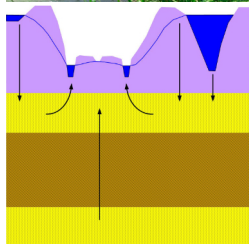
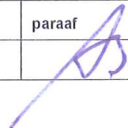


Waterhuishoudkundig advies zwemplas De Flaasbloem



Waterhuishoudkundig advies zwemplas De Flaasbloem

referentie	projectcode	status
CHA7-1/15-017.476	CHA7-1	definitief
projectleider	projectdirecteur	datum
drs.ing. A. Balla	ir. H.J. Mondeel	23 oktober 2015

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	drs.ing. A. Balla	

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Aanleiding	1
1.2. Doel	1
1.3. Leeswijzer	1
2. WATERSYSTEEMBESCHRIJVING	3
2.1. Algemeen	3
2.2. Bodemopbouw	5
2.2.1. Maaiveldhoogte	5
2.2.2. Bodemopbouw	6
2.2.3. Bodemverontreinigingen	8
2.3. Grondwater	8
2.3.1. Grondwaterstand en stroming	8
2.3.2. Kwaliteit	10
2.4. Oppervlaktewater	11
2.4.1. Waterkwantiteit	11
2.4.2. Oppervlaktewaterpeil	12
2.4.3. Kwaliteit	12
2.5. Watersysteem van toekomstige zwemplas De Flaasbloem	12
2.6. Uitgangspunten watersysteemanalyse	14
2.6.1. Water- en stoffenbalans	14
2.6.2. Bacteriologische verontreiniging	16
3. WATERSYSTEEMANALYSE	17
3.1. Waterbalans	17
3.1.1. Peilhandhaving	17
3.1.2. Peilhandhaving tijdens een droog jaar	19
3.1.3. Verblijftijden en stroming	20
3.2. Stoffenbalans	21
3.2.1. Risico op Blauwalgen	23
3.3. Bacteriologische verontreinigingen	24
3.3.1. Risico op Botulisme	25
4. ONTWERP EN BEHEER VOOR EEN GEZOND WATERSYSTEEM	27
4.1. Peilhandhaving	27
4.2. Waterdiepte	27
4.3. Waterverversing	28
4.4. Waterbodem	28
4.5. Omgevingsbeplanting	28
4.6. Handhaving	28
4.7. Waterplanten ter verwijdering van nutriënten	28
4.8. Sproeiers ter voorkoming algengroei en botulisme	29
5. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	31
REFERENTIES	33
laatste bladzijde	33

BIJLAGEN

	aantal blz.
I Boorprofielen	2
II Uitslag zwemwaterprofielen	1
III Beschrijving ecologisch model PCDitch	3

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding

Recreatieterrein de Flaasbloem in Alphen-Chaam is voornemens een zwemplas van 1,8 ha te realiseren. De plas zal worden gebruikt door de bezoekers van de camping en het bungalowpark. Om het peil te handhaven, zal de plas gevoed worden met grond- en regenwater.

1.2. Doel

Witteveen+Bos is door RCN de Flaasbloem gevraagd om een waterhuishoudkundig advies te geven voor de aanleg van de plas. Het dient te resulteren in een advies voor het profiel van de waterpartij en het benoemen van de benodigde voorzieningen die nodig zijn voor peilbeheer en het voorkomen van waterkwaliteitsproblemen.

Ten aanzien van de waterhuishouding is het volgende van belang:

1. **waterbalans:** er dient nog nagegaan te worden of de capaciteit van de pomp (maximaal 10 m³/uur) afdoende is voor het peilbeheer en voor voldoende verversing van het water;
2. **stoffenbalans:** het is van belang dat er in de zwemplas voldoende doorzicht is en het is van belang om gezondheidsrisico's door blauwalgenbloei te voorkomen;
3. **bacteriologische verontreinigingen:** het voorkomen van volksgezondheidsrisico's door bacteriologische verontreinigingen.

Om bovengenoemde aspecten te beschouwen, wordt een ecologische watersysteemanalyse uitgevoerd door middel van een waterbalans, een stoffenbalans en een analyse van te verwachten bacteriologische verontreiniging.

Het waterhuishoudkundig advies betreft een bureaustudie. Daarbij is gebruik gemaakt van meetgegevens van bodem en grondwaterkwaliteit, lokale metingen van de grondwaterstand en algemene gegevens (DINOloket, legger waterschap, waterplan gemeente Alphen-Chaam, et cetera). Met behulp van de water- en stoffenbalans worden de risico's op algenbloei en bacteriële verontreiniging bepaald. Er wordt een advies gegeven voor het profiel van de waterpartij en de benodigde voorzieningen die nodig zijn voor peilbeheer en het voorkomen van waterkwaliteitsproblemen worden benoemd.

1.3. Leeswijzer

Het tweede hoofdstuk geeft een watersysteembeschrijving met onder andere de uitgangspunten voor de water- en stoffenbalans. In het derde hoofdstuk worden de resultaten van de water- en stoffenbalans besproken en wordt ingegaan op de andere relevante factoren voor het functioneren van het watersysteem. Hoofdstuk 4 geeft advies over de inrichtingsmogelijkheden en hoofdstuk 5 bevat de conclusies en aanbevelingen.

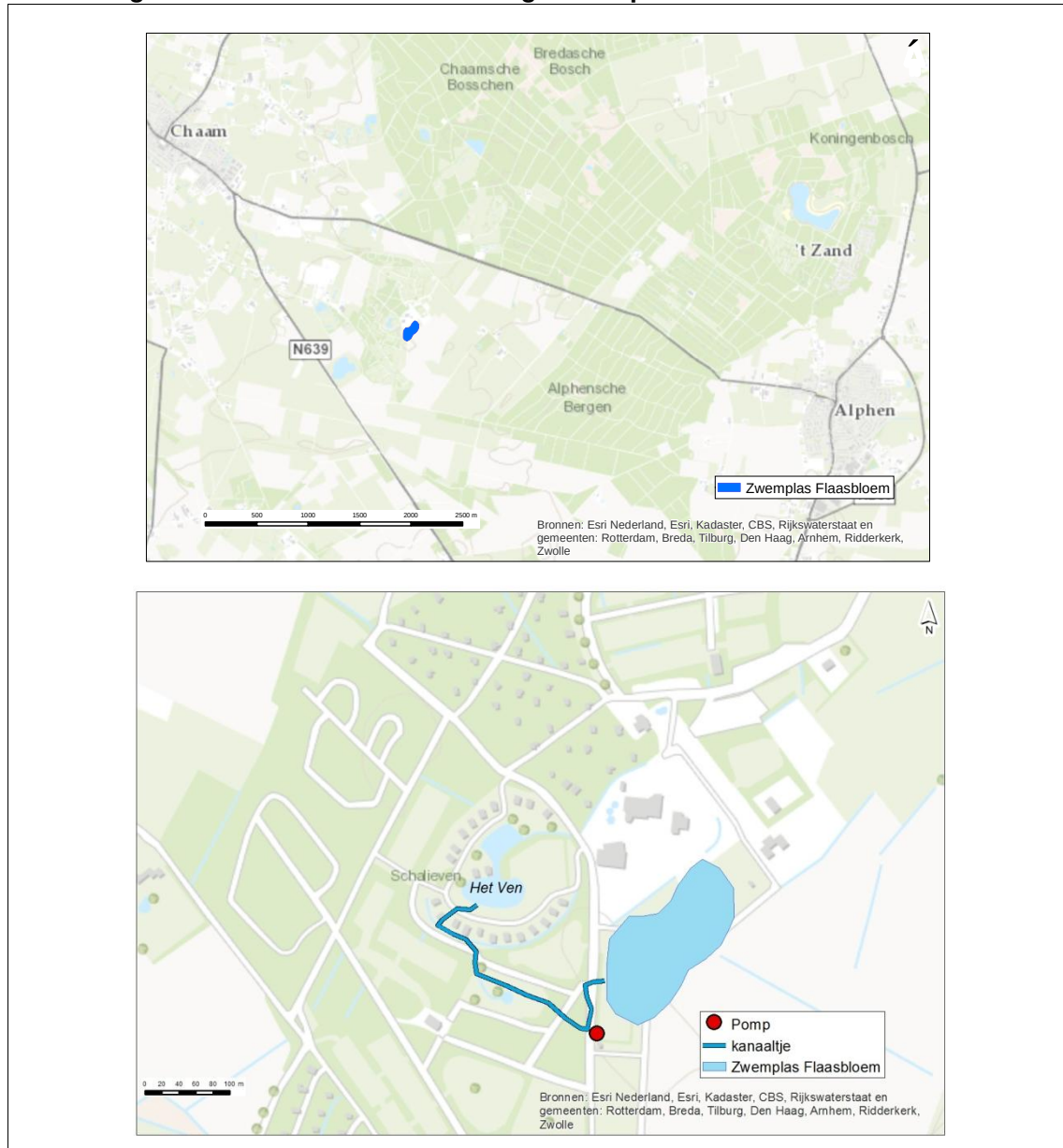
2. WATERSYSTEEMBESCHRIJVING

In dit hoofdstuk wordt een watersysteembeschrijving van de huidige situatie in het plangebied gegeven. Deze informatie is voornamelijk verkregen uit het concept-waterparagraaf, gemeten grondwaterstanden, gemeten grondwaterkwaliteit door KBBL Wijhe B.V. [ref. 3.] en het verkennend bodemonderzoek door Econsultancy [ref. 1.]. Daarna wordt een systeembeschrijving van de toekomstige zwemvijver gegeven en worden de uitgangspunten voor de water- en stoffenbalans beschreven.

2.1. Algemeen

Het projectgebied ligt tussen Chaam en Alphen. Het ligt ten oosten van de huidige camping de Flaasbloem en ten zuidwesten van de Flaasdijk (zie afbeelding 2.1). Het gebied bestaat in de huidige situatie uit agrarische gras- en akkerlanden.

Afbeelding 2.1. Locatie van de toekomstige zwemplas de Flaasbloem



RCN de Flaasbloem heeft een kleine visvijver op het terrein die 'Het Ven' wordt genoemd. Tot enige jaren geleden werd het Ven op een natuurlijk manier op peil gehouden, namelijk door water toevoer uit het ondiepe grondwater en van regenval. Ook de waterkwaliteit was voldoende (voor een visvijver) bij een natuurlijk aangestuurd systeem. Sinds een paar jaar wordt het Ven gevoed door grondwater dat wordt opgepompt uit een diepte van circa 60 m onder maaiveld. Deze pomp zal ook worden gebruikt om de toekomstige zwemvijver op peil te houden.

Het plangebied behoort tot het beheergebied van waterschap Brabantse Delta. Het waterschap is bevoegd gezag voor het verlenen van een watervergunning op basis van de keur (grondwateronttrekkingen, graven van oppervlaktewaterlichamen). Het waterschap controleert de waterkwaliteit van zwemwaterlocaties gedurende het badseizoen. De gegevens worden aan de betreffende provincies gerapporteerd. De provincie heeft de taak om zwemwaterlocaties aan te wijzen en, indien nodig, af te voeren op grond van de wet Hygië-

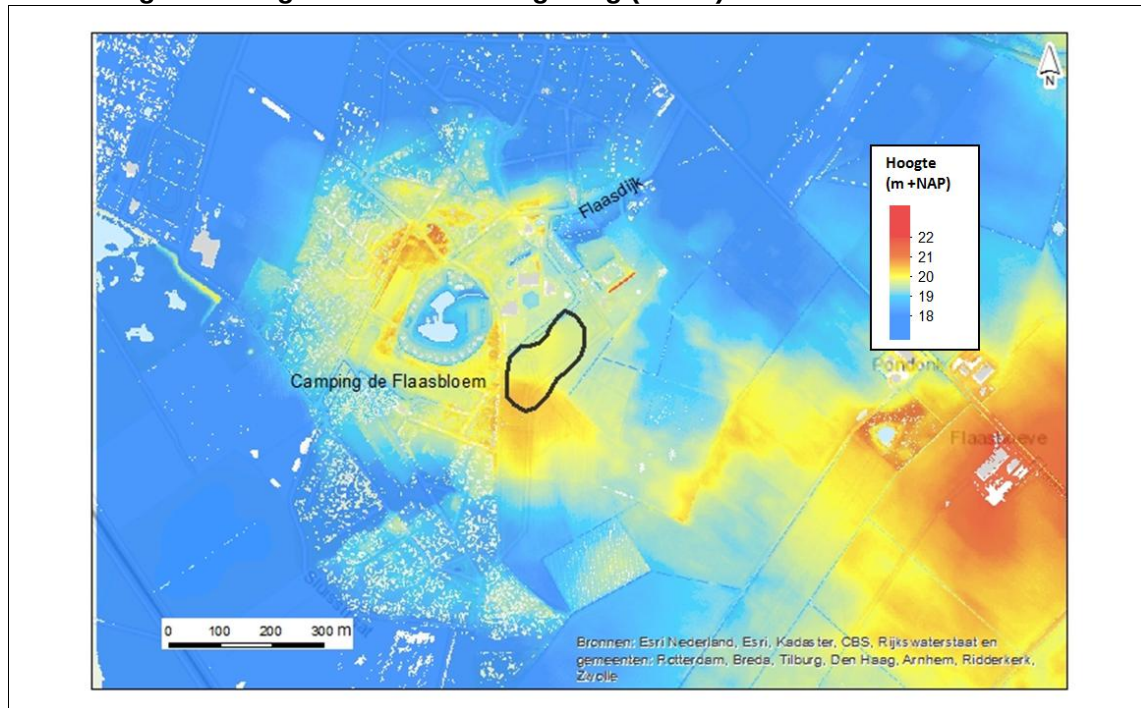
ne en veiligheid badinrichtingen en zwemgelegenheden. Aanwijzing gebeurt elk voorjaar opnieuw. De provincie zorgt voor de veiligheid van het zwemwater en kan op grond van de ontvangen waterkwaliteitsgegevens een negatief zwemadvies of zwemverbod afgeven.

