

HANDLEIDING WEBAPPLICATIE AQMAD

➤ WATERPLANTEN,
DIATOMEËN,
MACROFAUNA
EN VIS



2019

06



stowa

HANDLEIDING WEBAPPLICATIE AQMAD

➤ WATERPLANTEN,
DIATOMEËN,
MACROFAUNA
EN VIS



INHOUDSOPGAVE

H1	INLEIDING	4
1.1	Aanleiding	5
1.2	Ontwikkeling van AqMaD	6
1.3	Leeswijzer	7
H2	REKENMETHODE VAN AQMAD	8
2.1	Algemeen	9
2.2	Van soortensamenstelling naar berekend abiotisch milieu	10
2.3	Vergelijking tussen huidig en gewenste milieu	10
H3	BESCHRIJVING VAN LANDELIJKE DATASETS	12
3.1	Beschikbare datasets	13
3.2	Waterplanten	13
3.2.1	Opbouw dataset milieupreferenties	13
3.2.2	Validatie	13
3.3	Diatomeeën	15
3.3.1	Opbouw dataset milieupreferenties	15
3.3.2	Validatie	15
3.4	Macrofauna	18
3.4.1	Opbouw dataset	18
3.4.2	Validatie	21
3.5	Vis	21
3.5.1	Opbouw dataset	21
3.5.2	Validatie	23
H4	GEBRUIKERSHANDLEIDING	24
4.1	Opstarten	25
4.2	Oriënteren	25
4.3	Data inlezen	26
4.4	Soortgroep kiezen	27
4.5	Presentatie resultaten voor stilstaand of stromend water	27
4.6	Invoer van huidige opnames	28
4.7	Invoer van gewenste (referentie) soortensamenstelling	30

4.8	Abiotiek bekijken	32
4.9	Diagnose: Z-waardes bekijken	35
H5	RANDVOORWAARDEN TOEPASSING AQMAD	44
5.1	Opbouw en kwaliteit van datasets	45
5.2	Verschillen in preferenties tussen regio's en watertypen	46
5.3	Causale relaties niet bekend	46
5.4	Naijlen	47
5.5	Rekenmethode	47
H6	LITERATUURLIJST	50
	BIJLAGE I	
	BEREKENINGSMETHODIEK AQMAD	54
Ad. 1.	Controle van de naamgeving van soorten	55
Ad. 2.	Beschrijving basisgegevens per soortgroep	55
Ad. 3.	Rekenmethode Abiotiek	60
Ad. 4.	Rekenmethode statistiek	65
	STOWA IN HET KORT	68
	COLOFON	70

H1 INLEIDING



Biologische waterbeoordeling maakt gebruik van het principe dat iedere planten- of diersoort specifieke eisen stelt aan zijn omgeving, bijvoorbeeld aan de helderheid van het water, watertemperatuur, de hoeveelheid licht op de bodem en de beschikbaarheid van zuurstof. Dergelijke eisen aan het milieu worden de habitat- en milieupreferenties van soorten genoemd (Verberk *et al.*, 2012). Deze preferenties geven een indicatie voor milieuomstandigheden. Zo zijn uitgestrekte kroosdekken van Grote kroosvaren indicatief voor beschutte, nutriëntenrijke wateren, terwijl kranswiersoorten kenmerkend zijn voor voedselarme tot matig voedselrijke, heldere wateren. Op soortgelijke wijze kan de samenstelling van de macrofauna of visstand inzicht geven in de stroomsnelheid van het water, de zuurstofhuishouding en het substraat.

De ontwikkeling van biologische waterbeoordeling heeft een lange historie (Tolkamp & Gardeniers, 1988; Franken, 2006). Al aan het begin van de twintigste eeuw ontwikkelden Kolkwitz & Marsson (1902, 1908, 1909) een beoordelingssysteem voor macrofauna, dat gebaseerd was op de effecten van puntlozingen van gemakkelijk afbreekbare organische stoffen. Parallel aan dit spoor werden ook beoordelingssystemen ontwikkeld voor verschillen in trofie-niveau. Hierbij werden meren gerangschikt van oligotroof naar eutroof op basis van verschillen in soortensamenstelling van de algengemeenschap (Thienemann, 1912; Naumann, 1932). Later zijn ook beoordelingssystemen ontwikkeld voor het meten van de effecten van andere menselijke beïnvloedingen, zoals normalisatie van beken en verzuring (Franken, 2006).

Ondanks het bestaan van diverse methodes maken waterbeheerders momenteel maar weinig gebruik van de indicatiewaarde van soorten. Biologische waterbeoordeling is weliswaar mogelijk aan de hand van instrumenten als EBEO-sys (Franken *et al.* 2006), maar de resultaten hiervan passen niet goed in de systematiek van de Kaderrichtlijn Water (KRW). Tegelijkertijd verzamelen waterbeheerders jaarlijks wel een grote hoeveelheid data over de samenstelling van levensgemeenschappen in hun wateren. Deze gegevens worden nu voornamelijk gebruikt voor de bepaling van de ecologische kwaliteit (KRW-score). Er kan echter meer informatie uit deze data gehaald worden. Door gebruik te maken van de indicatiewaarde van soorten krijgt men een beter systeembegrip, en daarmee een betere onderbouwing van de keuze van maatregelen.

Het gebruik van indicatiewaarde van soorten kan een belangrijke aanvulling zijn op de methodiek van ecologische sleutelfactoren, zoals deze de afgelopen jaren door STOWA is ontwikkeld (zie o.a. Reeze & Buijse, 2015; Schep *et al.*, 2015). Deze ecologische sleutelfactoren (ESF's) vormen de basis voor het maken van watersysteemanalyses. Iedere sleutelfactor vormt een belangrijke voorwaarde voor een goed functionerend ecologisch watersysteem. Het gaat om uiteenlopende factoren als de Productiviteit van het water (belasting met voedingsstoffen), Habitatgeschiktheid, Afvoerdynamiek en Connectiviteit. Aan de hand hiervan kan inzichtelijk worden gemaakt wat de huidige ecologische staat van een watersysteem is en waarom die zo is. De sleutelfactoren geven aan waar belangrijke 'stuurknoppen' zitten voor het bereiken van de ecologische doelen van een watersysteem. De toetsing van ecologische sleutelfactoren is merendeels gebaseerd op abiotische parameters. Een voorbeeld hiervan is de sleutelfactor 'Productiviteit', waarbij getoetst wordt of de actuele fosfaatbelasting boven of onder de kritische fosfaatbelasting ligt. Soortgelijke grenswaarden zijn geformuleerd voor het lichtklimaat (percentage licht bij de bodem) en het sediment (totaal-gehalte van fosfaat).

De resultaten van AqMaD kunnen een toegevoegde waarde leveren op de resultaten van de 'abiotische' systeemanalyse volgens bovengenoemde ESF-systematiek. Immers, als zowel de abiotische metingen als de indicatiewaarde van soorten dezelfde knelpunten indiceren, dan is er een grotere zekerheid over de oorzaak dan wanneer deze resultaten elkaar tegenspreken. Het model AqMaD biedt de mogelijkheid om de indicatiewaarde van soorten te achterhalen en een knelpuntenanalyse uit te voeren, en vormt hiermee een aanvulling op de ESF-systematiek.

1.2 ONTWIKKELING VAN AQMAD

De naam AqMaD staat voor Aquatische Macrofyten Diagnose. Het model is oorspronkelijk ontwikkeld door Riegman & Starink Consultancy; in deze versie werd alleen gebruik gemaakt van de indicatiewaarde van water- en oeverplanten. Naderhand heeft STOWA het model overgenomen, en de afgelopen jaren zijn soortgelijke toepassingen ontwikkeld voor diatomeeën, macrofauna en vis. Dit betroffen echter losse Excel-versies met een lage gebruikersvriendelijkheid. Los hiervan hadden verschillende waterbeheerders moeite om het instrument in hun eigen werkomgeving te installeren, omdat ze hiertoe geen rechten hadden.

