EGV parksloot zuid	EGV parksloot noord	EGV controle punt noord	EGV controle punt noord
13-4-2015	0	35	0	23	0	-	-	-	-
15-4-2015	2	35	0	23	0	-	-	-	-
17-4-2015	4	35	0	23	0	-	-	-	-
20-4-2015	7	35	0	23	0	-	-	-	-
23-4-2015	10	35	0	24	-1	-	-	-	-
27-4-2015	14	35	0	24	-1	1202	1241	1247	1109
30-4-2015	17	35	0	24	-1	-	-	-	-
2-5-2015	19	36	-1	25	-2	-	-	-	-
5-5-2015	22	36	-1	25	-2	1216	1254	1129	1140
8-5-2015	25	36	-1	25	-2	1238	1262	1160	1164
10-5-2015	27	38	-3	26	-3	1235	1260	1154	1159
13-5-2015	30	38	-3	26	-3	1229	1265	1151	1123
16-5-2015	33	39	-4	28	-5	1231	1283	1143	1127
19-5-2015	36	41	-6	29	-6	1232	1298	1140	1124
22-5-2015	39	42	-7	30	-7	1233	1300	1140	1125
Op 26 mei 2015 zijn de afsluiter weer verwijderd van de duikers									
29-5-2015	46	-	-	-	-	592	603	595	599