2.2. Bodemopbouw

2.2.1. Maaiveldhoogte

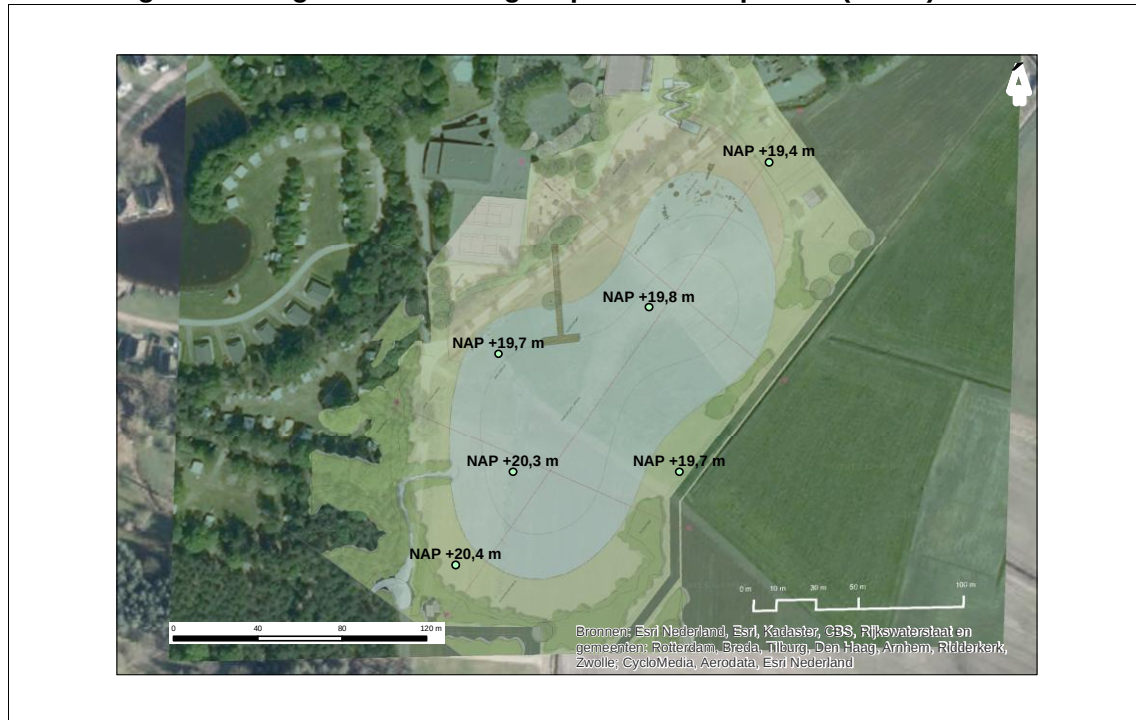
De Algemene Hoogtekaart van Nederland (AHN) laat zien dat het maaiveld ter plaatse van de zwemplas circa 19 tot 21 m boven NAP bedraagt. Het recreatiepark ligt relatief hoog ten opzichte van zijn omgeving (zie afbeelding 2.2). De gemiddelde maaiveldhoogte is circa NAP +20 m.

Afbeelding 2.2. Hoogtekaart van de omgeving (AHN2)



Afbeelding 2.3 laat op een aantal punten de hoogte zien. Hieruit blijkt dat het maaiveld in noordelijke richting afloopt. Het gebied ligt ruim boven zeeniveau en maakt deel uit van het vrij afwaterende gebied van waterschap Brabantse Delta. In vrij afwaterende gebieden kan het waterschap geen extra water aanvoeren waardoor het zomerpeil kan zakken. Een door het waterschap gegarandeerd waterpeil is dus niet mogelijk. Hier geldt dan ook geen peilbesluit.

Afbeelding 2.3. Huidige maaiveldhoogte op een aantal punten (AHN2)

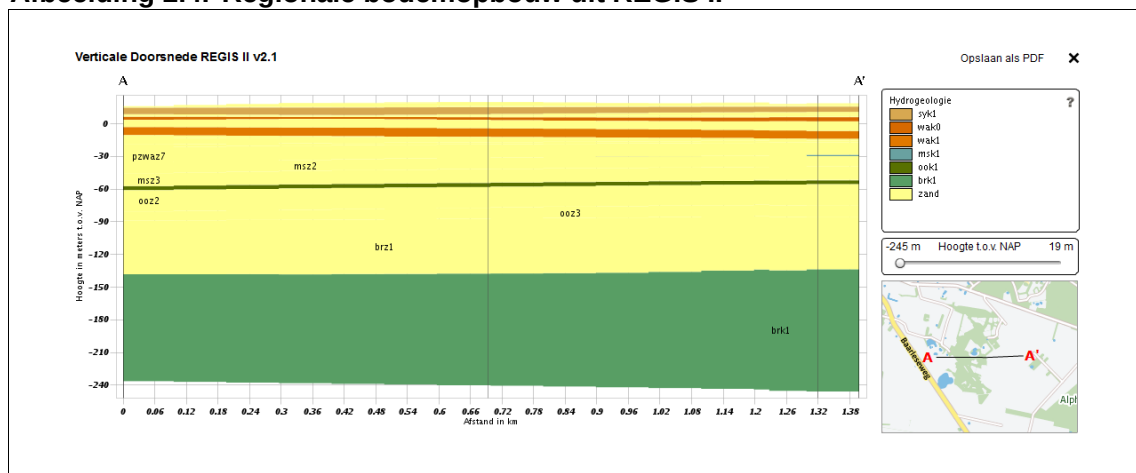


2.2.2. Bodemopbouw

Een indicatie van de bodemopbouw is verkregen uit 2 bronnen, het DINOloket (TNO) en het verkennend bodemonderzoek door Econsultancy uit 2015.

In DINOloket zijn geen boringen beschikbaar in de buurt van het plangebied. Wel kon met het REGIS II model een doorsnede worden gemaakt om een indicatie te krijgen van de bodemlagen.

Afbeelding 2.4. Regionale bodemopbouw uit REGIS II



De regionale geohydrologische schematisatie uit REGIS is opgenomen in afbeelding 2.4. De bodem bestaat grofweg uit:

- NAP +20 m tot NAP +17 m een eerste zandlaag, deze laag vormt de deklaag;

- tot NAP +10 m een eerste kleiige laag (Formatie van Stamproy). Deze laag vormt de eerste ondoorlatende laag;
- tot NAP +4 m een tweede zandlaag en het eerste watervoerende pakket;
- tot NAP +2 m een tweede kleiige laag (Formatie van Waalre);
- tot NAP -4 m een tweede watervoerend pakket;
- tot NAP -10 m een kleilaag;
- tot NAP -58 m een zandlaag;
- tot NAP -60 m een kleilaag (formatie van Oosterhout);
- tot NAP -135 m zandlagen.

Om een beter beeld te krijgen van de bovenste bodemlagen is gekeken naar het verkennend bodemonderzoek (NEN 5740) uitgevoerd in april 2015 door Econsultancy [ref. 1.]. Tijdens dit onderzoek zijn een aantal grondboringen gemaakt waaruit kan worden vastgesteld wat de bodemopbouw is van de bovenste bodemlaag, tot ongeveer 3 m onder maaiveld. Zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** voor een aantal van de boorprofielen en hun locatie. Tabel 2.1 geeft de bodemopbouw op boorlocatie 3. De omliggende boringen hebben soortgelijke opbouw.

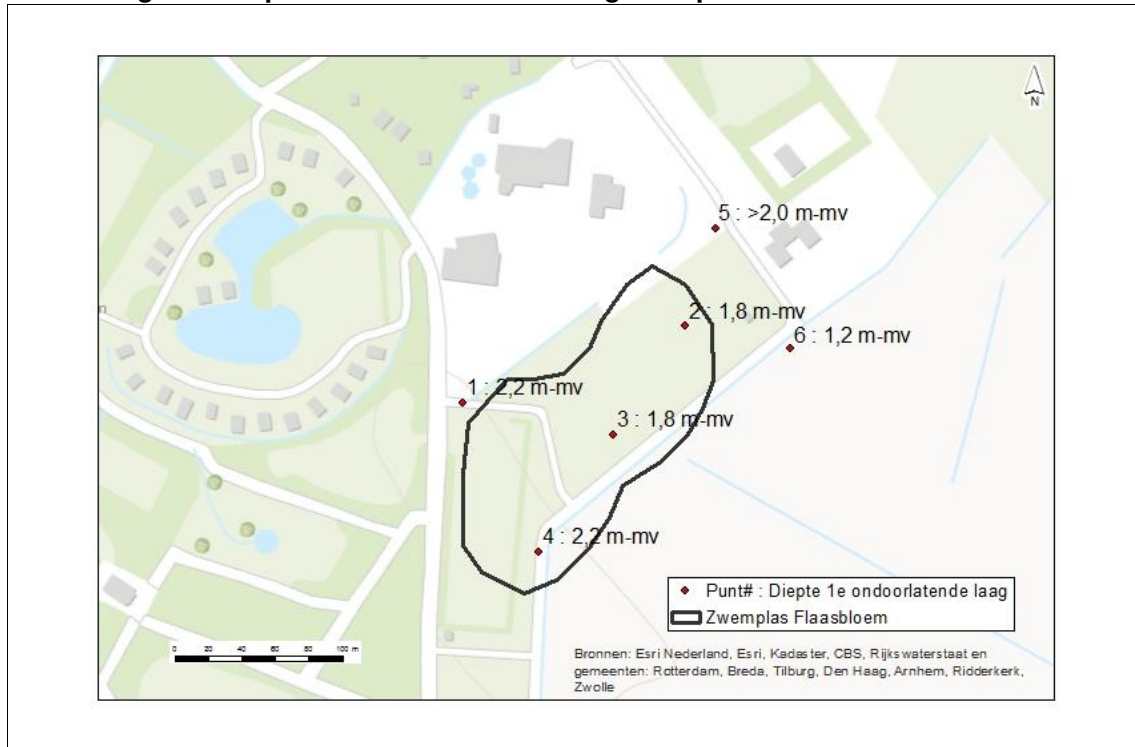
Tabel 2.1. Bodemopbouw op boorlocatie 3 (zie Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.)

laag	diepte m -mv	diepte m +NAP	grondsoort
1 - deklaag	0 - 0,2	20 -19,8	zand, zeer fijn, matig ziltig, zwak humeus
2- deklaag	0,2 - 1,8	19,8 - 18,2	zand, zeer fijn, matig ziltig
3- 1 ^e ondoorlatende laag	1,8 - 3,0	18,2 - 17,0	leem, zwak zandig

De bodem bestaat voornamelijk uit zwak tot uiterst ziltig, zeer fijn tot matig fijn zand. De bovengrond is bovendien zwak humeus en plaatselijk zwak tot matig roesthoudend. De ondergrond is plaatselijk tot maximaal 3,45 m -mv zwak gleyhoudend en plaatselijk matig roesthoudend. Verder bestaat de diepere ondergrond vanaf circa 1,2 m -mv uit zwak gleyhoudend, zwak tot sterk zandig leem [ref. 1.]. Het REGIS model laat een leemlaag zien tot een diepte van 10 m onder maaiveld. Uit de grondboringen blijkt dit echter geen continue leemlaag te zijn maar waarschijnlijk een afwisseling van leem en zandlagen. Uit boring 4 en 6 blijkt de eerste leemlaag op sommige plekken circa 1 m diep te zijn.

De roesthoudende ondergrond kan een positief effect hebben op de waterkwaliteit. Roest in de bodem bindt namelijk fosfaat uit het water en er is, bij lage fosfaatgehalten, meer kans op een soortenrijk, gezond watersysteem. Roesthoudende ondergrond kan ook negatieve invloed hebben op een watersysteem als het in te hoge concentraties aanwezig is. Het water kan dan een oranjebruine kleur krijgen en de ijzer-fosfaat bindingen kunnen vlokken in het water vormen, dat neerslaat op planten en het doorzicht beperkt. Dit negatieve effect doet zich vooral voor in het midden en oosten van het land vanwege de hoge kweldruk van ijzerrijk grondwater. Het probleem wordt niet verwacht in de zwemplas omdat het een gebied betreft met weinig of geen kwel.

Afbeelding 2.5. Diepte van de eerste leemlaag ten opzichte van maaiveld



De boringen door Econsultancy laten zien dat de eerste ondoorlatende laag, ter plaatse van de toekomstige zwemvijver, op circa 2 m onder maaiveld ligt (zie afbeelding 2.5). Dit komt goed overeen met de uitkomsten van het REGIS model. Het eerste watervoerende pakket ligt (volgens REGIS) op circa NAP +10 m en NAP +4 m.

2.2.3. Bodemverontreinigingen

Voor zover bekend hebben zich op de onderzoekslocatie in het verleden geen calamiteiten met een bodembedreigend karakter voorgedaan. Ook uit informatie van de gemeente Alphen-Chaam blijkt niet dat er zich in het verleden bodembedreigende calamiteiten hebben voorgedaan [ref. 1.].

2.3. Grondwater

Om de grondwaterstand en kwaliteit in het plangebied te bepalen, zijn een aantal bronnen geraadpleegd. In DINOloket zijn geen (recente) grondwatergegevens beschikbaar van het gebied. Wel is er een kwaliteitsmeting van het pompwater uitgevoerd door KBBL Wijhe B.V., een indicatie van grondwaterstanden beschikbaar uit het informatiesysteem van het waterschap en puntmetingen in het onderzoek door Ecoconsult [ref. 1.]. Daarnaast is in de buurt van de toekomstige zwemplas (zie afbeelding 2.6) tussen november 2014 en juli 2015 de grondwaterstand gemeten.

2.3.1. Grondwaterstand en stroming

Uit het informatiesysteem van het waterschap blijkt in het gebied het volgende te gelden (gegevens 2010):

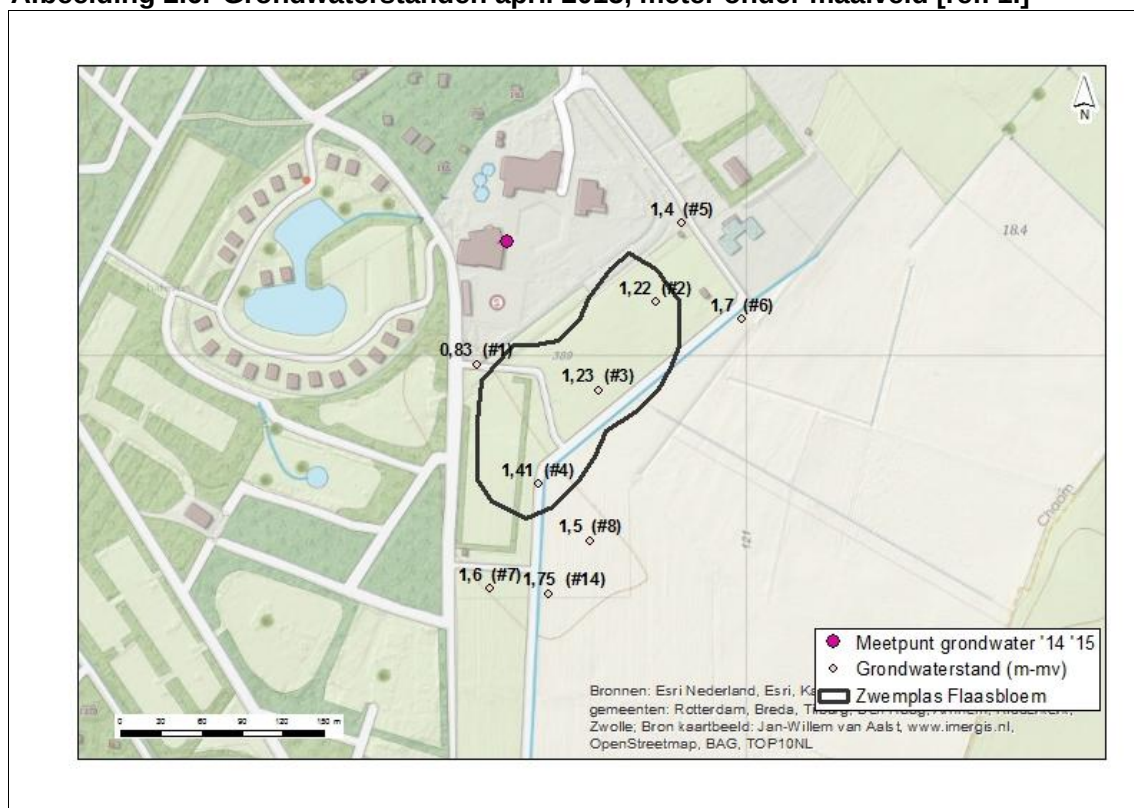
- gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG): 0,20 - 0,40 m -mv;
- gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG): 1,40 - 1,60 m -mv.