In overleg met de waterschappers is daarom besloten om:

- de functionaliteit van de verschillende AqMaD-versies in één instrument onder te brengen;
- Dit instrument als webapplicatie ter beschikking te stellen aan waterbeheerders. In deze applicatie is ook de gebruikersvriendelijkheid vergroot, met name voor de presentatie van resultaten.

Deze handleiding beschrijft de werking van de webapplicatie van AqMaD.

1.3

LEESWIJZER

In [hoofdstuk 2](#) wordt de rekenmethode van AqMaD uitgelegd. De basis van AqMaD bestaat uit landelijke datasets met milieu- en habitatpreferenties van soorten; [hoofdstuk 3](#) geeft een toelichting op deze datasets voor de soortgroepen waterplanten, diatomeeën, macrofauna en vis. [Hoofdstuk 4](#) geeft de handleiding voor toepassing van de webapplicatie van AqMaD. In [hoofdstuk 5](#) worden verschillende kanttekeningen en verbetervoorstellen besproken, en in [bijlage I](#) staat de rekenmethode in meer detail uitgelegd.

H2 REKENMETHODE VAN AQMAD



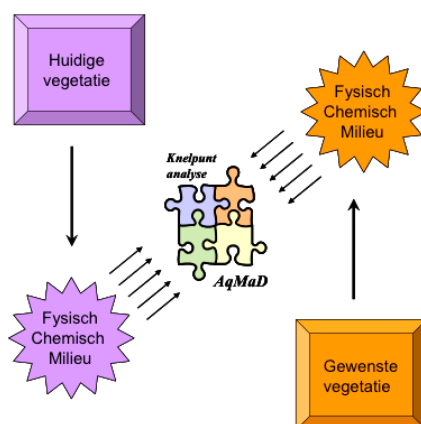
2.1 ALGEMEEN

Deze handleiding beschrijft de werking en toepassing van het instrument 'AqMaD'. Met behulp van dit instrument kunnen hydromorfologische, fysische en chemische knelpunten voor het ecologisch functioneren van een water in beeld gebracht worden. Dit biedt de mogelijkheid om mogelijke oorzaken op te sporen en gericht maatregelen te treffen. Hiernaast kan aan de hand van AqMaD de effecten van genomen maatregelen worden geëvalueerd. Hierbij wordt antwoord gekregen op vragen als: zijn knelpunten nu inderdaad opgelost, en komen er geen nieuwe knelpunten voor in de plaats?

AqMaD identificeert de fysische en chemische knelpunten aan de hand van de soortensamenstelling. Deze **diagnose** is **specifiek voor de lokaal heersende omstandigheden**, dat wil zeggen voor een specifieke locatie binnen een bepaald water, waarvoor de betreffende soortensamenstelling is ingevoerd. Het ruimtelijk schaalniveau waarvoor de diagnose geldt, hangt samen met de grootte van de leefomgeving van de betreffende soortgroepen. Voor diatomeeën, waterplanten en macrofauna geldt deze indicatiewaarde op lokaal niveau (locatie tot traject). Vissen daarentegen hebben veelal een groter leefgebied, waardoor de indicatiewaarde betrekking heeft op beduidend grotere schaalniveaus (voor migrerende vissen is connectiviteit op stroomgebied-niveau bijvoorbeeld een belangrijke factor).

FIG. 2.1 CONCEPTUEEL MODEL VAN DE WERKING VAN AQMAD VOOR WATERPLANTEN

Voor verdere uitleg: zie tekst.



2.2 VAN SOORTENSAMENSTELLING NAAR BEREKEND ABIOTISCH MILIEU

De rekenmethode van AqMaD staat in [figuur 2.1](#) afgebeeld. Deze afbeelding geeft de rekenwijze voor waterplanten weer maar voor andere soortgroepen doorloopt het model globaal dezelfde stappen. De kern van AqMaD bestaat uit landelijke datasets met habitat- en milieupreferenties van verschillende soortgroepen, zoals diatomeeën (Van Dam, 2012), waterplanten, macrofauna (Verberk *et al.*, 2012) en vissen (o.a. Kroes *et al.*, 2007, documenten Sportvisserij Nederland). Aan de hand van deze datasets kan – door invoer van een soortenlijst – het bijbehorende fysisch-chemische milieu berekend worden. Dit is dan het (berekende) aanwezige milieu op de betreffende locatie waarvan de soortensamenstelling is ingevoerd. Op gelijke wijze kan ook de soortenlijst van het referentiebeeld (bijvoorbeeld een soortenlijst van een KRW-type) worden vertaald naar een fysisch-chemisch milieu. Dit is dan het gewenste abiotische (referentie) milieu.

2.3 VERGELIJKING TUSSEN HUIDIG EN GEWENSTE MILIEU

In een volgende stap vergelijkt AqMaD het (berekende) aanwezige milieu met het berekende gewenste (referentie) milieu. Wanneer de waarde van een parameter in de huidige situatie significant afwijkt van die in het gewenste milieu, dan vormt deze een potentieel knelpunt voor het bereiken van het referentiebeeld. De mate waarin een milieu factor afwijkt wordt kwantitatief berekend. Wanneer er meerdere factoren suboptimaal zijn, krijgt men een indruk van mogelijke oorzaken zoals overbemesting, te intensief beheer en onderhoud, het storten van bagger op de oevers. Ook verkrijgt men informatie over de hydromorfologie: te steile oevers, te diep, te weinig stroming, stabilisatie van het waterpeil, enz.

De afwijkingen van de parameters tussen de referentie en huidige opname worden berekend met de volgende formule:

$$\text{afwijking} = Z\text{-waarde} = \frac{\bar{x}_{\text{opname}} - \bar{x}_{\text{referentie}}}{s_{\text{referentie}}}$$

$\bar{x}_{\text{opname}}$ = gemiddelde waarde per parameter van de ingevoerde huidige opname

$\bar{x}_{\text{referentie}}$ = gemiddelde waarde per parameter van de geselecteerde referentie

$s_{\text{referentie}}$ = standaarddeviatie per parameter van de geselecteerde referentie

De afwijking per parameter wordt berekend door het gemiddelde van de referentie af te trekken van het gemiddelde van de huidige opname en dit vervolgens te delen

.....

door de standaarddeviatie van de referentie. De berekende afwijking (aan de hand van bovenstaande formule) wordt in AqMaD de Z-waarde genoemd.

Bovengenoemde rekenwijze verschilt in details tussen de soortgroepen. Voor waterplanten en vissen volstaat een soortenlijst, voor diatomeeën en macrofauna moet – naast de soortenlijst – ook aantallen per soort ingevuld worden. Voorts verschilt de berekeningswijze voor macrofauna, omdat data over de habitat- en milieu-preferenties voor deze soortgroep in klassen is ingedeeld (Verberk *et al.*, 2012). In [bijlage I](#) staan de details over de rekenmethode toegelicht.

H3 BESCHRIJVING VAN LANDELIJKE DATASETS



3.1 BESCHIKBARE DATASETS

Van verschillende biologische groepen zijn landelijke datasets beschikbaar van de habitat- en/of milieupreferenties van soorten. Dit betreft de waterplanten, diatomeeën, macrofauna en vis. Onderstaand zijn deze datasets beschreven, evenals de validatie ervan (indien beschikbaar).

3.2 WATERPLANTEN

3.2.1 Opbouw dataset milieupreferenties

Bij het opstellen van de dataset van AqMaD voor waterplanten is gebruik gemaakt van meer dan 4,5 miljoen waterkwaliteitsgegevens en 100.000 standplaatsdefinities. Voor circa 75% zijn deze data afkomstig uit Limnodata. Daarnaast is gebruik gemaakt van aanvullende literatuur, zoals Westhoff *et al.* (1970) en Pot (2004). In tegenstelling tot de andere soortgroepen is er voor waterplanten geen document waarin de opbouw van de waterplanten-dataset van AqMaD staat toegelicht.

Per plantensoort zijn – per parameter – de beschikbare data samengevoegd. Van deze data zijn vervolgens de waarden buiten de 10-90 percentiel-grenzen verwijderd. Hierbij is aangenomen dat waarden buiten de 10- en 90-percentiel grenzen op meet- of invoerfouten berusten, of dat de vegetatie in deze gevallen nog niet in evenwicht was met de omgeving. Vervolgens is per soort voor iedere parameter de gemiddelde waarde berekend. In [tabel 1](#) (in bijlage I) vindt u een overzicht van de abiotische parameters in de brondata van waterplanten.

De milieupreferenties in de waterplanten-dataset is gebaseerd op aan- of afwezigheid van soorten, dit betekent dat bij de invoer van waterplanten-gegevens in AqMaD alleen de soortenlijst moet worden ingevoerd, en niet de abundantie.

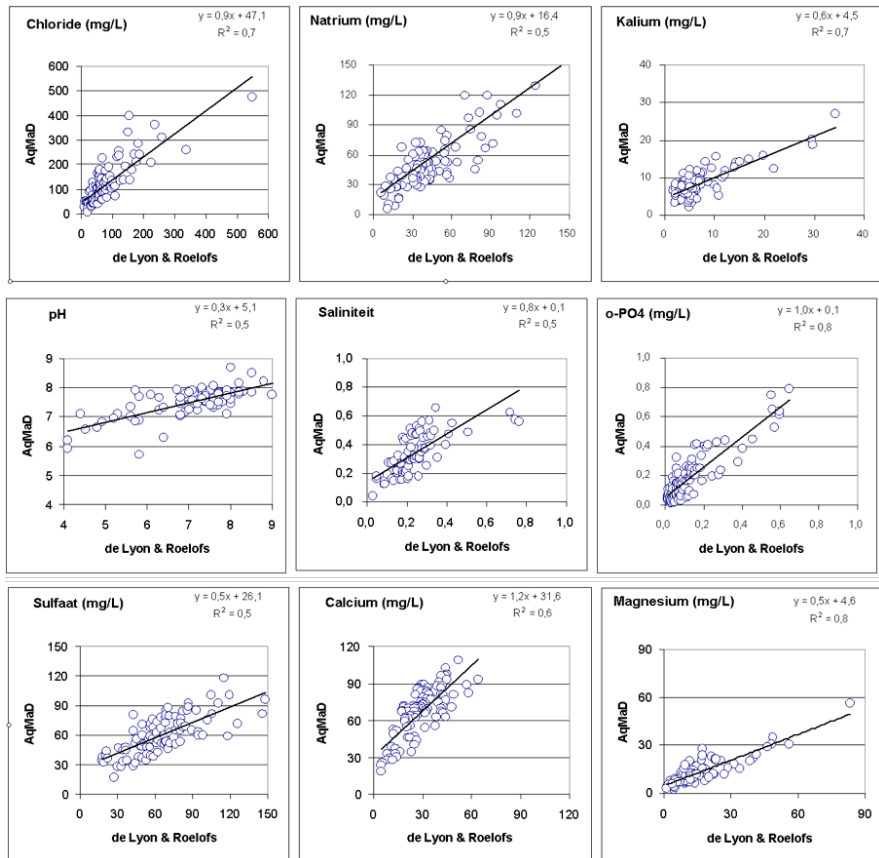
3.2.2 Validatie

De validatie van bovengenoemde dataset met milieupreferenties van de waterplanten is uitgevoerd met een onafhankelijke dataset van De Lyon & Roelofs (1986). Evenals de AqMaD-dataset voor waterplanten is de dataset van De Lyon & Roelofs (1986) gebaseerd op een groot aantal metingen.

Er is een duidelijk lineair verband tussen de optima uit de datasets van AqMaD en De Lyon & Roelofs ([figuur 3.1](#)). In sommige gevallen wijkt de richtingscoëfficiënt af van de theoretische waarde (=1), wat verklaard kan worden door verschillen in

omrekeningsfactoren (bijvoorbeeld tussen milligrammen en molen). Geconcludeerd kan worden dat er een goed verband is tussen beide datasets.

FIG. 3.1 RESULTATEN VAN DE VALIDATIE TUSSEN DE AQMAD-DATASET VOOR WATERPLANTEN EN OPTIMA VOLGENS DE LYON & ROELOFS (1986)



3.3 DIATOMEEËN

3.3.1 Opbouw dataset milieupreferenties

Voor diatomeeën is gebruik gemaakt van de dataset van Van Dam (2010). Deze dataset geeft de optima en bandbreedte (tolerantie) weer van een groot aantal parameters voor 419 diatomeeën-taxa (tabel 3.1). Alle genoemde parameters in deze tabel zijn van directe invloed op de groei en ontwikkeling van deze algengroep. Deze dataset is samengesteld uit 5143 monsters uit Limnodata. Van deze monsters waren zowel de diatomeeënsamenstelling als fysisch-chemische parameters bekend. Bij de samenstelling van de dataset is een zo gelijkmatig mogelijke dekking van de monsterpunten over Nederland nagestreefd. Gemiddeld genomen omvatten het bovengenoemde aantal van 419 diatomeeën-taxa 97% van de soorten die in monsters voorkomen.

De optima van de soorten zijn berekend aan de hand van abundantie-gewogen gemiddelden (Van Dam, 2010). Voor een goede toepassing van AqMaD-diatomeeën, moet daarom – naast de soortenlijst – ook de bijbehorende aantallen per soort worden ingevoerd; in hoofdstuk 4 wordt hier verder op ingegaan.

3.3.2 Validatie

De validatie van de dataset met milieupreferenties van diatomeeën-taxa is beschreven in Van Dam (2010). In deze dataset staan voor individuele diatomeeën-taxa de (gewogen gemiddelde) waarden van een groot aantal fysische en chemische parameters. Aan de hand van deze dataset is voor een groot aantal monsterpunten het bijbehorende fysisch-chemische milieu berekend. Vervolgens zijn ter validatie – voor elke parameter afzonderlijk – de berekende waarden vergeleken met de gemeten waarden in de dataset. De resultaten staan vermeld in tabel 3.1, figuur 3.2 en figuur 3.3.

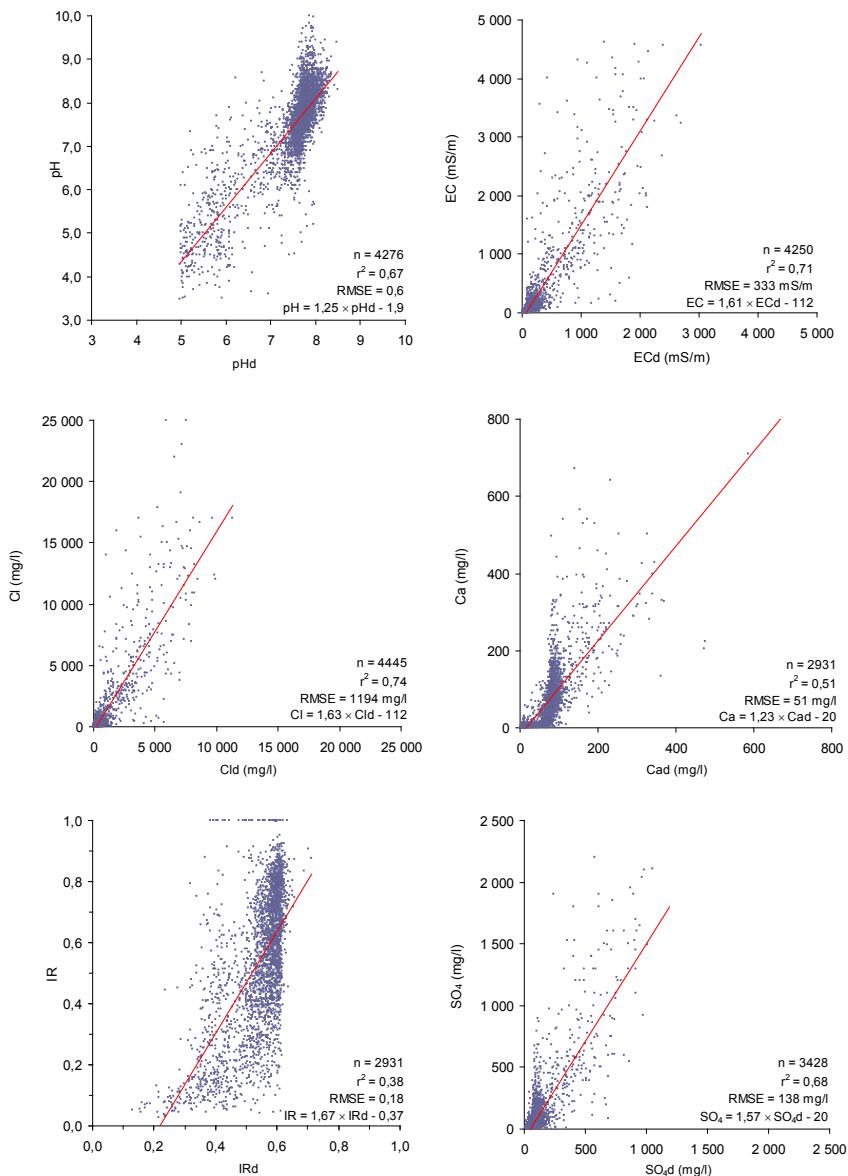
Uit deze tabel en figuren komt naar voren dat er duidelijke relaties zijn tussen de berekende en gemeten waarden. Echter, de spreiding is aanzienlijk, en het verschil tussen de berekende en gemeten waarden neemt voor veel parameters (sterk) toe met hogere gemeten waarden. Dit betekent dat de berekende gewogen gemiddelden (optima) van de soorten nog maar een vrij grove benadering geven van de werkelijkheid. Voorzichtigheid is dus geboden bij toepassingen van deze dataset.