Door Ecoconsult is in april 2015 op een aantal locaties de grondwaterstanden gemeten. Tabel 2.2 geeft een overzicht van de gemeten waterstanden en in afbeelding 2.6 is het gevisualiseerd in een kaart van het gebied. Hierin zijn de grondwaterstanden en het peilbuisnummer aangegeven. Alle filters zitten op hoogte van de deklaag en meten dus de hoogte van het freatische grondwater. Het gemiddelde komt overeen met de gemiddeld laagste grondwaterstand aangegeven door het waterschap.

Tabel 2.2. Overzicht gegevens peilbuizen en veldmetingen grondwater door Econsultancy, april 2015 [ref. 1.]

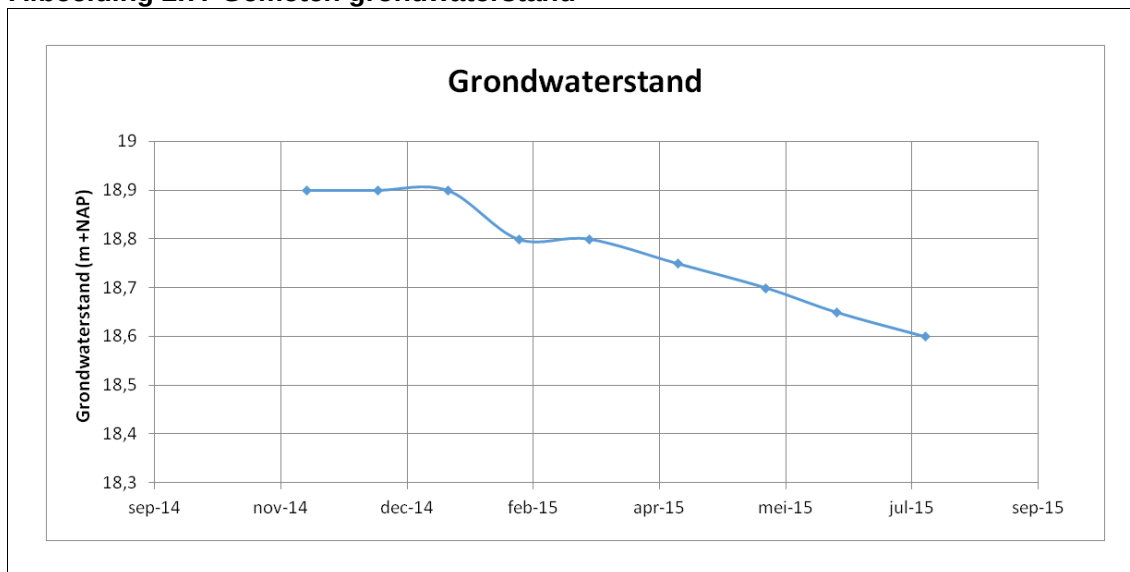
peilbuisnummer	grondwaterstand (m -mv)	grondwaterstand (m +NAP)
01	0,83	19,2
02	1,60	18,2
03	1,23	18,8
04	1,41	18,6
05	1,40	18,0
06	1,7	17,7
07	1,6	18,4
08	1,5	18,5
14	1,75	18,3
gemiddelde	1,45	18,41

Afbeelding 2.6. Grondwaterstanden april 2015, meter onder maaiveld [ref. 1.]



Tussen november 2014 en augustus 2015 is maandelijks de grondwaterstand gemeten, op een kleine afstand van de toekomstige zwemplas (zie rode stip afbeelding 2.6). Deze meting is uitgevoerd in een groot, gegraven gat in de grond met een diameter van 30 cm en een diepte van circa 5 m. De resultaten staan in afbeelding 2.7. Het maaiveld op dit punt ligt op NAP +19,7 m.

Afbeelding 2.7. Gemeten grondwaterstand



De grafiek laat zien dat de grondwaterstand circa 1,2 tot 1,3 m onder maaiveld lag in april en mei 2015. Dit komt erg goed overeen met de metingen van Econsultancy in april-mei 2015 (in afbeelding 2.6). Alleen meetpunt punt #1 wijkt af, met een grondwaterstand van 0,83 m -mv. Deze meting is op een relatief laag gelegen punt uitgevoerd net ten zuiden van het tennisveld.

Geconcludeerd kan worden dat het plangebied zich bevindt in een infiltratiegebied. Het gebied ligt relatief hoog, de deklaag is opgebouwd uit (fijn) zand en het grondwater blijft het hele jaar circa 1,0 tot 1,5 m onder maaiveld. Er liggen geen pompstations in de buurt van de Flaasbloem die in de toekomst van invloed zouden kunnen zijn op de bovenste grondwaterstroming ter plaatse van de zwemplas. De onderzoekslocatie ligt niet in een grondwaterbeschermings- en/of grondwaterwingebied [ref. 1.].

2.3.2. Kwaliteit

Het plangebied bevindt zich in bodemkwaliteitszone 'AW2000', waarvoor de gemeente Alphen- Chaam achtergrondwaarden (Bodemkwaliteitskaart regio Brabant, projectnummer: 233441, d.d. oktober 2011) heeft vastgesteld. De bodemkwaliteit van het plangebied voldoet aan de achtergrondwaarde, echter komen er regionaal wel verhoogde concentraties van metalen in het grondwater voor (licht verontreinigd met zink en barium).

Gelet op het regionale karakter van de lichte metaalverontreinigingen in het grondwater en het ontbreken van verontreinigingen in de grond kan de onderzoekslocatie als 'onverdacht' ten opzichte van haar omgeving worden beschouwd. Er bestaan volgens Econsultancy met betrekking tot de milieuhygiënische kwaliteit van de bodem dan ook géén belemmeringen voor de realisatie van de zwemplas en de voorgenomen bestemmingsplanwijziging [ref. 1.].

Een groot deel van het water voor de zwemvijver zal worden opgepompt uit het grondwater op een diepte van circa 60 m onder maaiveld. De stikstof (N) en fosfaat (P) concentraties van dit water zullen bepalend zijn voor de stoffenbalans. Omdat er geen informatie over deze nutriëntengehalten te verkrijgen was, is in opdracht van RCN De Flaasbloem in september 2015 een waterkwaliteitsmeting uitgevoerd door KBBL Wijhe B.V. De uitkomst van dit onderzoek staat in onderstaande tabel.

Tabel 2.3. Nutriëntenmeting van opgepompt grondwater [ref. 3.]

	nitraat (NO₃-)	ortho-fosfaat (P)
meting 1 23-09-2015	<1 mg/l	<0,05 mg P/l
meting 2 23-09-2015	7 mg/l	<0,05 mg P/l
gemiddelde	3,5 mg/l	0,05 mg P/l

Omdat er diep grondwater onttrokken wordt, is de verwachting dat de nutriëntenconcentraties laag zijn. De metingen van ortho-fosfaat bevestigen dit, de ortho-fosfaatconcentraties liggen namelijk onder de detectiegrens. Daarbij wordt opgemerkt dat alleen ortho-fosfaat gemeten is, dit is de opgeloste biobeschikbare fosfaat en niet de ijzergebonden fosfaatgehalte. Voor diep grondwater uit een zandpakket is naar verwachting de concentratie aan ijzergebonden fosfaat verwaarloosbaar laag, omdat het diepe grondwater water zuurstofarm is. Tevens wordt verwacht dat het organisch gebonden fosfaat laag is, omdat er diep grondwater uit een zandlaag onttrokken wordt. Bij de berekeningen in hoofdstuk 3 wordt een fosfaatconcentratie van 0,05 mg-P/l aangehouden. Dit is een veilige waarde aangezien de gemeten waarde onder de detectiegrens ligt.

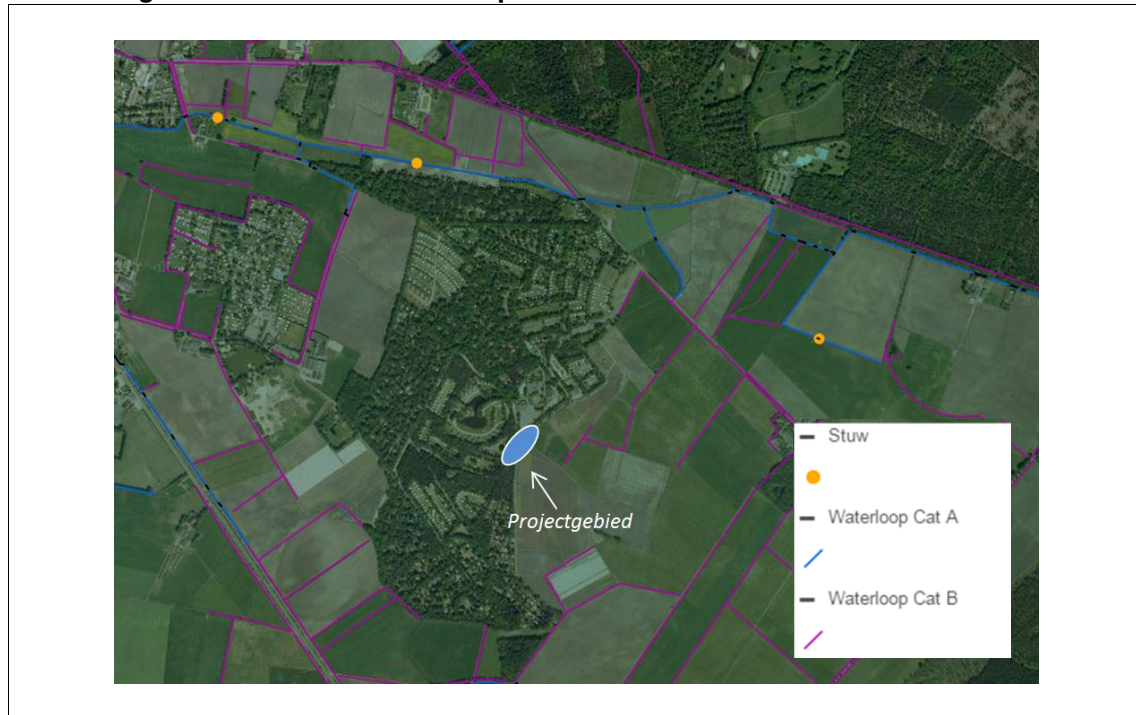
Opvallend is de stikstofconcentratie, die bij een van de 2 metingen hoog is. Bij de berekeningen in hoofdstuk 3 is het gemiddelde gehanteerd van de 2 metingen (3,5 mg-N/l).

2.4. Oppervlaktewater

2.4.1. Waterkwantiteit

Op de toekomstige locatie van de zwemvijver zijn geen watergangen opgenomen in de legger van het waterschap. Ten oosten van het projectgebied is een kleine (Cat. B) watergang gelegen. Hier hoeft geen rekening mee gehouden te worden omdat de toekomstige zwemplas op meer dan 5 m afstand van de watergang ligt, en de watergang ook niet op het perceel wat eigendom is van initiatiefnemer ligt. Wateroverschot van de zwemplas zou eventueel kunnen worden afgevoerd via deze watergang.

Afbeelding 2.8. Locaties van waterlopen en stuwen



2.4.2. Oppervlaktewaterpeil

Het waterschap maakt onderscheid tussen peilbeheerste en het vrij afwaterende gebieden. De camping en de toekomstige zwemplas liggen in een vrij afwaterend gebied. Peilbeheerste gebieden zijn gebieden waar strikte peilbesluiten gelden die voorschrijven hoe hoog of laag het oppervlaktewaterpeil mag zijn. In de vrij afwaterende gebieden ligt dat anders. In die gebieden kan het waterschap geen extra water aanvoeren waardoor het zomerpeil kan zakken. Een, door het waterschap, gegarandeerd waterpeil is dus niet mogelijk. In de vrij afwaterende gebieden geldt dan ook geen peilbesluit.

2.4.3. Kwaliteit

Binnen het projectgebied is in de huidige situatie geen oppervlaktewater aanwezig. Er is eveneens geen sprake van een natuurgebied.

2.5. Watersysteem van toekomstige zwemplas De Flaasbloem

Recreatieterrein de Flaasbloem in Alphen-Chaam is voornemens een zwemplas van 1,8 ha te realiseren die is afgebeeld in afbeelding 2.9. De plas zal tegen de oostzijde van camping de Flaasbloem aan komen te liggen en net ten zuiden van de Flaasdijk.

Afbeelding 2.9. Illustratie van de recreatievijver



De plas is bestemd voor zwemmen en recreatie, en zal bestaan uit diepe en ondiepe delen, waarvan het ondiepe deel minimaal 0,2 m diep moet zijn. In het noordelijke deel van de plas zal in een ondiepe zone speeltoestellen gerealiseerd worden en er wordt overwogen om in het midden een pier aan te leggen. Aan de zuidoever wordt overwogen een gebied te maken met waterplanten ten behoeve van de waterkwaliteit. Afhankelijk van de uitkomsten van de watersysteemanalyse (hoofdstuk 3), wordt een advies gegeven voor de inrichting van de zwemplas (hoofdstuk 4).

Om de plas te vullen en gevuld te houden, zal er grondwater opgepompt worden. De bestaande pomp zal benut worden. Voor de locatie is reeds een vergunning verleend voor het onttrekken van grondwater voor maximaal 10 m³/uur¹. De pompcapaciteit van 10 m³/uur wordt nu in de zomermaanden ingezet om een plas genoemd 'het Ven', die al aanwezig is in het recreatiepark, te voeden. Momenteel staat de pomp in het hoogseizoen circa 8 uur per dag aan en in het laag seizoen 3 of 4 uur per dag. De waterstroom naar het Ven is een 'kanaaltje' dat door kinderen in het park wordt gebruikt om in te spelen. De beheerders van het park willen deze stroom graag behouden waardoor een deel van de pompcapaciteit moet worden gereserveerd voor het Ven. Voorgesteld is (door de heer Verkooijen van RCN de Flaasbloem) om in de zomermaanden circa ¼ van de waterstroom te reserveren voor het Ven. Voor de berekeningen wordt uitgegaan van maximaal 7,5 m³/uur voor de zwemplas (ofwel, 18 uur per dag pompen op 10 m³/uur). Overtollig water uit de zwemplas zal

¹ Opgesteld door de provincie, dossier overgedragen naar het waterschap: het registratienummer van de provincie is 200437 en het zaaknummer is 751483. Het waterschap heeft in 2015 aangegeven dat uitgegaan kan worden van een onttrekking van 10 m³/uur.

worden afgevoerd via een overstort aan de noordkant van de plas. Paragraaf 2.6.1 gaat verder in op het in- en uitstromen van de zwemplas.