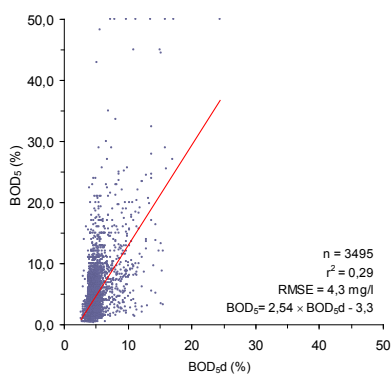
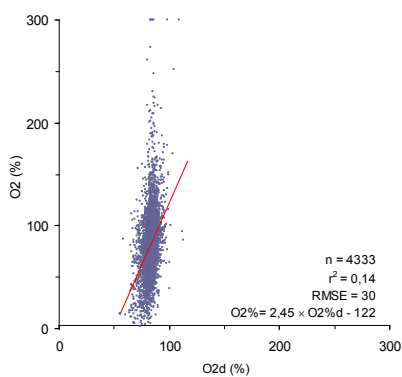
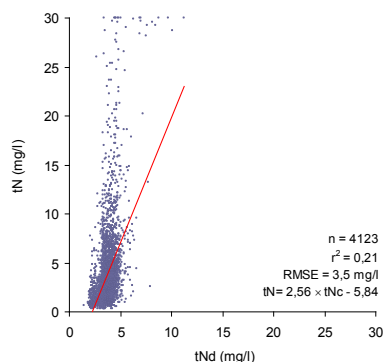
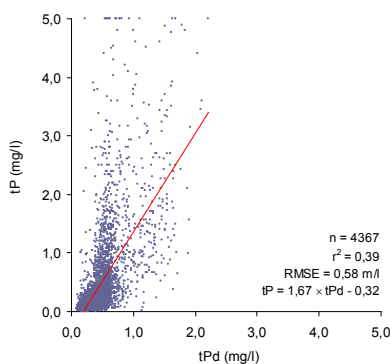
TABEL 3.1 VARIABELEN IN AQMAD DIATOMEËN, DE EENHEDEN ERVAN, EN DE RESULTATEN VAN DE VALIDATIE

(aant. = aantal gebruikte monsters; gemid. = gemiddelde, corr. = correlatie; RMSE = Root mean square error). Deze resultaten zijn gebaseerd op Van Dam (2010).

AFKORTING	PARAMETER	EENHEID	AANTAL	GEMID.	CORR.	RMSE
ALGEMEEN						
D	Waterdiepte	m	750	0,9	0,51	1,6
T	Temperatuur	°C	4109	15,4	0,34	3,6
DZ	Doorzicht	m	3486	0,6	0,46	0,5
ZS	Zwevende stof	mg/l	1505	24	0,61	35
Chl-a	Chlorofyl-a	µg/l	2995	54	0,32	127
pH	Zuurgraad	-	4276	7,6	0,82	0,6
MACRO-IONEN						
EC	Elektr geleidingsverm.	mS/m	4250	199	0,84	333
IR	Ionen ratio		2931	0,55	0,62	0,18
Ca	Calcium	mg/l	2931	78	0,72	51
K	Kalium	mg/l	2223	9	0,58	13
Cl	Chloride	mg/l	4445	547	0,86	1194
SO ₄	Sulfaat	mg/l	3428	111	0,82	138
NUTRIENTEN						
tP	totaal-fosfaat	mg/l	4379	0,44	0,62	0,58
oP	ortho-fosfaat	mg/l	4085	0,27	0,55	0,51
tN	totaal-stikstof	mg/l	4123	3,7	0,45	3,5
oN	organische stikstof	mg/l	4052	1,7	0,49	3,1
kN	Kjeldahl-stikstof	mg/l	3668	2,4	0,47	2,1
NH ₃	Ammoniak-stikstof	mg/l	2016	0,020	0,17	0,109
NH ₄	Ammonium-stikstof	mg/l	4362	0,56	0,38	1,36
NO ₂	Nitriet-stikstof	mg/l	3541	0,045	0,34	0,058
NO ₃	Nitraat-stikstof	mg/l	3510	1,22	0,53	2,88
NO ₃ ²⁻	Nitriet- + nitraat-stikstof	mg/l	4125	1,44	0,49	3,03
N/P	ratio totaal-N/totaal-P	at/at	4100	61	0,42	109
ZUURSTOFHUISHOUDING						
O ₂ %	Zuurstofverzadiging	%	4333	83	0,37	30
BOD	Bioch. Zuurst. Verbruik (5 d)	mg/l	3495	5,0	0,54	4,3

FIG. 3.2 RELATIE TUSSEN DE GEMETEN WAARDEN VAN GESELECTEERDE MILIEUVARIABELEN EN DE BEREKENDE GEWOGEN GEMIDDELDEN DAARVAN





3.4 MACROFAUNA

3.4.1 Opbouw dataset

Voor macrofauna is gebruik gemaakt van de WEW-data van milieu- en habitatpreferenties van macrofauna (Verberk *et al.*, 2012). Deze bevat voor meer dan 2467 macrofauna-taxa informatie voor negen milieufactoren die van belang zijn voor deze soortgroep. In Verberk *et al.* (2012) staat een uitgebreide omschrijving hoe deze dataset tot stand is gekomen. Onderstaand staat een korte samenvatting hiervan.

In [tabel 3.2](#) staan de parameters weergegeven die met de AqMaD-macrofauna worden berekend.

TABEL 3.2 OVERZICHT VAN PARAMETERS

in AqMaD-macrofauna, werkingsmechanisme, het aantal taxa waar informatie beschikbaar is en de betrouwbaarheid voor praktische toepassing (Verberk et al. 2012).

HYDROMORFOLOGIE	BELANGRIJKSTE WERKING	AANTAL TAXA MET INFORMATIE	BETROUWBAAR- HEID
Diepte & Oppervlak	direct (habitatselectie & indirect (via droogval, trofie, zuurgraad)	1037	klein
Droogval	direct (bestendigheid tegen uitdroging)	2423	groot
Stroomsnelheid	direct (wegspoelen) & indirect (beïnvloeding substraat)	1418	groot
Substraat	direct (habitatselectie & indirect (beschutting)	998	klein
Saprobie	indirect (via substraat, zuurstofverloop & voedsel)	1325	matig
pH	direct (fysiologische zuurtolerantie)	1041	groot
Trofiegraad	indirect (via voedsel, vegetatie & zuurstofverloop)	924	klein
Zoutgehalte	direct (fysiologische zouttolerantie)	1314	groot

De factoren uit [tabel 3.2](#) zijn gekozen omdat ze sterk sturend zijn voor de macrofaunasamenstelling en omdat er voldoende gegevens van beschikbaar zijn. De gegevens zijn verzameld uit verschillende bronnen, zoals verschillende databases (zoals Limnodata Neerlandica) en literatuur. Voor elke factor zijn vier tot tien klassen onderscheiden. Voor iedere factor zijn vervolgens tien punten verdeeld over deze klassen. Hoe meer punten in een klasse, hoe sterker een soort aan deze klasse gebonden is. Als een soort geen voorkeur heeft voor bepaalde klassen (indifferent is), dan zijn de tien punten gelijkmatig verdeeld over de klassen van de factor. Als er voor een bepaalde soort geen informatie is gevonden, dan zijn er geen punten ingevuld.

Voor een goede toepassing van AqMaD-macrofauna, moet – naast de soortenlijst – ook de bijbehorende aantallen per soort worden ingevoerd; in [hoofdstuk 4](#) wordt hier verder op ingegaan.

De oorspronkelijke parameters Diepte, Oppervlak en Substraat uit Verberk *et al.* (2012, zie [tabel 3.2](#)) zijn in [tabel 3.3](#) uitgesplitst in specifiekere geformuleerde parameters. De oorspronkelijke parameters in Verberk *et al.* (2012) bevatten namelijk gecombineerde informatie van verschillende parameters. Zo was de parameters oppervlak en isolatiegraad in één parameter vervat; aanvullend hierop is het substraat nu in verschillende categorieën gesplitst (anorganisch, organisch, waterplanten, overig).

TABEL 3.3 OVERZICHT VAN DE ABIOTISCHE PARAMETERS IN DE BRONDATA VAN MACROFAUNA

NR	ABIOTISCHE PARAMETER	TYPE	WAARDE	EENHEID
1	Chloride	Categorie	1. < 300 mg/l 2. 300 – 1.000 mg/l 3. 1.000 – 3.000 mg/l 4. 3.000 – 10.000 mg/l 5. > 10.000 mg/l	Punten verdeling
3	Diepte	Categorie	1. zeer ondiep 2. ondiep 3. diep	Punten verdeling
4	Droogval	Categorie	1. niet droogvallend 2. korter dan 6 weken 3. 6 weken – 3 maanden 4. 3 – 5 maanden 5. langer dan 5 maanden	Punten verdeling
6	Oppervlak	Categorie	1. Zeer klein 2. Klein 3. Middelgroot 4. Groot	Punten verdeling
7	Isolatie	Categorie	1. Geïsoleerd 2. Open	Punten verdeling
8	Saprobie	Categorie	1. Oligosaproob 2. α-mesosaproob 3. β-mesosaproob 4. Polysaproob	Punten verdeling
9	Stroming	Categorie	1. stilstaand (< 5 cm/s) 2. zeer langzaam (5 – 10 cm/s) 3. langzaam (10 – 15 cm/s) 4. matig (15 – 25 cm/s) 5. snel (> 25 cm/s)	Punten verdeling
11	Grofheid anorganisch substraat	Categorie	1. slib 2. klei & leem 3. zand (fijn & grof) 4. grind (fijn, matig & grof) 5. stenen	Punten verdeling
12	Grofheid organisch substraat	Categorie	1. fijne detritus 2. grove detritus 3. hout	Punten verdeling
13	Waterplanten als substraat	Factor	1. waterplanten	Punten verdeling
14	Substraat (overig)	Factor	1. Overig	Punten verdeling

NR	ABIOTISCHE PARAMETER	TYPE	WAARDE	EENHEID
	Trofie	Categorie	1. oligotroof (<0,5 mg N/l; <0,01 mg P/l) 2. meso-oligotroof (0,5-1,0 mg N/l; 0,01-0,02 mg P/l) 3. mesotroof (1,0-1,6 mg N/l; 0,02-0,05 mg P/l) 4. mesotroof - meso-eutroof (1,6-2,2 mg N/l; 0,05-0,15 mg P/l) 5. eutroof (>2,2 mg N/l; >0,15 mg P/l)	Punten verdeling
15	Zuurgraad	Categorie	1. zuur (pH < 4) 2. zwak zuur (pH 4 – 6) 3. neutraal (pH 6 – 8) 4. basisch (pH > 8)	Punten verdeling

3.4.2 Validatie

Per factor is een inschatting gemaakt van de betrouwbaarheid van de scores (tabel 3.2). Deze inschatting is gemaakt op basis van drie overwegingen:

- Heeft een factor direct invloed op een soort? Dit geldt wel voor bijvoorbeeld het zoutgehalte, maar niet voor bijvoorbeeld het substraat (wat een resultante is van onder andere de stroomsnelheid);
- In welke mate is er overeenstemming tussen verschillende informatiebronnen?
- Hoe groot is de onderliggende dataset en, belangrijker, hoe gevarieerd is deze? Hoe meer verschillende combinaties van milieufactoren in de dataset voorkomen, hoe nauwkeuriger de preferenties van de soorten bepaald kunnen worden.

Uit de validatie blijkt dat de parameters droogval, stroomsnelheid, pH en zoutgehalte een hoge betrouwbaarheid hebben, en saprobie een matige betrouwbaarheid. Voor de parameters diepte en oppervlak, substraat en trofiegraad is de betrouwbaarheid gering (zie tabel 3.2). In Verberk *et al.* (2012) staat een uitgebreide onderbouwing van de betrouwbaarheid van de verschillende habitat- en milieuparameters.

3.5 VIS

3.5.1 Opbouw dataset

De dataset van habitat- en milieupreferenties van vissen is gebaseerd op Kroes *et al.* (2007) en aangevuld met kennisdocumenten van Sportvisserij Nederland, Schiphouwer (2011) voor pH waarden, Elshout *et al.* (2013) voor zuurstof en expertoordeel

van Tom Buijse (Deltares). De studie van Kroes *et al.* (2007) is een synthese van het vroegere werk van Quak (1993) en de kennisdocumenten van vissoorten, die destijds door de Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij zijn gemaakt. Sportvisserij Nederland heeft dit voortgezet en uitgebreid voor meerdere vissoorten en enkele kennisdocumenten geactualiseerd.

Op basis van de kennisdocumenten en overige bronnen zijn de volgende parameters beschouwd:

- temperatuur;
- stroming;
- waterdiepte;
- talud;
- substraat;
- beschutting;
- zuurgraad (pH).

Voor elke parameter is een klasse-indeling gemaakt en per klasse aangegeven of deze geschikt (1) of ongeschikt (0) is. Indien beschikbaar, is deze informatie voor iedere vissoort gespecificeerd per levensfase (ei/larve, juveniel, adult).

Naast bovengenoemde parameters zijn ook andere parameters van belang, waaronder zuurstof. Deze parameters zijn echter niet meegenomen omdat (1) de data niet te harmoniseren bleken tot een eenduidige klassenindeling of omdat (2) kwantitatieve data niet voorhanden bleek. Meer informatie over de ontbrekende parameters is terug te vinden in Buijse (2016).

De milieupreferenties in de vis-dataset is gebaseerd op af- of aanwezigheid van soorten. Dit betekent dat bij de invoer van visgegevens in AqMaD alleen de soortenlijst moet worden ingevoerd, en niet de abundantie. Een belangrijk punt is echter dat de milieupreferenties van soorten vaak duidelijk verschillen per levensfase (ei/larve, juveniel, adult). Op dit ogenblik rekent AqMaD alleen met de preferenties van adulte vis.

3.5.2

Validatie

De dataset van habitat en milieupreferenties van vissen is nog niet gevalideerd, dat wil zeggen dat nog niet is onderzocht in hoeverre het 'berekende' abiotische milieu overeenkomt met gemeten waarden.