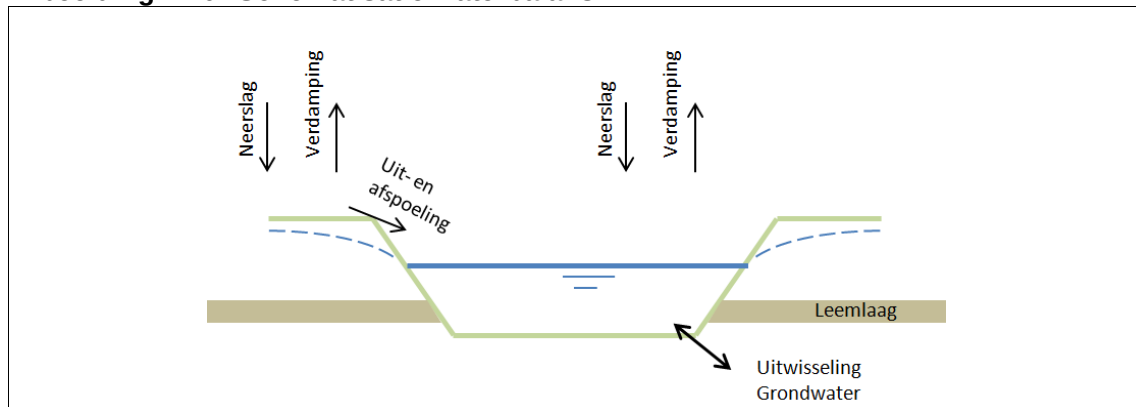
2.6. Uitgangspunten watersysteemanalyse

2.6.1. Water- en stoffenbalans

Om een voorspelling te doen van de waterkwaliteit is een stoffenbalans (stikstof en fosfaat) opgesteld. Bij de berekening is de stoffenbalans spreadsheet (Excel) die door Witteveen+Bos is ontwikkeld toegepast. De stoffenbalans is daarbij gekoppeld aan de waterbalans. Voor de wateraanvoerposten (neerslag, kwel etc.) is de nutriëntenconcentratie ingevoerd (op basis van lokale en algemene gegevens). Voor overige nutriëntenbronnen (waternvogels, bladval van bomen) worden kengetallen aangehouden in de spreadsheet.

Afbeelding 2.10 geeft een schematisatie van de water- en stoffenbalans. Onder de afbeelding is een toelichting gegeven van hoe verschillende posten worden berekend in de water- en stoffenbalans. Tabel 2.4 (einde paragraaf) geeft een overzicht van de uitgangspunten voor de water- en stoffenbalans.

Afbeelding 2.10. Schematisatie waterbalans



Neerslag en verdamping

Voor de metingen van neerslag en verdamping wordt gebruik gemaakt van meetreeksen van het KNMI (Chaam voor neerslag, Gilzen Rijen voor verdamping).

Verdamping wordt gemeten als potentiële gewasverdamping (Makkink). Voor de verdamping van open water en onverhard moet worden gecorrigeerd met een correctiefactor (Penmann), die verschilt per seizoen. Daarbij wordt voor het onverharde oppervlak uitgegaan van de correctiefactor die hoort bij grasland.

Neerslag die op open water valt, wordt rechtstreeks meegerekend. Voor de neerslag op onverhard wordt een verdeling gemaakt op basis van de doorlatendheid van de ondergrond. Een deel van de neerslag kan bij hevige neerslag niet in de bodem infiltreren en spoelt rechtsreeks uit naar oppervlaktewater. De rest infiltreert in de bodem. Omdat de bodem bij De Flaasbloem relatief goed doorlatend is (zandgrond), infiltreert een groot deel in de bodem. Het grootste deel van dit water infiltreert vervolgens door de leemlaag naar het 1^e watervoerend pakket. De rest komt via de bovengrond terecht in de plas. Bij vorst of langduriger droogte kan meer afspoeling plaatsvinden. Omdat dat niet goed kan worden bepaald, wordt hier geen rekening mee gehouden.

Er wordt alleen uitgegaan van onverhard oppervlak, omdat de aanwezige verharding gering is (een weg ten westen van de plas) en het regenwater van de verharding zal afstromen naar de onverharde berm.

Uitwisseling grondwater

Een precies beeld van de bodemopbouw ter plaatse van de zwemplas is er niet, echter wordt ervan uitgegaan dat het diepere deel van de plas tot aan het eerste watervoerend pakket zal komen. Dit zou betekenen dat het water in de plas in contact staat met het grondwater en de fluctuaties van de grondwaterstand enigszins zal volgen. Daarom wordt, naar aanleiding van de gemeten grondwaterstanden gepresenteerd in paragraaf 2.3, geadviseerd om een aaneengesloten leemlaag van circa 30 cm aan te brengen op de bodem van de plas. Deze leemlaag zal de bodem van de plas afdichten waardoor het water veel minder in contact staat met het grondwater. Dit is nodig om de waterstand in de zwemplas te kunnen garanderen. De grondwatermetingen die zijn gemaakt tussen november 2014 en juli 2015 laten al een waterstanddaling zien van 30 cm. De daling is waarschijnlijk tijdens de rest van de droge zomermaanden verder toegenomen. Als de zwemplas in direct contact staat met het grondwater zou het deze daling grotendeels volgen. Als de plas niet wordt afgedicht, is er een groot risico dat het opgepompte water voor de peilhandhaving weer te snel infiltreert.

Een leemlaag zorgt niet voor 100 % afdichting en er is altijd een risico dat er gaten ontstaan in de laag. Daarom wordt er in de berekeningen van hoofdstuk 3 rekening gehouden met een kleine doorlatendheid. De uitwisseling tussen grondwater en oppervlaktewater wordt berekend met een bakjesmodel, waarbij de uitwisseling wordt bepaald door de doorlatendheid van de ondergrond (slecht doorlatend door het overgrote deel leembekleding van de bodem). Als het grondwaterpeil hoger is, wordt grondwater afgevoerd naar oppervlaktewater en andersom.

Water af- en toevoer

De zwemplas zal worden gevoed met regenwater en water dat wordt opgepompt uit de grond. Voor het oppompen zal de bestaande pomp worden gebruikt die water onttrekt op een diepte van circa 60 m¹. Er mag maximaal 10 m³/dag worden onttrokken. Momenteel wordt er met deze pomp water onttrokken om een kleine plas, genoemd 'het Ven', in het recreatiepark te voeden. Deel van de op te pompen hoeveelheden moet dus worden behouden voor de doorstroming van het Ven. Voor de zwemplas is 7,5 m³/uur beschikbaar.

Peilbeheer van de zwemplas is van belang. Enige fluctuatie in de waterstanden is mogelijk, maar een minimale diepte in de zone met speeltoestellen van 20 cm dient altijd gehandhaafd te blijven. Wateroverschot van de zwemplas zal worden afgevoerd via een (flexibel in te stellen) stuw op het watergangenstelsel naar het Chaamse Beek.

Honden, watervogels en bladval

Dieren en planten in omgeving van de zwemplas kunnen zorgen voor extra nutriëntenbelasting en worden daarom meegenomen in de berekeningen. De berekening gaat uit van een gemiddeld aantal watervogels (circa 50 watervogels per ha). Van belang is dat de bezoekers van de zwemplas de eenden niet gaan voeren en dat het gebied goed wordt opgeruimd, anders zal dit aantal sterk toenemen.

Nutriëntenbelasting door honden en bladval is verwaarloosbaar. De beheerders van RCN de Flaasbloem hebben aangegeven dat zij honden niet zullen toestaan rondom de zwem-

¹ Indicatief aangegeven door Albert Verkooijen, RCN De Flaasbloem

vijver. Daarnaast zullen er geen loofbomen (eventueel alleen naaldbomen) in de buurt van de plas worden geplant.

2.6.2. Bacteriologische verontreiniging

Om de te verwachten bacteriologische verontreiniging te bepalen, is een zwemwaterprofiel-analyse uitgevoerd. Daarvoor is de zwemwaterprofiel Excel-sheet van de RIZA gehanteerd. Een zwemwaterprofiel is in eerste instantie bedoeld om inzicht te krijgen in de fecale verontreinigingsbronnen en -routes en richt zich op de indicatoren voor fecale verontreiniging: Escherichia coli (E. coli) en intestinale enterokokken (parameters van de nieuwe EU-richtlijn).

In de Excel-sheet zijn bronnen als zwemmers en watervogels ingevoerd evenals de inrichtings- en hydrologische eigenschappen van de plas. Vervolgens kan doorgerekend worden bij welke aantallen er een risico is op overschrijding van de normen voor fecale bacteriën. De gebruikte uitgangspunten staan in tabel 2.4.

Tabel 2.4. Uitgangspunten watersysteemanalyse

parameter	waarde	bron of motivatie
periode	2004 - 2015	beschikbaarheid gegevens
OPPERVLAKKEN		
oppervlaktewater	1,8 ha	ontwerptekeningen
onverhard	1,7 ha	GIS / aannname
KENMERKEN ONVERHARD		
doorlatendheid ondergrond	0,05 m/dag	k-waarde leemlaag
kwel	0 mm/dag	kwelkaarten gemeente
maaiveldhoogte	NAP +20 m	AHN2
KENMERKEN ZWEMPLAS		
streefpeil	NAP +19 m, 1 m onder maaiveld	
gemiddelde diepte	1 m	
maximale toevoer pomp	180 m ³ /dag	vergunning
NUTRIËNTENBELASTING		
neerslag	0,006 mg P/l 1,5 mg N/l	P op basis van [ref. 4.] N op basis van [ref. 5.]
grondwaterkwaliteit	0,05 mg P/l, 3,5 mg N/l	[ref. 3.]
honden	-	geen honden toegestaan
bladval	-	geen loofbomen in de buurt van de plas
eenden	0,68 mg P/m ² / 0,99 mg N/m ² /dag	aanname, op basis van ervaringen elders [ref. 2.]
ZWEMWATERPROFIEL		
zwemwater oppervlak	0,9 ha	helft van de plas
aantal bezoekers	300 (zo mogelijk 1.000)	
aantal zwemmers	rustig moment: 1/3 van bezoekers druk moment 2/3 van bezoekers	aanname
aantal honden	-	honden worden niet toegelaten
aantal watervogels	50 vogels/ha	[ref. 2.]

3. WATERSYSTEEMANALYSE

3.1. Waterbalans

Met de balans worden waterstanden berekend en wordt berekend welke wateraanvoer nodig is voor peilbeheer. Door een langjarige periode door te rekenen, worden tevens de effecten in droge jaren doorgerekend. Bij de berekening is de waterbalans spreadsheet die door Witteveen+Bos is ontwikkeld toegepast.

3.1.1. Peilhandhaving

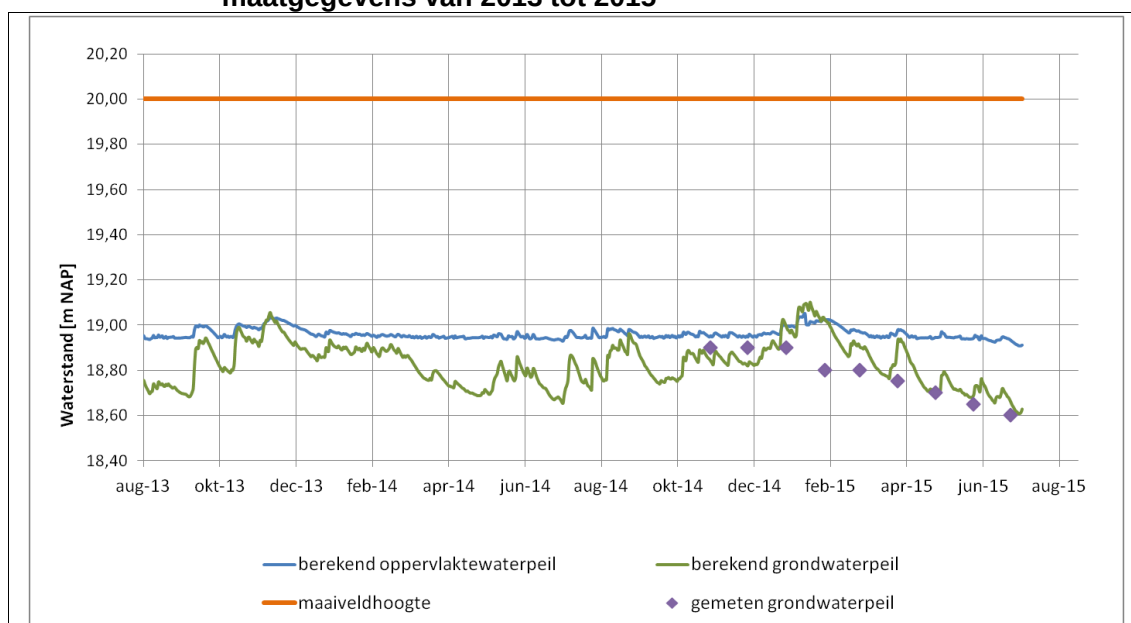
Eerste berekeningen van de waterstromen in de zwemvijver zijn gedaan met de volgende uitgangspunten:

- maximaal inlaatvolume ($7,5 \text{ m}^3/\text{uur}$) wordt benut zo gauw de waterstand 5 cm onder streefpeil komt. Hierbij is een streefpeil van NAP +19 m aangenomen;
- bij een overschrijding van de streefpeil met 5 cm wordt water afgevoerd via de overstort;
- de grondwaterstanden van het model zijn gekalibreerd op de maandelijkse grondwatermetingen tussen november '14 en juli '15 in de buurt van de toekomstige zwemplas.

Hierbij wordt dus een minimale hoeveelheid grondwater opgepompt om de waterstand te handhaven. Dit resulteert in de waterstanden zoals geïllustreerd in afbeelding 3.1. Hierin is te zien dat de grondwaterstand fluctueert tussen circa 1,30 m -mv en 0,9 m -mv. Dit komt goed overeen met de grondwaterstanden beschreven in paragraaf 2.3. De berekende grondwaterstanden liggen hoger (circa 10 cm) dan de gemeten grondwaterstanden, dit komt vanwege de infiltratie van oppervlaktewater van de zwemplas. Tijdens de metingen was de zwemplas nog niet aanwezig.

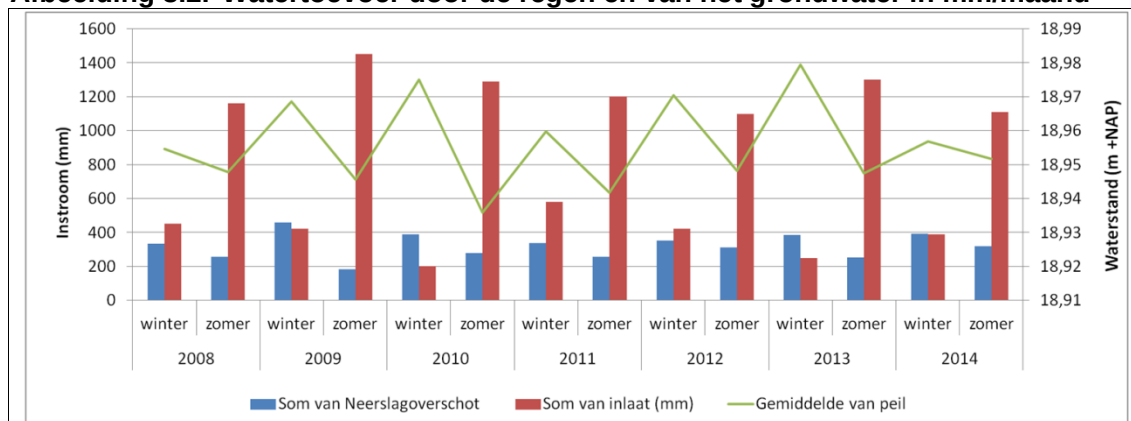
De zwemplas fluctueert in kleine mate mee met het grondwater doordat de leemlaag op de waterbodem een kleine doorlatendheid heeft. Bij een grote doorlatendheid van de waterbodem (als die grotendeels bestaat uit zand) zou de waterstand volledig het grondwater volgen.

Afbeelding 3.1. Berekende oppervlakte- en grondwaterstanden op basis van klimaatgegevens van 2013 tot 2015



In afbeelding 3.2 staat de berekende gemiddelde pompinlaat en de gemeten neerslagoverschot tussen januari 2008 en december 2014. Hierin is een duidelijk verschil te zien tussen de zomerse en winterse waterbehoefte voor peilhandhaving. De berekende gemiddelde waterstand van de plas is in de zomermaanden lager dan in de wintermaanden ondanks de extra inlaat uit het grondwater.