H4 GEBRUIKERSHANDLEIDING



4.1 OPSTARTEN

Surf naar <https://deltares.shinyapps.io/rAqmad/> om AqMaD te starten.

4.2 ORIËNTEREN

Na het opstarten van de applicatie wordt de startpagina zichtbaar (figuur 4.1). Navigeren door de applicatie kan door middel van de knoppen in de menubalk aan de linkerzijde van het scherm (figuur 4.1 nr. 1). Een smalle groene streep aan de linkerzijde van een knop in de menubalk geeft aan welke pagina (figuur 4.1 nr. 3) op dat moment actief is. De menubalk kan open- en dichtgeklapt worden door op de knop met de drie liggende balkjes te klikken in de titelbalk (figuur 4.1 nr. 2).

De AqMaD app beschikt over vijf pagina's (figuur 4.1 nr. 1):

- 1 Startpagina, met een korte introductie van de applicatie;
- 2 Data inlezen: data-invoer en keuze van instellingen;
- 3 Abiotiek bekijken: presentatie van de berekende abiotiek (op basis van de ingevoerde soortensamenstelling) en mogelijkheden voor export van deze data;
- 4 Z-waardes bekijken: presentatie van het verschil tussen de huidige en gewenste situatie middels Z-waardes en mogelijkheden voor data-export;
- 5 Achtergrondinformatie: een pagina waarop de gebruiker de belangrijkste informatie over de AqMaD-applicatie terug kan vinden.

Op de volgende pagina's staan bovengenoemde stappen nader toegelicht.

FIG. 4.1 WELKOMSTSCHEM AQMAD

- 1: menubalk;
- 2: openen en sluiten menubalk;
- 3: hoofdscherm.



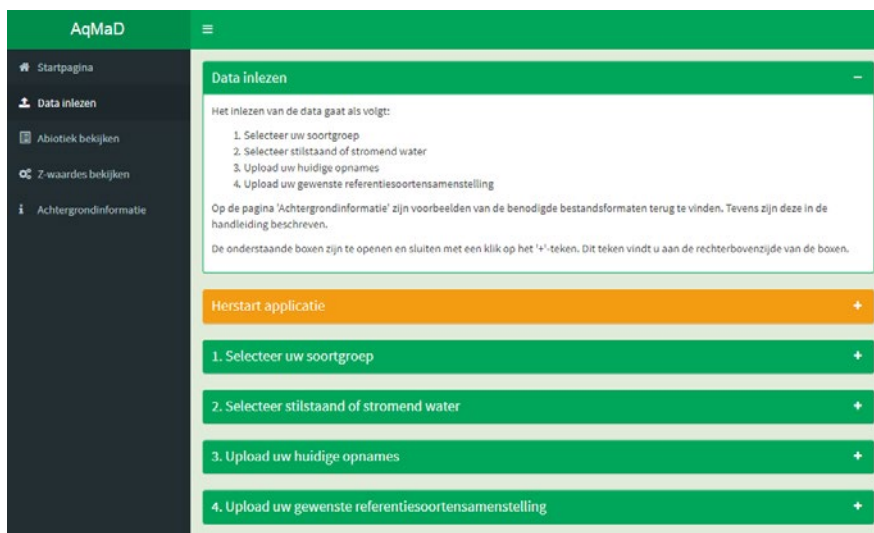
4.3 DATA INLEZEN

Op de pagina *Data inlezen* (figuur 4.2) moet de gebruiker vier stappen doorlopen om ervoor te zorgen dat AqMaD de abiotiek en de Z-waardes uit kan rekenen. Deze stappen zijn achtereenvolgens:

1. Keuze van soortgroep (waterplanten, diatomeeën, macrofauna, vis; zie § 4.4);
2. Presentatie resultaten voor stilstaand of stromend water (§ 4.5);
3. Invoeren van huidige opnames (§ 4.6);
4. Keuze voor gewenste (referentie) soortenlijst (alleen nodig voor Z-waarde berekening, zie § 4.7).

Tevens kan in deze pagina de applicatie herstart worden. Hierbij worden alle voorgaande invoer- en uitvoerbestanden gewist.

FIG. 4.2 PAGINA DATA INLEZEN



Om de pagina overzichtelijk te houden zijn de boxen die de verschillende stappen bevatten in eerste instantie dichtgeklapt. Een box kan open- en dichtgeklapt worden door op het plus- of minteken aan de rechterzijde van de desbetreffende titelbalk te klikken (figuur 4.3).

FIG. 4.3 EEN GESLOTEN BOX (BOVEN) EN EEN OPEN BOX (ONDER)

Aan de rechterzijde van de box bevindt zich in de titelbalk een knop waarmee de box open- en dichtgeklapt kan worden (aangegeven met een 1 en een 2).

1. Selecteer uw soortgroep

1. Selecteer uw soortgroep

Klik op één van de onderstaande soortgroepen om de ecologische soortgroep waar u mee wilt gaan werken te selecteren.

- ☒ Diatomeeën
- ☐ Macrofyten
- ☐ Macrofauna
- ☐ Vissen

4.4 SOORTGROEP KIEZEN

In de eerste stap van het inlezen van de monitordata moet de gebruiker kiezen voor welke soortgroep hij of zij een analyse wil doen. De keuze bestaat uit: diatomeeën, waterplanten, macrofauna en vissen.

4.5 PRESENTATIE RESULTATEN VOOR STILSTAAND OF STROMEND WATER

De tweede stap bestaat uit de keuze voor analyse van resp. stilstaande of stromende wateren. De parameter-indeling volgt namelijk de structuur van de Ecologische Sleutelfactoren, en deze indeling verschilt tussen bovengenoemde watertypen (Reeze & Buijse, 2015; Schep *et al.*, 2015). De keuze voor stilstaande of stromende wateren heeft dus effect op de manier waarop de abiotische parameters gegroepeerd worden op de volgende pagina's (*Abiotiek bekijken* en *Z-waardes bekijken*).

4.6 INVOER VAN HUIDIGE OPNAMES

In stap drie kan de gebruiker zijn of haar monitordata inlezen. Bij het klikken op de knop *Kies bestand* opent er een scherm waarmee op de eigen computer naar het bestand met monitordata gennavigeerd kan worden. De maximale bestandsgrootte voor uploaden is 30 Mb. Tijdens het uploaden van het monsterbestand wordt er een blauwe balk zichtbaar die weergeeft hoe ver de upload ongeveer is en waarin de tekst 'Upload complete' verschijnt, zodra het bestand volledig is ingeladen. Als het bestand volledig is ingeladen voert de applicatie een controle op de data uit. Eventuele (fout)meldingen verschijnen vervolgens in het tabblad *Logbestand*.

In het tabblad *Ingelezen bestand* worden de eerste tien regels van het ingelezen bestand weergegeven. Indien het ingelezen bestand meer kolommen bevat dan in het tabblad *Ingelezen bestand* past, verschijnt onder de eerste tien regels een balk waarmee je door de tabel kan scrollen.

FIG. 4.4 BOX VOOR DE INVOER VAN DE HUIDIGE OPNAME DATA

- 1: Knop voor uploaden van eigen data;
- 2: Tabbladen voor logmeldingen en een weergave van de eerste tien regels van de ingelezen data;
- 3: Knop voor downloaden van het logbestand.

3. Upload uw huidige opnames

Upload hier uw huidige bestand met monitordata van één van de soortgroepen. Voor een omschrijving van het benodigde format zie de handleiding op de pagina 'Achtergrondinformatie'. De maximale bestandsgrootte is 30MB.

Kies bestand 1 Dawaco WSRL Mafau alles tm 2018_pt1.txt Upload complete

Logbestand Ingelezen bestand 2

Met onderstaande knop kunnen de logmeldingen geëxporteerd worden.