Afbeelding 3.2. Watertoevoer door de regen en van het grondwater in mm/maand



Hoge neerslag in de wintermaanden (oktober tot maart) laten de grondwaterstand stijgen. In deze periode is de waterstand in de zwemvijver ook het hoogst en is er weinig watertoevoer nodig. In de zomermaanden zal er veel watertoevoer nodig zijn om het peil te handhaven.

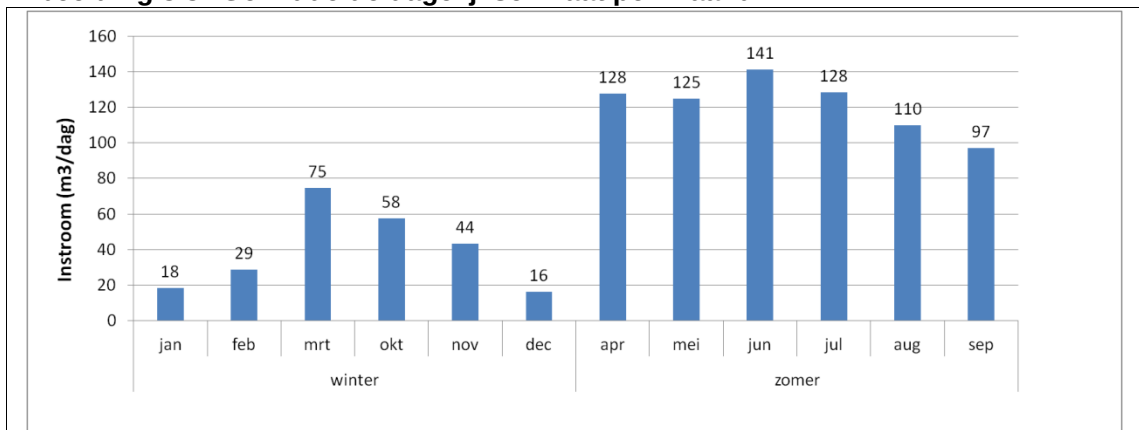
Tabel 3.1. Berekende inlaatvolumes

	winter	zomer
halfjaar	7.000 m ³	21.800 m ³
dagelijks	40 m ³ /dag	120 m ³ /dag

De berekeningen met klimaatgegevens van 2003 tot 2015 geven een gemiddeld benodigde pompvolume van 21.800 m³ per zomerhalfjaar en circa 7.000 m³ per winterhalfjaar. Gemiddeld is een dagelijkse inlaat van 40 m³/dag nodig in de wintermaanden en 120 m³/dag in de zomermaanden. Het vergunde pompvolume van 10 m³/uur (waarvan 180 m³/dag beschikbaar is voor de zwemplas) is dus ruim voldoende om de waterstand van de zwemplas en de toevoer naar het Ven te handhaven.

Met de klimaatgegevens van 2003 tot en met 2014 is een inschatting gemaakt van de gemiddelde dagelijkse inlaat die per maand nodig zal zijn voor peilhandhaving. De uitkomsten staan in afbeelding 3.3. Deze berekening gaat er overigens van uit dat er net als in de bestaande situatie sprake is van een storende leemlaag in de ondergrond.

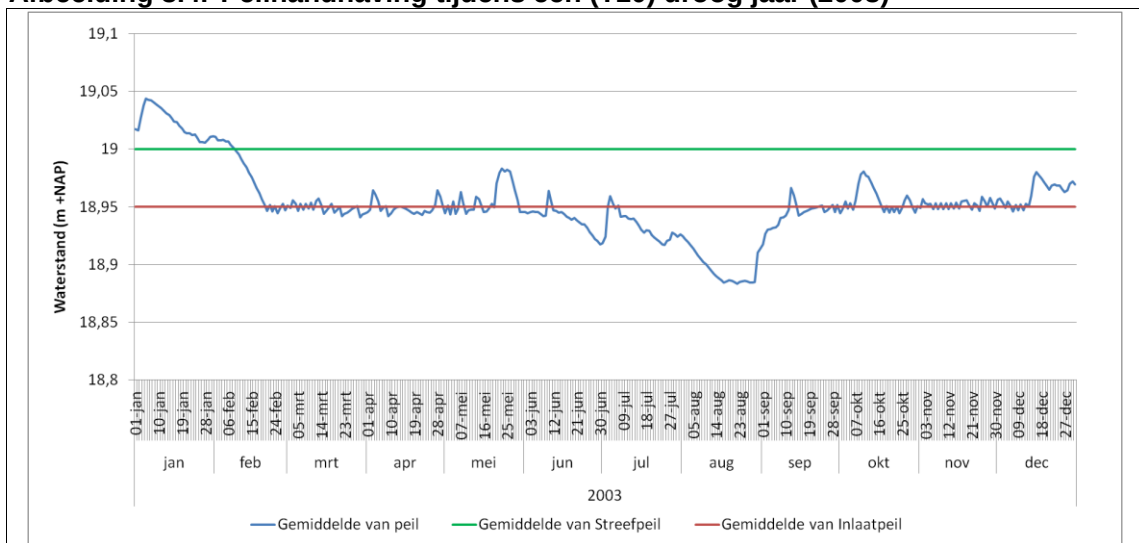
Afbeelding 3.3. Gemiddelde dagelijkse inlaat per maand



3.1.2. Peilhandhaving tijdens een droog jaar

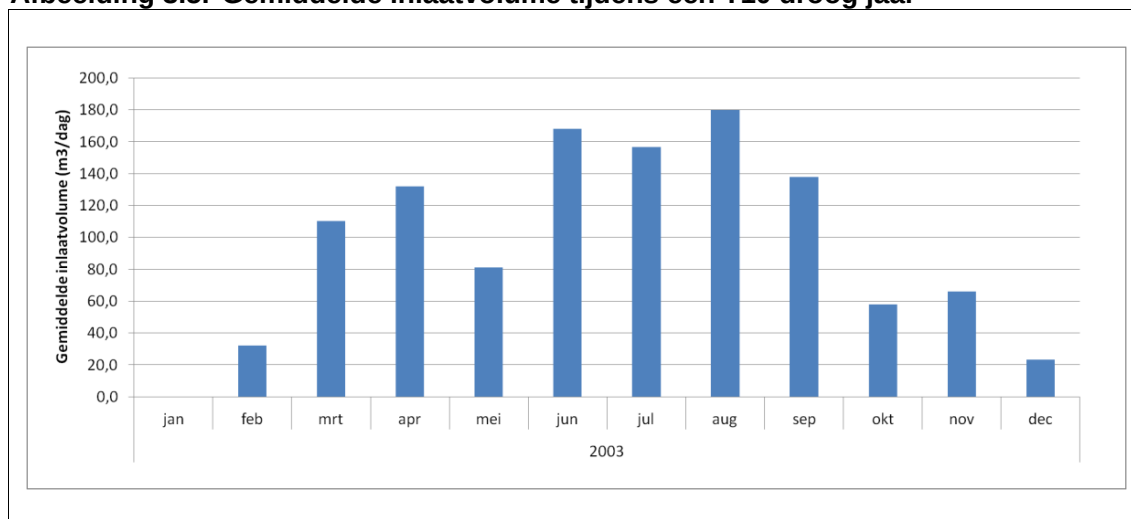
In het droge jaar 2003 liep het neerslagtekort gemiddeld in Nederland op tot 227 mm. Een dergelijke droogte komt ongeveer eens in de 10 jaar voor (KNMI). De klimaatgegevens van dit jaar zijn gebruikt om te bepalen of het peil kan worden gehandhaafd tijdens een droog jaar.

Afbeelding 3.4. Peilhandhaving tijdens een (T10) droog jaar (2003)



Afbeelding 3.4 laat zien dat ook tijdens een droog jaar de waterstand rond de inlaatpeil kan worden gehandhaafd, met een maximale verlaging in augustus van 12 cm onder streefpeil. In andere jaren zou het peil tijdens de droge maanden dichterbij of boven NAP +19 m liggen vanwege de regenwatertoevoer. De grote peilverlaging in de zomermaanden kan worden verminderd door er op te anticiperen en de waterstand voorafgaand aan een droge periode op te hogen. Afbeelding 3.5 geeft de berekende gemiddelde inlaatvolume die in een T10 droog jaar nodig zou zijn. Alleen in augustus is het maximale 180 m³/dag nodig. Door in mei en juni meer water in te laten, wordt een buffer gecreëerd voor juli en augustus.

Afbeelding 3.5. Gemiddelde inlaatvolume tijdens een T10 droog jaar



Peilhandhaving zal naar verwachting met de huidige pompcapaciteit geen probleem vormen. Van belang is echter of dit inlaatvolume voldoende verversing zal geven om de waterkwaliteit op peil te houden. Dit wordt in de volgende paragrafen besproken.

3.1.3. Verblijftijden en stroming

De zomerhalfjaargemiddelde verblijftijd van het water in de zwemplas is 112 dagen bij een hydraulische belasting van 8,9 mm/dag. Dit is erg lang. Over het algemeen worden de volgende watersystemen onderscheiden:

- **procesgestuurde systemen** met een verblijftijd van meer dan 21 dagen. Hierbij is er een risico op algenbloei, afhankelijk van de verhouding tussen de inlaat waterkwaliteit, de water(bodem)kwaliteit en de mate van verversing;
- **verblijftijdgestuurde systemen** met een verblijftijd onder de 3 dagen. Hierbij wordt het water zo snel verversd dat er geen algenbloei kan ontstaan. De waterkwaliteit hangt volledig af van het inlaatwater.

Door zo min mogelijk grondwater te gebruiken voor de peilhandhaving wordt de verblijftijd van het systeem erg hoog. Tabel 3.2 geeft aan wat er gebeurt bij een maximale verversing vanuit het grondwater (continue inlaat van 7,5 m³/uur). Uit de berekening blijkt dat verversing de verblijftijd fors omlaag kan bergen, maar het is alsnog hoog. Met een stoffenbalansberekening wordt de invloed van de verblijftijd op de waterkwaliteit bepaald (in paragraaf 3.2).

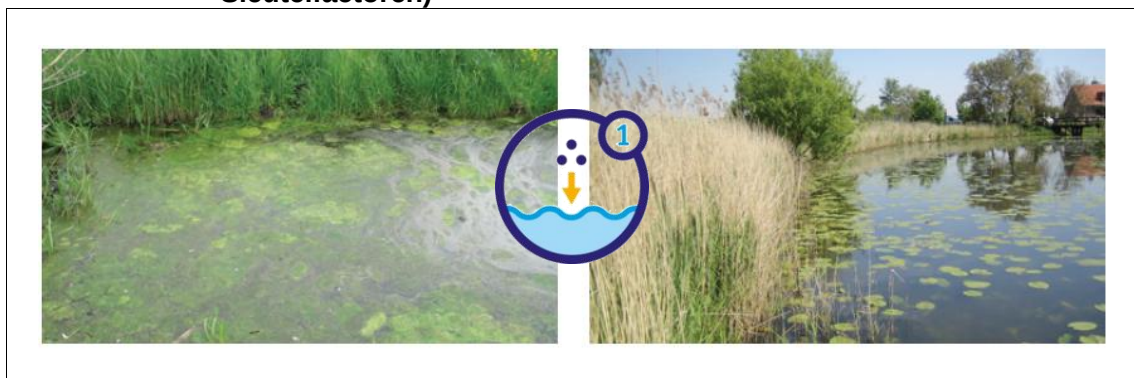
Tabel 3.2. Verblijftijd bij minimale en maximale inlaat

	hydraulische belasting (mm/dag)	verblijftijd (dagen)
minimale inlaat	8,9	112
maximaal inlaat	12,3	82

3.2. Stoffenbalans

De nutriëntenbelasting is vaak de meest bepalende factor voor de ecologische waterkwaliteit. Bij een te hoge belasting met nutriënten kan (in een procesgestuurd watersysteem) algenbloei en kroosdekken ontstaan. Daardoor kunnen waterplanten niet goed tot ontwikkeling komen. Hierbij zijn stikstof en fosfaat belangrijke parameters. De meeste wateren zijn namelijk stikstof- of fosfaat gelimiteerd, wat wil zeggen dat de groeisnelheid van (blauw)algen wordt bepaald door de hoeveelheid biologisch beschikbaar stikstof of fosfaat. De beschikbaarheid van nutriënten wordt in beeld gebracht door het vaststellen van de toevoer van buitenaf (externe belasting), bijvoorbeeld via toestromend water of nutriëntenrijk grondwater.

Afbeelding 3.6. Links dominantie door algen en kroos, rechts dominantie van ondergedoken waterplanten (bron: Stowa, Ecologische Sleutelfactoren)



Met een stoffenbalans wordt vastgesteld bij welke belasting het watersysteem overgaat in een andere toestand, bijvoorbeeld de overgang van dominantie van kroos naar dominantie van ondergedoken waterplanten (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). De zwemvijver zal worden gevoed door grondwater uit een diepte van circa 60 m. Het fosfaat- en stikstofgehalte van het grondwater is 0,05 mg P/ m²/dag en 3,5 mg N/ m²/dag [ref. 3.].

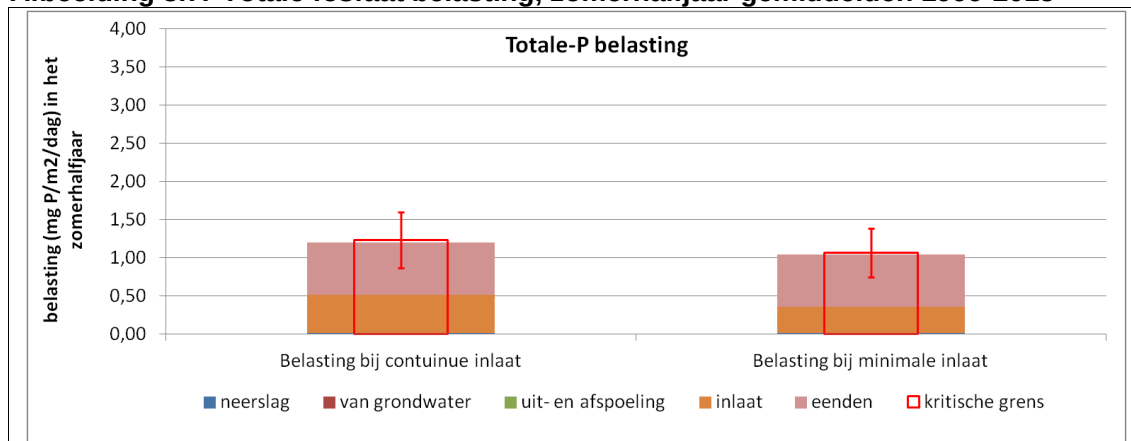
Tabel 3.3. Grondwaterkwaliteit

nutriëntgehalte	
fosfaat (P)	0,05 mg P/ m ² /dag
stikstof (N) belasting	3,5 mg N/ m ² /dag

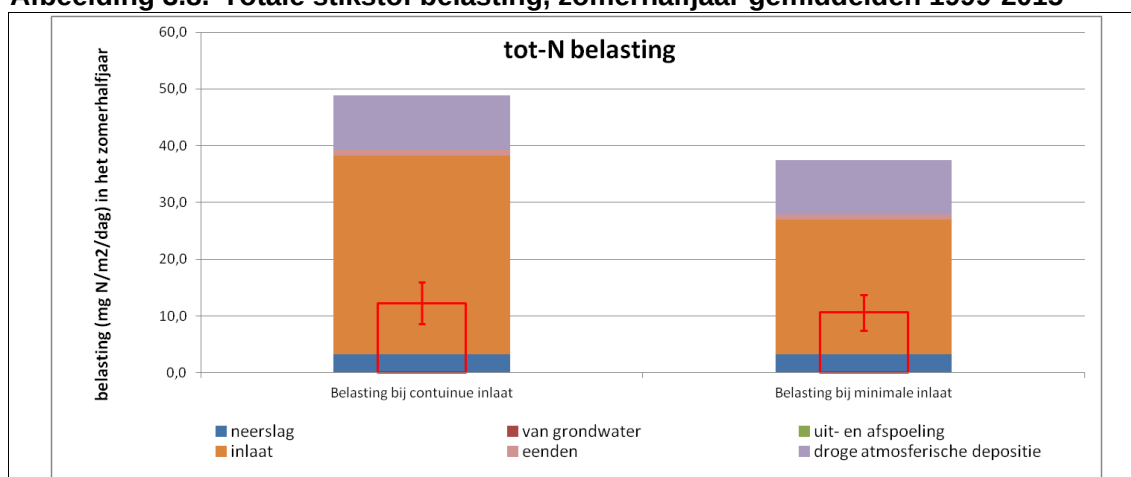
Afbeelding 3.7 geeft de resultaten voor totale-P belasting en afbeelding 3.8 voor totale-N belasting. Hierbij is uitgegaan van een gemiddelde waterdiepte van 1 m. Er zijn 2 scenario's berekend; continue inlaat en minimale inlaat. Continue inlaat houdt in dat de pomp elke dag 180 m³ grondwater de zwemvijver inpompt. Met minimale inlaat is alleen water ingelaten voor de peilhandhaving.

In de afbeeldingen is de kritische grens voor de nutriëntenbelasting in het watersysteem weergegeven. De kritische grens van een watersysteem is het omslagpunt tussen helder, algenarm water en troebel, algenrijk water. De grensconcentratie voor P en N waarden zijn berekend met het metamodel van PCDitch (beschikbaar via pbl.nl, zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).

Afbeelding 3.7. Totale fosfaat belasting, zomerhalfjaar gemiddelden 1999-2015



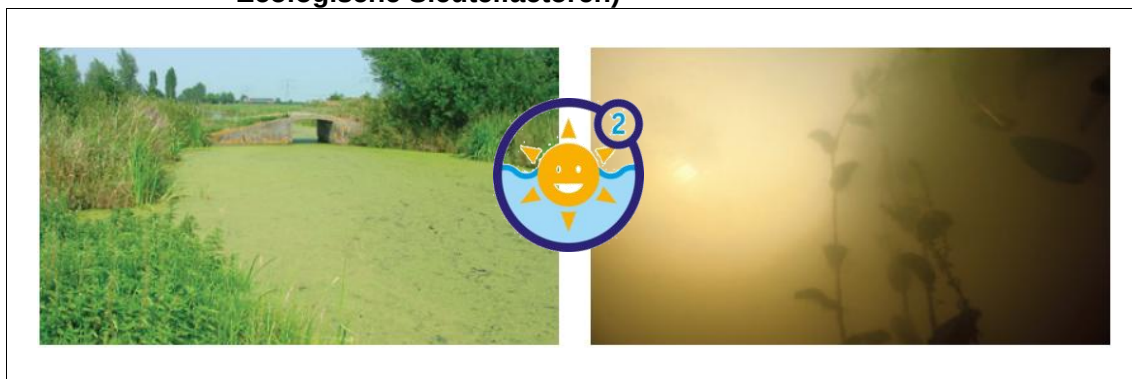
Afbeelding 3.8. Totale stikstof belasting, zomerhalfjaar gemiddelden 1999-2015



Uit de grafieken blijkt dat de externe belasting met fosfaat in de vijver op het niveau van de kritische grenzen ligt bij een gemiddelde waterdiepte van 1 m. De stikstofbelasting ligt hoger dan de kritisch grens, maar dat is vanwege de lage fosfaatbelasting geen probleem. Algen en kroos hebben stikstof en fosfaat nodig om te groeien en bij een afwezigheid van een van deze stoffen zal het de groei limiteren. In dit systeem is fosfaat de limiterende factor waardoor een evenwichtig helder systeem wordt verwacht.

Van belang is dat de waterpartij wordt aangelegd met een gemiddelde diepte van 1 m. Daarnaast moet de opwerveling van deeltjes wat leidt tot een troebel watersysteem worden voorkomen door bijvoorbeeld de waterbodem te bedekken met zand (in plaats van veen of klei). Voor de zwemplas wordt aanbevolen om in de strandzone een laag met zand aan te leggen. Doordat zand bestaat uit grote korrels, is de risico op opwerveling minder. In de zone met vegetatie is een laag met klei mogelijk. De vegetatie reduceert dan de opwerveling van kleideeltjes, doordat het de bodem vastlegt met de wortels en tevens de golven en stroming reduceert.

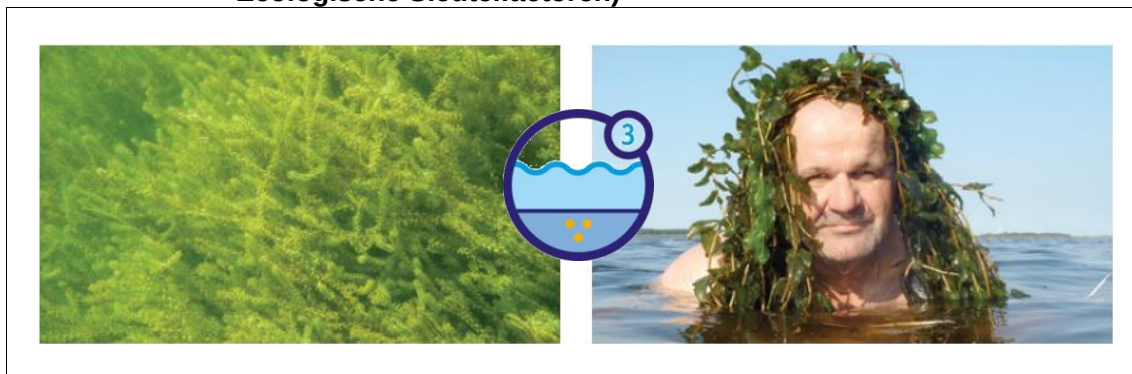
Afbeelding 3.9. Voorbeelden van een slecht lichtklimaat. Links dominantie door kroos, rechts weinig licht in troebel water (bron: Stowa, Ecologische Sleutelfactoren)



Door te zorgen voor de juiste diepte en helder water kan er genoeg licht op de bodem van de watergang doordringen en kan ondergedoken vegetatie zich goed ontwikkelen. Dat zorgt ervoor dat nutriënten gebruikt worden door ondergedoken waterplanten en niet vrij beschikbaar zijn voor algen en kroos.

Naast een juiste nutriëntenbalans van het water en een goed lichtklimaat is het van belang dat de beschikbare hoeveelheid nutriënten in de waterbodem beperkt blijft. Een belangrijke bron van nutriënten in waterbodems is de overmatige toevoer in het verleden. Van belang is dat de toplaag van de bodem nutriëntenarm is. Indien grond uit het gebied wordt benut, dan dient hier op gecontroleerd te worden.

Afbeelding 3.10. Een gezond watersysteem vraagt weinig onderhoud (bron: Stowa, Ecologische Sleutelfactoren)



Bij een juiste nutriëntenbalans van het water en de waterbodem en een goed lichtklimaat kan een soortenrijke waterplantvegetatie ontstaan. Deze toestand is een teken van hogere ecologische kwaliteit en het geeft weinig overlast, zodat er ook relatief weinig beheerinspanningen nodig zijn.

3.2.1. Risico op Blauwalgen

Blauwalgen komen van nature voor in zoet water en zijn in principe altijd aanwezig. Onder bepaalde omstandigheden kan een explosieve groei van blauwalgen optreden. Het is pas schadelijk als er teveel van is. Er ontstaat dan een groene laag op het water. Contact met

blauwalg kan leiden tot huidirritatie, zoals jeuk en rode vlekken. Als mensen of dieren het water via de mond binnen krijgen, kan dit maag- en darmklachten veroorzaken.

Blauwalgen ontwikkelen zich vooral bij hogere temperaturen en in stilstaand water dat te rijk is aan voedingsstoffen. Wanneer het water afkoelt, verdwijnen de blauwalgen en wordt het water weer helder. Om blauwalg te bestrijden is het van belang dat de fosfaatgehalte in het water beneden de kritische grens blijft. Stikstof is voor blauwalg niet van belang, de algen kunnen namelijk stikstof uit de lucht opnemen en juist domineren bij lage stikstofbelastingen.

3.3. Bacteriologische verontreinigingen

In deze paragraaf wordt de uitgevoerde zwemwaterprofielanalyse beschreven. Daarvoor is de zwemwaterprofiel Excel-sheet van de RIZA gehanteerd. Er is een basisberekening uitgevoerd waarbij de uitgangspunten zijn gebruikt die staan in tabel 2.4. Daarnaast is gekeken wat de maximale belasting mag zijn (maximaal aantal zwemmers).

De uitslag van de basisberekening staat in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..** He-
laas is, vanwege een fout in de Excel-sheet, niets te zeggen over het gevaar van 'zwem-
mers op een kluitje'. De andere uitslagen zijn wel bruikbaar. De uitslag laat zien dat er al-
leen een geringe invloed is op de waterkwaliteit door het aantal dieren (honden) op het
strand. Er is ervan uitgegaan dat 5 % van de bezoekers een hond heeft.

In tabel 3.5. is aangegeven bij welke belasting de waterkwaliteit een geringe invloed begint te ondervinden.

**Tabel 3.4. Belasting waarbij de waterkwaliteit een geringe invloed begint te onder-
vinden**

aantal	geringe invloed op de zwemwaterkwaliteit door E. coli tussen 200 en 500KVE/100ml	geringe invloed op de zwemwater- kwaliteit door intestinale entero- kokken (IE) tussen 100 en 200KVE/100ml
zwemmers verspreid over 9.000 m ² (1/2 zwemplas)	2.500	2.200
zwemmers verspreid over 4.500 m ² (1/4 zwemplas)	1.500	1.300
zwemmers verspreid over 2.000 m ² , gemiddeld 0,4 m diep	350	250
honden binnen zwem- zone/zwemstrand	55	25
watervogels binnen zwemzone/ zwemstrand	300	200

Aan de noordzijde van de plas komt een ondiep speelgebied waar een grote kans is op 'zwemmers op een kluitje'. Daarom is nog een extra berekening uitgevoerd waarbij is uitgegaan van een kleiner gebied (0,2 ha) met gemiddelde diepte van 0,4 m. Het maximaal aantal zwemmers in een dergelijk gebied staat aangegeven in de derde rij van tabel 3.4.

De uitslagen van het bacteriologisch onderzoek zijn voor de realisatie van de ontwikkeling positief. RCN De Flaasbloem verwacht maximaal circa 300 bezoekers van het recreatieter-

rein bij de zwemplas. Volgens de berekeningen kan dit aantal mensen zonder gevaar zwemmen in de plas. RCN De Flaasbloem was ook benieuwd naar de mogelijkheid om de zwembad open te stellen voor ander publiek en verwacht hierbij circa 1.000 bezoekers. Uitgaande van het feit dat niet alle bezoekers zullen gaan zwemmen, is dit aantal bezoekers toelaatbaar. Aanbevolen wordt om bij het waterschap te verifiëren wat de ervaringen zijn met het aantal zwemmers en de hygiëne/waterkwaliteit elders bij soortgelijke zwemplassen.

3.3.1. Risico op Botulisme

Botulisme is een besmettelijke vorm van voedselvergiftiging waaraan vooral watervogels en vissen sterven. De bacterie die botulisme veroorzaakt, kan zich snel vermenigvuldigen als er dode vogels of vissen in het water liggen, of wanneer het water boven de 20 °C komt.

Om botulisme te voorkomen, is het van belang dat het aantal bezoekers, honden en watervogels wordt beperkt tot de hiervoor genoemde aantallen. Dit garandeert het wegblijven van botulisme niet volledig. Om het risico te minimaliseren, kunnen verdere maatregelen worden getroffen die staan beschreven in hoofdstuk 4.

4. ONTWERP EN BEHEER VOOR EEN GEZOND WATERSYSTEEM

Om de waterkwaliteit van de zwemvijver De Flaasbloem te garanderen, moeten een aantal voorwaarden voor het ontwerp en beheer worden aangehouden. Deze worden in dit hoofdstuk kort beschreven.

Afbeelding 4.1. 3 sleutelfactoren voor een gezond watersysteem (Stowa)



Het doel is om de juiste nutriëntenbalans van het water en de waterbodem en een goed lichtklimaat te creëren zodat een robuust watersysteem kan ontstaan. Deze toestand is een teken van hogere (ecologische) kwaliteit en het geeft weinig overlast, zodat er ook relatief weinig beheerinspanningen nodig zijn.

4.1. Peilhandhaving

Uitgangspunt is dat er een storende leemlaag in de bodem wordt gehandhaafd/aangebracht, omdat anders het peil niet goed gehandhaafd kan worden. Uit berekeningen is gebleken dat de watertoevoer van maximaal 7,5 m³/uur voldoende is om de vijver op het gewenste peil te houden. 7,5 m³/uur is het deel van het vergunde pomp debiet (10 m³/uur) die bestemd is voor de zwemplas. In de praktijk zal het betekenen dat het maximale debiet een aantal uur per dag de zwemplas in zal lopen en een aantal uur per dag het Ven zal voeden. Omdat de peilhandhaving van de zwemplas belangrijk is, zou de pomp kunnen worden gestuurd door de waterstand in de zwemplas. Als deze onder een bepaald niveau komt, moet de pomp het water de zwemplas inlaten tot deze weer op peil is.

Door klimaatverandering zullen extremere weersomstandigheden zich gaan voordoen. Dit betekent ook dat er langere droge perioden zullen voorkomen in de zomermaanden. Om te zorgen dat de waterstand niet te ver zakt, wordt geadviseerd om in de maanden mei en juni de waterstand met een aantal cm op te zetten. Zo wordt er een buffer gecreëerd voor de droogste maanden.

4.2. Waterdiepte

Diepte is een belangrijke factor die onder meer bepaalt hoeveel licht er tot op de bodem kan doordringen voor plantengroei. De kritische belasting neemt af bij toenemende diepte. Uit de berekeningen is gebleken dat een maximale (gemiddelde) waterdiepte van 1,0 m gewenst is.

Geadviseerd wordt een deel van de plas aan te leggen als plantenrijke zone met een helling van 1:10 en een diepte van 0,2 tot 0,4 m (ideale diepte voor plantengroei). Plantenrijke zones in een plas spelen een belangrijke rol in de nutriëntenkringloop, met name bij de stikstofverwijdering en sedimentatie van zwevende deeltjes. De kritische belasting neemt toe bij een groter aandeel plantenrijke zone.

Daarnaast zal er een zwemdeel worden gecreëerd met een diepte van 1,5 tot 2 m. Dit is in ecologisch oogpunt ook voordelig omdat vissen deze waterdiepte nodig hebben om de winter te overleven.