Download logbestand 3

Verschillen in benodigde invoer tussen soortgroepen

Zoals in hoofdstuk 3 is uitgelegd, bestaan er tussen de soortgroepen verschillen in benodigde invoer. Voor waterplanten volstaat de invoer van een soortenlijst; aanvullende informatie voor bedekking (of een andere vorm van abundantie-schatting) is voor deze soortgroep dus niet nodig. Voor diatomeeën en macrofauna daarentegen moeten – naast de soortenlijst – ook de aantallen per soort ingevoerd worden. Voor vissen kan alleen de soortenlijst ingevoerd worden. Complicatie bij laatstgenoemde soortgroep is dat de aanwezigheid van soorten per levensstadia (ei/larve, juveniel, adulte vis) bekend moet zijn, vanwege de grote verschillen in preferentie voor milieufactoren tussen deze levensstadia. Op dit ogenblik berekent AqMaD alleen de abiotiek op basis van de preferenties van adulte vis.

Data-format

Het is van belang dat de data goed worden ingevoerd. AqMaD accepteert alleen tab-gescheiden bestanden met de bestandsextentie .txt of .csv bestanden. Eventuele fouten worden weergegeven in de logfile. Deze logfile kan ook worden gedownload. Een overzicht van de kolommen die minimaal nodig zijn voor het inlezen van de monitordata is te vinden in tabel 4.1. Voorbeeldfiles zijn te vinden op de pagina ‘Achtergrondinformatie’.

TABEL 4.1 OVERZICHT VAN DE KOLOMMEN DIE NODIG ZIJN IN HET INVOERBESTAND MET MONITORDATA

KOLOMNAAM	BEVAT	OPMERKINGEN
Mp	Locatiecode	
MEPAN	Locatiennaam	
Methode	Soortgroepecode	Voor macrofyten: MAFY, MACFT, MACFY, mafy, macft, macfy, MFYT. Voor diatomeeën: DIATM, DIAB, Diatomeeen (NB let op: zonder trema op de e) Voor macrofauna: MACEV, MFA\$, MFAT, Macrofauna NB: er mag slechts 1 code per soortgroep per bestand gebruikt worden.
Taxon	Soortnaam	Moet overeenkomen met de soortnaam uit de desbetreffende TWN-lijst ¹⁾ .
REF_TYPE	KRW-type	Deze informatie is nodig voor het berekenen van de Z-waardes op basis van soortenlijsten van de KRW-typen (zie § 4.7). Op dit ogenblik zijn dergelijke ‘standaard’ soorten-lijsten alleen beschikbaar voor waterplanten. Wanneer de kolom REF_TYPE ontbreekt, dan wordt deze door de applicatie automatisch op KRW-watertype M01 gezet.
Locatie	Locatiennaam	
Omschrijving	Locatieomschrijving	
X-coor	Rijksdriehoeks x-coördinaten	Indien de coördinaten ontbreken worden deze door de applicatie automatisch op -999 gezet.
Y-coor	Rijksdriehoeks y-coördinaten	Indien de coördinaten ontbreken worden deze door de applicatie automatisch op -999 gezet.
Datum	Datum	Format mag zowel dd-mm-yyyy zijn als dd/mm/yyyy.
Waarde	Aantal waarnemingen	Alleen van toepassing op de soortgroepen diatomeeën en macrofauna.

De vierde en laatste stap biedt de mogelijkheid om data voor de gewenste soorten-samenstelling in te voeren. Op basis van deze gegevens berekent AqMaD het gewenste abiotische milieu.

Er zijn twee mogelijkheden voor de invoer van de gewenste soortensamenstelling, namelijk:

1. Keuze uit referentiesoortenlijsten van de KRW-watertypen. In dit geval hoeft de gebruiker niet zelf een soortenlijst in te voeren, maar kan een keuze gemaakt worden tussen de referentie-soortenlijsten van de KRW-maatlatten. Deze optie is op dit ogenblik alleen beschikbaar voor waterplanten. Het model baseert zich hierbij op de KRW-watertypes die voor iedere monsterlocatie zijn opgegeven in de file met ingevoerde monitordata (zie § 4.6 en tabel 4.1). Wanneer geen KRW-type is opgegeven, wordt standaard van KRW-type M1a uitgegaan.

De keuze van de referentie-soortenlijsten van waterplanten voor de verschillende KRW-watertypen is gebaseerd op de eerste versie van de KRW-maatlatten voor waterplanten (Van der Molen & Pot, 2007). Deze maatlatten bevatten – per KRW-watertype – een lijst van plantensoorten die in de referentiesituatie aanwezig zijn. Voor de andere soortgroepen (diatomeeën, macrofauna en vis) zijn momenteel nog geen goed onderbouwde soortenlijsten voor de referentiesituatie beschikbaar. Voor deze soortgroepen kan wel een eigen lijst van gewenste soorten ingevoerd worden (zie hieronder).

2. Invoer van eigen lijst van gewenste soorten, via “Kies eigen referentiebestand” (figuur 4.5). Dit kan bijvoorbeeld een soortenlijst zijn van een (soortgelijk) gebied met een goede ecologische kwaliteit. De Z-waardes kunnen alleen berekend worden van locaties waarvan zowel de huidige (§ 4.6) als de gewenste soorten-samenstelling is ingevoerd.

FIG. 4.5 KRW-KEUZE OPTIE IN DE REFERENTIE KEUZEBOX BIJ DE SOORTGROEP WATERPLANTEN

4. Upload uw gewenste referentiesoortensamenstelling

Upload hier uw soortenlijst voor de gewenste (referentie)condities. Voor diatomeeën en macrofauna zijn – naast een soortenlijst – ook aantallen per soort nodig. Voor macrofyten is het ook mogelijk om gebruik te maken van soortenlijsten per KRW-watertype, die gebaseerd zijn op de KRW-maatlatten. De soortenlijsten per KRW-type zijn reeds opgenomen in de webapplicatie; AqMaD hanteert hiervoor het KRW-watertype dat is aangegeven in de invoerfile met huidige opnames. Als u voor referentiewaardes op basis van het KRW-watertype kiest, dan kunt u niet tegelijkertijd gebruik maken van een eigen invoerbestand.

☒ Eigen referentie

Kies eigen referentiebestand

test_doelsoorten_macrofauna.xlsx

Upload complete

Logbestand

Ingelezen bestand

Met onderstaande knop kunnen de logmeldingen geëxporteerd worden.

Download logbestand

Data-format

Bij het invoeren van de data in AqMaD is het van belang dat de data de juiste kolommen bevat. Een overzicht van de kolommen die minimaal nodig zijn voor het inlezen van de referentiedata is te vinden in [tabel 4.2](#). AqMaD accepteert alleen tab-gescheiden bestanden met de bestandsextentie .txt of .csv bestanden.

TABEL 4.2 OVERZICHT VAN DE KOLOMMEN DIE AANWEZIG MOETEN ZIJN IN HET REFERENTIEBESTAND

KOLOMNAAM	BEVAT	OPMERKINGEN
PAR_TYPE	Soortgroepnaam	De enige valide opties zijn: Macrofyten, Diatomeeën, Macrofauna, Vissen
LOC_NAME	Locatiecode	De locatiennaam moet exact overeen komen met de locatiecode uit de Mp-kolom van het opnamebestand (zie tabel 4.1)
SPEC_NAME	Soortnaam	Moet overeenkomen met de soortnaam uit de desbetreffende TWN-lijst
AANTAL	Aantal waarnemingen	Alleen van toepassing op de soortgroepen diatomeeën en macrofauna

4.8 ABIOTIEK BEKIJKEN

Nadat de monitor- en referentiedata zijn ingelezen, kan de gebruiker op de pagina *Abiotiek bekijken* de statistieken van de abiotische parameters inzien. Op deze pagina is bovenaan in een groene balk te lezen welke soortgroep op de *Data inlezen* pagina geselecteerd is (figuur 4.6a). Aan de rechterzijde van de pagina zijn twee tabbladen zichtbaar: *Huidige monitordata* en *Gewenste referentiecondities* (figuur 4.6b). De titel van het tabblad correspondeert met de brondata voor de box-plots en tabellen die daarop zichtbaar zijn. Het huidige actieve tabblad wordt aangegeven met een dunne blauwe lijn boven het tabblad.