4.3. Waterverversing

Het wordt geadviseerd om (vooral tijdens de zomermaanden) iedere dag een aantal uur water de vijver in te laten. Dit zal de temperatuur van het water verlagen (door aanvulling met koud grondwater), zorgen voor stroming en menging van het water en zorgen voor een kortere verblijftijd van het water in de plas. Een kortere verblijftijd geeft een hogere kritische belasting en een robuuster watersysteem.

4.4. Waterbodem

De bodem op locatie van de zwemplas bestaat voornamelijk uit fijn zand, met tussen circa 1,5 tot 2 m onder maaiveld het begin van de leemlaag. De dikte van de leemlaag zal wat variëren, maar verwacht wordt dat de laag circa 1 m dik is. Ondanks het advies om de zwemplas gemiddeld 1,0 m diep te maken, zal de plas in bepaalde delen ook dieper zijn om zwemmen mogelijk te maken. Het waterpeil zal op circa 1 m onder maaiveld liggen waardoor de delen van de zwemplas die dieper zijn dan 0,5 m al mogelijk een lemige waterbodem zullen hebben. De waterbodem van de zwemplas zal dus op sommige plekken bestaan uit leem en andere plekken uit zand.

Zoals al eerder aangegeven, wordt het geadviseerd een dekkende leemlaag van 30 cm dikte aan te brengen op de waterbodem. Het handhaven van een aaneengesloten leemlaag is belangrijk, omdat hiermee voorkomen wordt dat er anders veel water vanuit de plas naar het grondwater infiltreert. De leemlaag op de bodem zorgt voor minder waterverlies naar en uitwisseling met het grondwater. Het is belangrijk dat zand bovenop de leemlaag wordt gestort in de zwem- en strandzone, omdat zand zorgt voor minder opwerveling wat positief is voor het doorzicht en de waterkwaliteit. In de vegetatiezone kan klei toegepast worden. De wortels leggen de bodem vast en de vegetatie zorgt voor vermindering van golven en stroming en zorgen hierdoor voor beperking van de opwerveling.

4.5. Omgevingsbeplanting

Vanwege bladval en schaduw is het van belang dat er geen loofbomen te dicht bij de zwemvijver staan. Er mag niet te veel blad in het water terecht komen omdat het blad een negatief effect kan hebben op de nutriëntenbalans en lichtinval in het water. Als er toch bomen langs de vijver gewenst zijn, zijn naaldbomen te gebruiken in plaats van bladrijke loofbomen. Als vuistregel kan worden aangehouden dat loofbomen op een afstand van tweemaal de boomhoogte van de vijver moet staan.

4.6. Handhaving

De stoffenbalans en het bacteriologische onderzoek laten allebei zien dat dieren een grote invloed kunnen hebben op de waterkwaliteit. Zorg daarom voor een strenge handhaving. Laat geen of een beperkt aantal honden toe bij de zwemplas en verbiedt het voeren van de watervogels. Daarnaast is het belangrijk dat het strand schoon blijft.

4.7. Waterplanten ter verwijdering van nutriënten

Grote delen van de plas kunnen worden ingericht voor waterplanten door het ondiep te maken (circa 0,4 m) en door het talud zo flauw mogelijk te laten oplopen. Het talud van na-

tuurvriendelijke oevers varieert globaal van 1:2 tot 1:20, maar kan ook nog veel flauwer zijn bij voldoende ruimte. Net als algen maken waterplanten gebruik van voedingsstoffen als stikstof en fosfaat. Hierdoor zijn waterplanten een concurrent voor (blauw)algen. Voldoende waterplanten zal een mogelijke (blauw)algenbloei vertragen of voorkomen. Minder (blauw)algen zal het doorzicht in een plas verbeteren. Naast dat waterplanten concurreren om voedingsstoffen zorgen ze voor het invangen van zwevend materiaal wat de helderheid in wateren extra ten goede komt.

In een gezond watersysteem zal vanzelf vegetatie gaan ontwikkelen, maar dit zal even duren. Om dit proces te versnellen, wordt geadviseerd gelijk bij aanleg van de zwemplas riet aan te planten. Hiervoor kunnen stekken uit omliggende (schone) vennen worden gehaald.

4.8. Sproeiers ter voorkoming algengroei en botulisme

In het noorden van de plas worden speeltoestellen neergezet en worden zwemmers op een kluitje verwacht. Om te zorgen voor voldoende verversing van het water kan gedacht worden aan een sproeier, dat gecombineerd wordt met een recreatief toestel (zodat het water mengt en in beweging is).

5. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

Recreatieterrein de Flaasbloem in Alphen-Chaam is voornemens een zwemplas van 1,8 ha te realiseren. De plas zal worden gebruikt door de bezoekers van de camping en het bungalowpark. Om het peil te handhaven, zal de plas gevoed worden met grond- en regenwater. Een haalbaarheidsonderzoek voor de nieuwe plas is uitgevoerd met een analyse van de waterbalans, stoffenbalans en bacteriologische verontreinigingen. De belangrijkste conclusie van het onderzoek naar de waterbalans is dat het vergunde pompvolume ($10 \text{ m}^3/\text{uur}$) voldoende zal zijn voor peilhandhaving van het Ven en de nieuwe zwemplas.

Het is van belang dat er in de zwemplas voldoende doorzicht is en het is van belang om gezondheidsrisico's door blauwalgenbloei te voorkomen. Verder is het van belang dat volksgezondheidsrisico's door bacteriologische verontreinigingen wordt voorkomen. Met behulp van een fosfaatbalans is bepaald op welke wijze overmatige algengroei kan worden voorkomen. Daarbij zijn de inlaatvolume en het waterpeil belangrijke variabelen.

Het inlaatvolume mag wat betreft de waterkwaliteit variëren, omdat de nutriëntenconcentraties van het inlaatwater laag is. Het advies is om met minimale inlaat het peil van de zwemplas te handhaven waarbij de pomp dagelijks wel enkele uren aanstaat voor verversing. Het oppompen van het diepe, koude grondwater kan in de zwemperiode laag worden gehouden om de temperatuur aangenaam te houden. In te warme periodes, wanneer het risico op blauwalg en botulisme aanwezig is kan er juist veel koud grondwater worden ingelaten om de temperatuur omlaag te brengen.

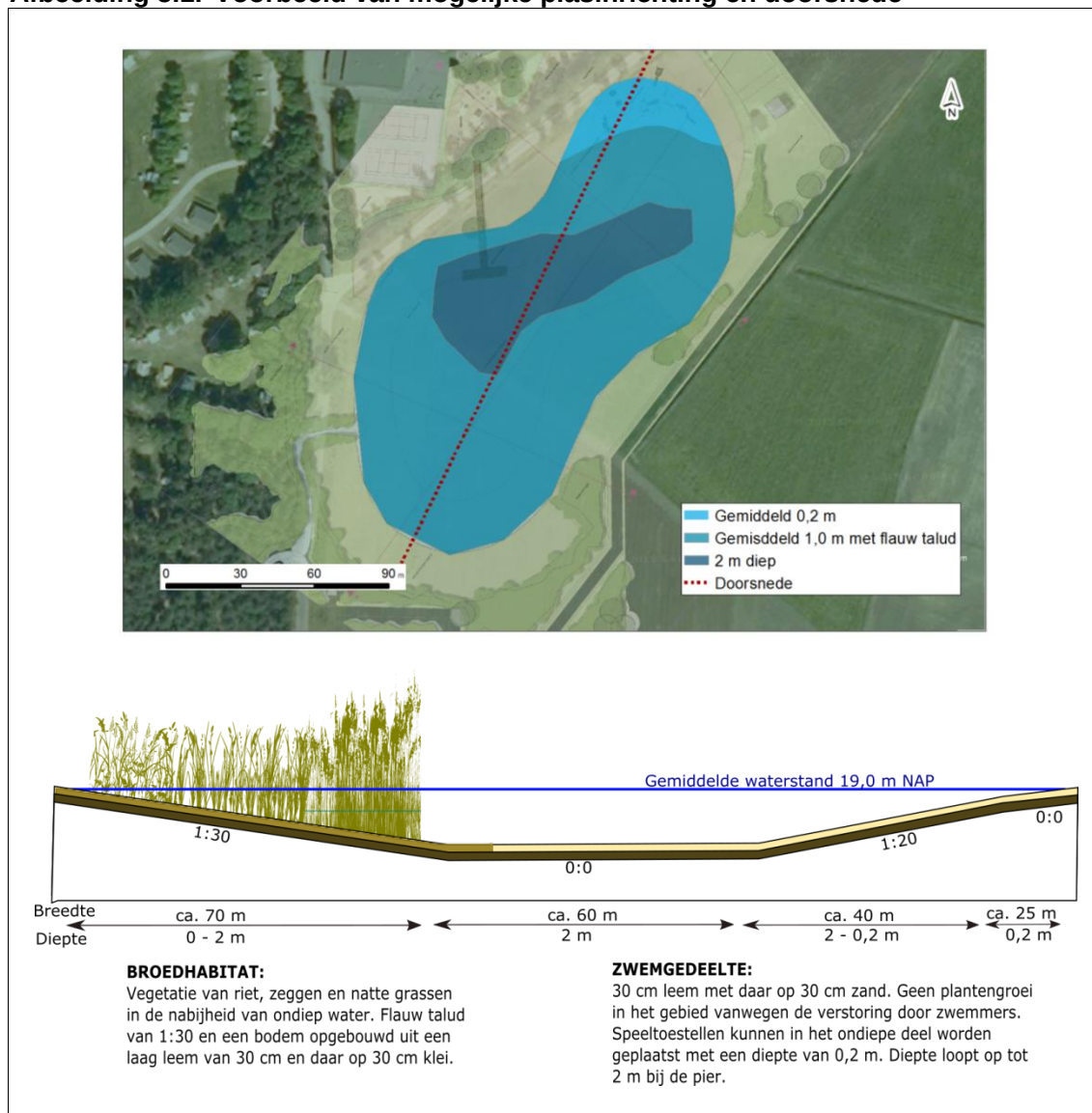
Het inlaatwater is afkomstig uit grote diepte (circa 60 m) waardoor verwacht wordt dat het water een lage nutriëntenconcentratie heeft. Dit is ook gebleken uit de eenmalige waterkwaliteitsmeting die is uitgevoerd door De Flaasbloem. Aanbevolen wordt om nog enkele aanvullende metingen uit te voeren, om te verifiëren dat de fosfaatconcentratie laag is.

Uit de stoffenbalans en bacteriologisch onderzoek zijn een aantal ontwerp- en onderhoudsadviezen naar voren gekomen om de waterkwaliteit te kunnen garanderen. Het advies is om:

- een peilgestuurd inlaatsysteem aan te leggen;
- grote delen in het water met ondiepe zones aan te leggen, zodat de waterdiepte gemiddeld rond 1,0 m ligt. Ondiepe zones en flauwe taluds creëren vestigingskansen voor waterplanten;
- een zwemdeel creëren met een diepte van 1,5 tot 2 m. Deze diepte is ook van groot belang voor de overleving van vissen in de winter;
- de bodem af te dichten met een laag leem (30 cm) met in het zwemgedeelte een laag zand (30 cm) daar bovenop. In de vegetatiezone kan klei (30 cm) toegepast worden. Als het zand en de klei voor op de bodem van de plas grond uit eigen gebied is, moet worden gemeten of het nutriëntenarm is en niet nalevert;
- gelijk bij aanleg van de zwemplas riet aanplanten. Hiervoor kunnen stekken uit omliggende (schone) vennen worden gehaald;
- de waterstand met een aantal cm opzetten in de lente. Zo wordt er een buffer gecreëerd voor de droge zomermaanden;
- het aanbrengen van een sproeier zodat het water in beweging blijft;
- alle loofbomen moeten op een afstand van tweemaal de boomhoogte van de vijver staan;
- het gebied schoon te houden. Vuil moet snel worden opgeruimd en honden niet toegelaten in de buurt van het water of op het strand. Om de watervogelpopulatie laag te houden, is het voeren van de vogels verboden.

Hieronder is een schets van hoe een dwarsprofiel eruit zou kunnen zien.

Afbeelding 5.1. Voorbeeld van mogelijke plasinrichting en doorsnede

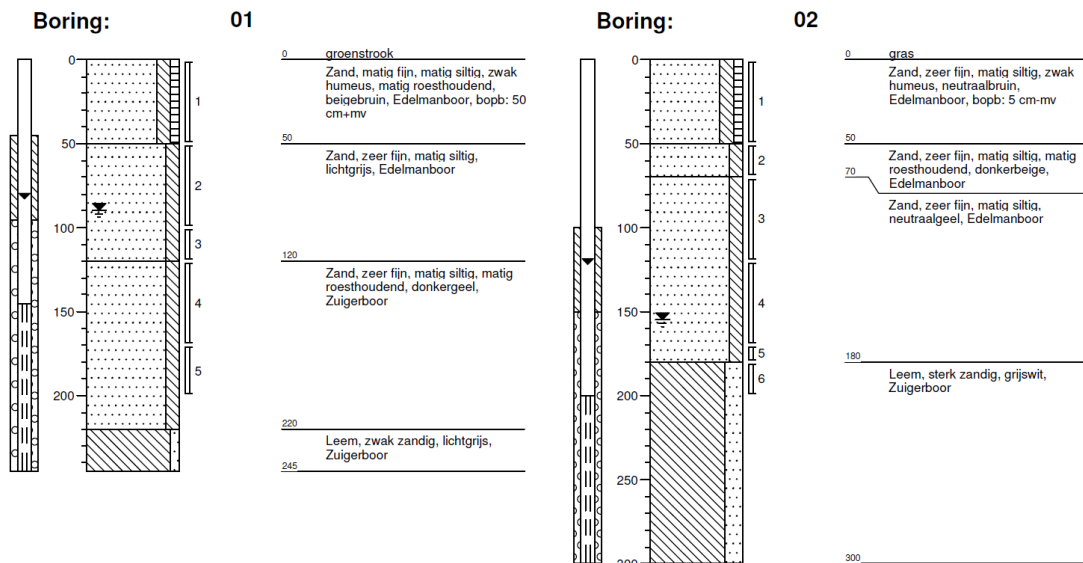
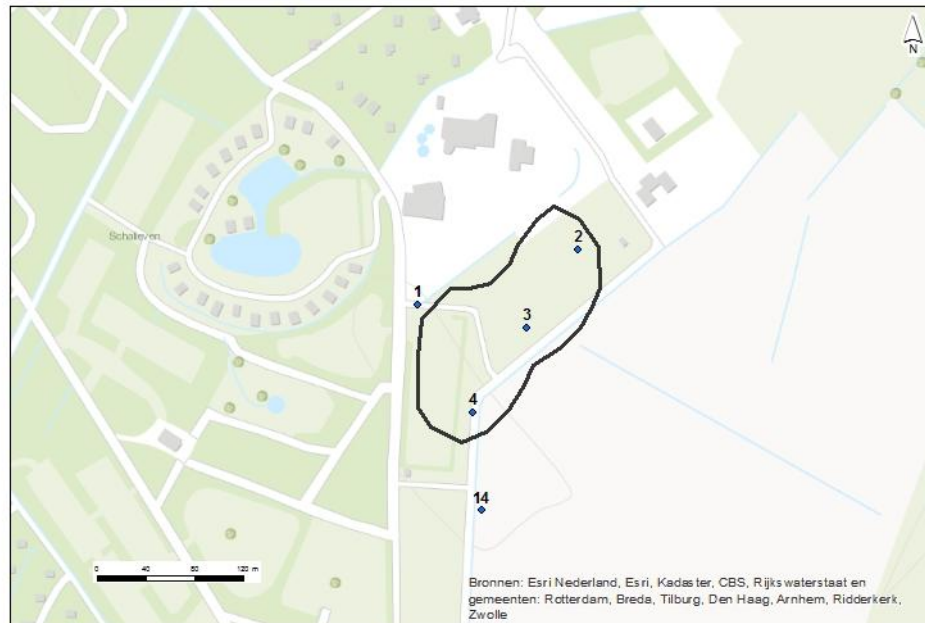


REFERENTIES

1. Econsultancy (2015) Verkennend bodemonderzoek zwemplas 'RCN de Flaasbloem' te Chaam in de gemeente Alphen-Chaam. Auteur: Ir. F.F.J.M. Top. In opdracht van: Rho adviseurs voor leefruimte.
2. Houtum van, M. (2012) The development of standardized index values for urban water nutrient balances. Thesis onderzoek voor Witteveen+Bos en Radboud Universiteit Nijmegen.
3. KBBL Wijhe B.V. (2015) Grondwateranalyse op 23/09/2015, De Flaasbloem.
4. Milieu- en Natuurplanbureau (2007) De depositie van fosfaat in Nederland.
5. RIVM (2001) Landelijk meetnet regenwatersamenstelling, Rapport 723101 056.

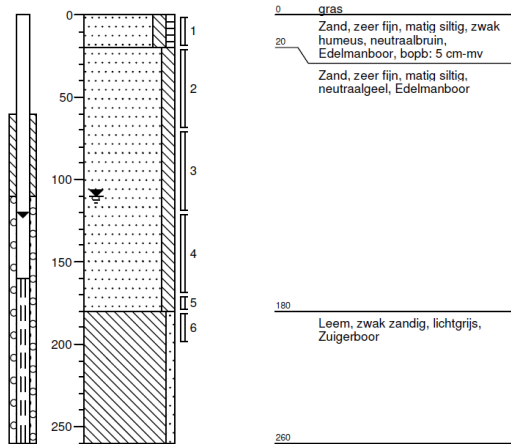
BIJLAGE I BOORPROFIELEN

Afbeelding I.1. Locatie van de boringen



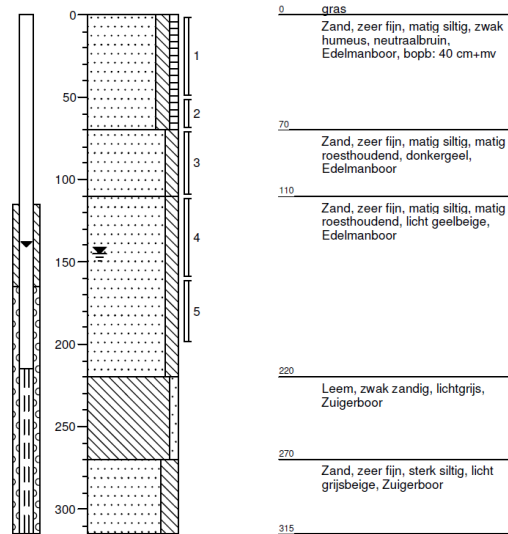
Boring:

03



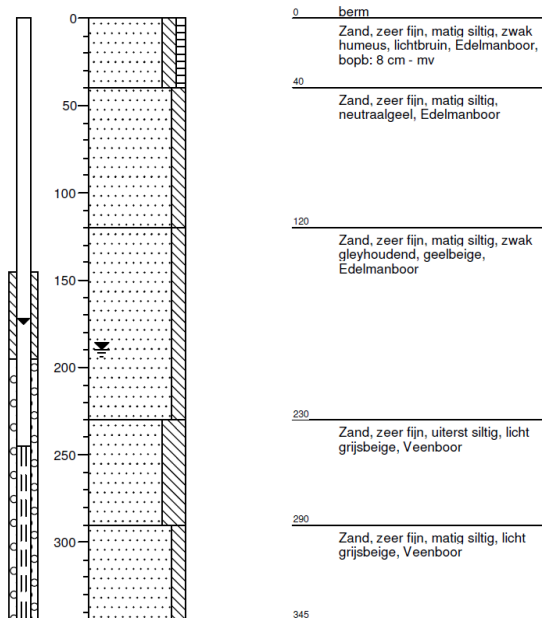
Boring:

04



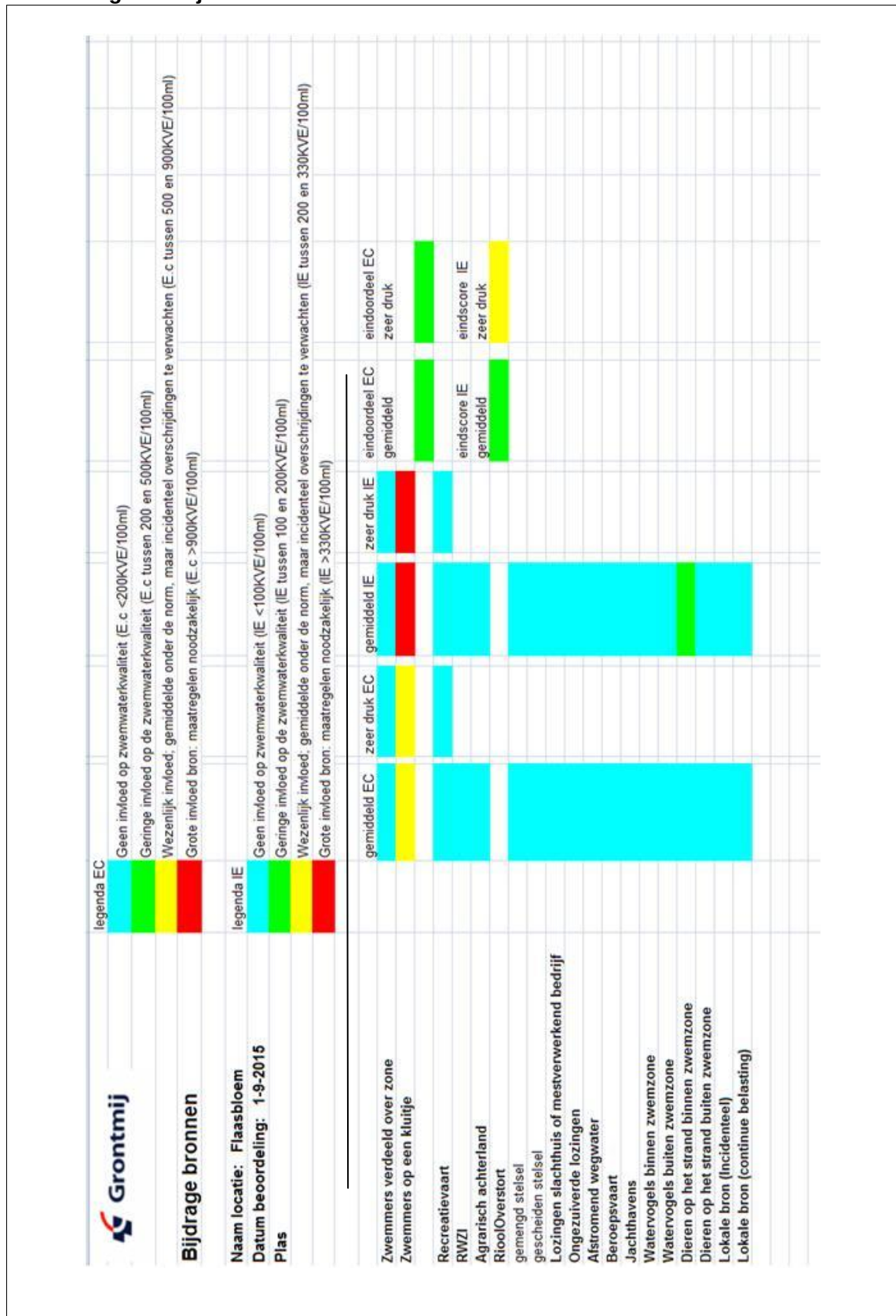
Boring:

14A



BIJLAGE II UITSLAG ZWEMWATERPROFIELEN

Afbeelding II.1. Bij maximaal 1.000 bezoekers



BIJLAGE III BESCHRIJVING ECOLOGISCH MODEL PCDITCH

In de watersysteemanalyse is gewerkt volgens de Ecologische Sleutelfactoren Methodiek. Over deze methodiek is recent een STOWA publicatie uitgebracht. Deze kan hier worden gedownload: http://stowa.nl/upload/publicatie2014/2014-19_site.pdf.

III.1. Doel van het model

PCDitch is een computermodel voor de beschrijving en voorspelling van de (ongewenste) neveneffecten van eutrofiëring op de kwaliteit van het water en van aquatische ecosystemen. PCDitch richt zich op het watertype grachten: ondiepe, smalle, (semi-)stagnante wateren en is ontwikkeld met 2 doelen:

1. het bepalen van de nutriëntenbelasting waarbij een omslag optreedt van een dominantie van ondergedoken waterplanten naar een gesloten kroosdek en/of flab;
2. het voorspellen van de nutriëntengehalten in het water, met het oog op de beïnvloeding van benedenstrooms gelegen wateren.

Verder kunnen ook beheersopties zoals baggeren/verdiepen en schonen worden geëvalueerd. PCDitch is ontwikkeld door het RIVM en staat qua systematiek dicht bij het model PCLake dat voor meren is ontwikkeld. Hieronder zijn de belangrijkste kenmerken van het model samengevat. Voor meer gedetailleerde informatie wordt verwezen naar de literatuur.

III.2. Opbouw en processen

PCDitch is een functioneel model van een grachtecosysteem. Het beschrijft dynamisch de nutriëntenhuishouding in een gracht, met inbegrip van de sedimenttoplaag en de vegetatie, en de competitie tussen algen en verschillende groepen waterplanten op functioneel niveau: ondergedoken, drijvende en emerse planten. De onderlinge samenhang is schematisch weergegeven in afbeelding III.1.

Voor elke soortgroep worden de groei, nutriëntenopname, respiratie en afsterving door het model beschreven. De groei is behalve van nutriënten ook afhankelijk van temperatuur en licht, en van de al aanwezige biomassa. Via deze factoren kunnen de plantengroepen elkaar beïnvloeden. Verder zijn abiotische en microbiologische processen in water en sediment beschreven, zoals adsorptie, bezinking, mineralisatie en (de)nitrificatie. De stoffenbalansen van stikstof en fosfaat zijn kloppend.

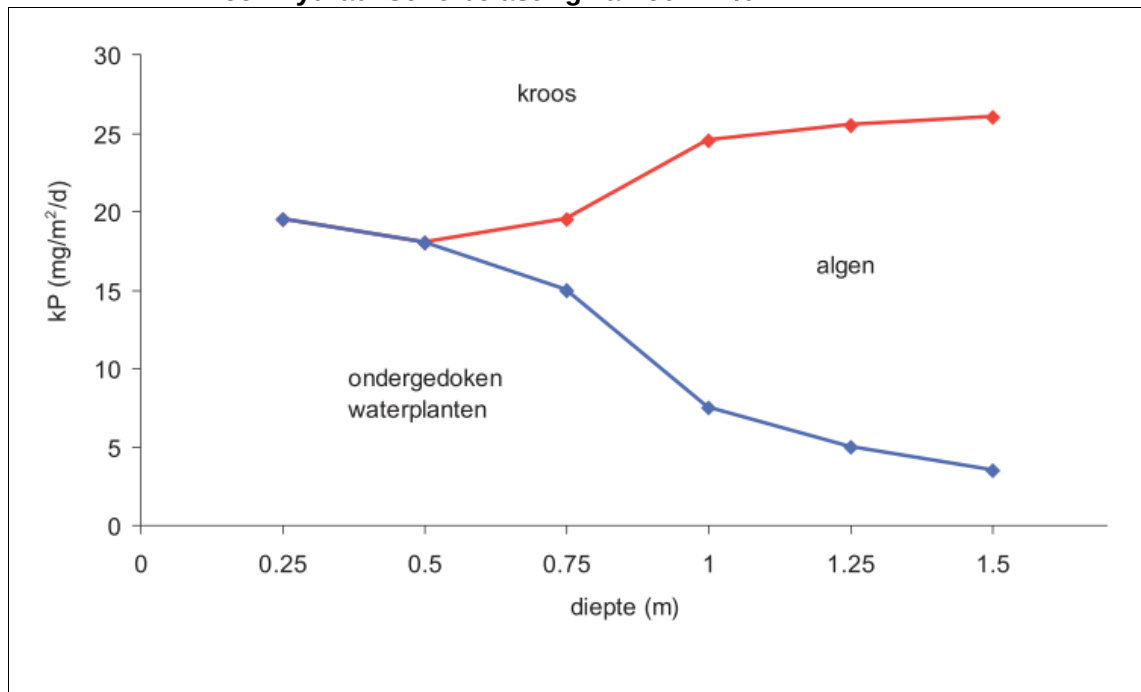
The diagram illustrates the nutrient cycles in a freshwater ecosystem, divided into three main layers: Lucht (Air), Water, and Sediment.

- Lucht (Air):** Contains 'Lucht' and 'O₂'. Processes include 'reëratie' (re-aeration) and 'belasting' (loading).
- Water:** Contains 'Water', 'O₂', 'P, N', 'kroos' (algae), 'algen' (algae), 'detritus', 'niet wortelend' (non-rooted), 'wortelend' (rooted), 'kranswieren' (filamentous algae), 'nymphaeïden' (Nymphaeaceae), and 'helophyten' (helophytes). Processes include 'productie' (production), 'opname' (uptake), 'mineralisatie' (mineralization), 'afsterving' (death), 'diffusie' (diffusion), 'toevoer' (input), 'zuurstofvraag' (oxygen demand), and 'uitstroom' (output).
- Sediment:** Contains 'Sediment', 'anorganisch materiaal' (inorganic material), 'organisch materiaal' (organic material), 'P, N', and 'denitrificatie' (denitrification). Processes include 'bezinking' (settling), 'mineralisatie' (mineralization), 'denitrificatie' (denitrification), 'opname' (uptake), 'afsterving' (death), 'sorptie' (adsorption), 'begraving' (burial), and 'infiltratie/kwel' (infiltration/leakage).

The diagram shows the flow of nutrients (P, N) and organic/inorganic materials between these layers, highlighting the role of various organisms and physical processes in the ecosystem.

Er is ook een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd naar de invloed van variatie in modelparameters; belangrijke parameters zijn o.a. de maximale groeisnelheden van de planten. Debiet- en nutriëntenbelasting naar het oppervlaktewater worden mede bepaald door de grachtendichtheid in een gebied en komen van externe modellen. De databeschikbaarheid voor de opbouw van die modellen en de mate waarin de water- en stoffenbalans gekalibreerd kunnen worden is vanzelfsprekend mede bepalend voor de betrouwbaarheid van de PCDitch uitkomsten.

Afbeelding III.2. Voorbeeld van berekende kritische belasting voor kleigrachten bij een hydraulische belasting van 50 mm/d



III.6. Overlap PCDitch en PCLake

Witteveen+Bos heeft ondertussen veel ervaring opgedaan met toepassing van zowel PCDitch als PCLake. Vaak wordt de vraag gesteld waar de grens ligt voor toepassing van een van de modellen. Uit een vergelijkende analyse blijkt dat er bij een waterbreedte van ongeveer 300 m (van invloed op golfwerking door wind) en een diepte rond 1 m een sterke overlap bestaat tussen de modeluitkomst van beide modellen. In dat geval maakt de keuze voor een van beide modellen dus niet zoveel uit.