De statistieken zijn zowel in box-plots als in tabelvorm weergegeven. De box-plots geven per parameter de volgende informatie:

- minimum- en maximum-waarden,
- 25-, 50- (mediaan), 75-percentiel waarden,
- outliers.

In de tabellen staan – naast bovengenoemde informatie – ook het aantal soorten, en het gemiddelde en de standaarddeviatie. De kans bestaat dat niet alle parameters voor alle opnames zijn berekend. Er moeten namelijk tenminste vier soorten in een opname voorkomen met informatie voor de desbetreffende parameter, voordat de statistieken berekend kunnen worden.

Verschil tussen soortgroepen

Bij de keuze voor waterplanten worden zowel waterplanten als oeverplanten bedoeld. De applicatie maakt op basis van de soortnamen automatisch een onderscheid tussen deze twee types. Enkele soorten zijn vanwege hun amfibische levenswijze in beide groepen ingedeeld. Het bestand op basis waarvan deze indeling gemaakt wordt is via de pagina *Achtergrondinformatie* te downloaden.

Omdat bij macrofauna met klasse-gemiddeldes wordt gerekend, wordt voor deze groep alleen de gemiddelde waarde en standaarddeviatie weergegeven,

Voor iedere vissoort berekent AqMaD nu alleen de abiotische condities op basis van de habitat- en milieupreferenties van adulte vis.

Presentatie van de resultaten

Zowel in het tabblad *Huidige monitordata* en *Gewenste referentiecondities* kan door middel van drop-down menu's de data in de boxplots aangepast worden, bijvoorbeeld door selectie van de locatie, jaar of Ecologische sleutelfactoren (ESF's) volgens de STOWA (figuur 4.6-4). De presentatie van de sleutelfactoren is gebaseerd op de keuze die in het tabblad 'Data inlezen', selecteer stilstaand of stromend water' is gemaakt (zie § 4.5). Sommige parameters worden onder meerdere sleutelfactoren gepresenteerd.

Daarnaast worden de statistieken van de data weergegeven in boxplots en tabelvorm (figuur 4.6-5&6) en kunnen de statistieken geëxporteerd worden via de 'Download abiotische data'-knoppen onderaan de pagina (figuur 4.6-3).

Wanneer een groot aantal parameters gepresenteerd wordt, dan kunnen de grafieken en tabellen naar rechts tot buiten het paginabereik 'doorlopen'. Deze gegevens worden zichtbaar door de schuifbalk (onder de figuren en tabellen, figuur 4.6-7) naar rechts te verplaatsen.

De boxplots kunnen worden opgeslagen door met de rechtermuisknop op het gewenste figuur te klikken en te kiezen voor de optie 'Save image as..'.

FIG. 4.6 VERSCHILLENDE ONDERDELEN VAN HET TABBLAD 'ABIOTIEK INZIEN'

Voor verdere uitleg, zie tekst.

- 1: Geselecteerde soortgroep;
- 2: Tabblad monitordata en gewenste (referentie) data;
- 3: Knoppen om data uit de tabellen te downloaden;
- 4: Dropdown menu's, met selectiemogelijkheden voor locatie, jaar, biologische groep en ESF;
- 5: Boxplots van berekende abiotiek van parameters;
- 6: Tabel met statistieken;
- 7: Schuifbalk.

The screenshot shows the 'Abiotiek bekijken' web application interface. It features a green header bar with the title 'Abiotiek bekijken'. Below the header, there is a text input field labeled 'Geselecteerde soortgroep: Macrofyten' (callout 1). Below this, there are two tabs: 'Huidige monitordata' and 'Gewenste (referentie) condities' (callout 2). The main content area contains several paragraphs of text explaining the data and how to use the application. Below the text, there are two buttons: 'Download abiotische data' and 'Download statistiek abiotische data' (callout 3). At the bottom, there is a form with four dropdown menus: 'Locatie:' (140216), 'Jaar:' (2005), 'Ecologische sleutelfactor:' (Habitatgeschiktheid), and 'Planttype:' (oeverplanten) (callout 4).



4.9 DIAGNOSE: Z-WAARDES BEKIJKEN

Nadat de monitor- en referentiedata zijn ingelezen, worden op de pagina ‘Z-waardes bekijken’ de berekende Z-waardes gepresenteerd. Op deze pagina is bovenaan in een groene balk te lezen welke soortgroep op de ‘Data inlezen’ pagina is geselecteerd (figuur 4.7-1).

De Z-waarde berekent de afwijking van de huidige situatie ten opzichte van de gewenste condities. Hogere Z-waardes indiceren een groter verschil tussen de huidige en gewenste toestand, en geven daarmee een indicatie voor een potentieel knelpunt. Op basis van de hoogte van deze Z-waardes geeft AqMaD een waardeoordeel voor de kans op knelpunten. De Z-waardes en bijbehorende waardeoordelen

zijn weergegeven in tabel 4.3; merk hierbij op dat voor waterplanten andere grenswaarden gelden dan voor oeverplanten en de overige biologische groepen.

De formules waarmee de Z-waardes worden berekend, staat vermeld in § 2.3. Specifieke verschillen in berekeningsmethode tussen soortgroepen staan beschreven in bijlage I.

TABEL 4.3 GRENSWAARDEN VAN Z-WAARDES VOOR DE SOORTGROEPEN EN DE BIJBEHORENDE WAARDEOORDELEN

Voor (submerse en drijvende) waterplanten worden andere grenswaarden gehanteerd dan voor diatomeeën, oeverplanten, macrofauna en vis.

Z-WAARDE (DIATOMEËN, OEVER- PLANTEN, MACROFAUNA, VIS)	Z-WAARDE (SUBMERSE EN DRIJVENDE PLANTEN)	WAARDEOORDEEL
> 1	> 0.75	Te hoog
1 tot 0.5	0.75 tot 0.5	Hoog
0.5 tot -0.5	0.5 tot -0.5	Geen afwijking
-0.5 tot -1	-0.5 tot -0.75	Laag
< -1	< -0.75	Te laag

De afwijkingen in de milieuparameters worden berekend voor oever- en waterplanten afzonderlijk. Voor waterplanten zijn de parameters stroming, peilfluctuaties en kwel niet opgenomen in de berekeningen, omdat de standaarddeviatie van de referentie voor deze parameters soms 0 is (en een Z-waarde niet kan worden berekend). De reden hiervoor is dat de waarden in de brondata voor deze parameters uit 0 of 1 bestaan.

Interpretatie van Z-waardes

De betekenis van te hoge of te lage Z-waardes kan per parameter verschillen. Hoge Z-waardes voor nutriënten betekenen vaak knelpunten voor stikstof of fosfaat. Voor de parameter 'doorzicht' daarentegen is een hoge Z-waarde veelal juist positief: de soortensamenstelling indiceert dan een hoger doorzicht ten opzichte van de referentiesituatie, terwijl lage Z-waardes indicatief zijn voor troebeler water. Moeilijker ligt dit bij 'substraat' parameters voor macrofauna. Deze Z-waardes kunnen alleen geïnterpreteerd worden aan de hand van informatie uit tabel 3.2. De codering van anorganisch substraat in deze tabel is gebaseerd op de korrelgrootte-

verdeling, en loopt van slib (lage waarden) naar stenen (hoge waarden). Bijgevolg indiceren hogere Z-waardes dat de anorganische fractie grover wordt, en lagere Z-waardes juist fijnere deeltjes. Ook voor vissen zijn diverse parameters (bv. talud-type, substraat, beschutting) die alleen maar geïnterpreteerd kunnen worden aan de hand van informatie uit [tabel 3](#) (in [bijlage I](#)).

Presentatie Z-waarden in tool

In de box onder de groene balk zijn drie tabbladen beschikbaar ([figuur 4.7-2](#)):

1. Overzicht;
2. Ruimte;
3. Tijd.

In elk van deze tabbladen zijn de berekende Z-waardes op een andere wijze gepresenteerd. De kleuren in de plots komen overeen met het oordeel dat aan de Z-waardes verbonden is ([tabel 4.3](#)). In de legenda's bij de plots staat steeds aangegeven welke kleuren bij welk oordeel horen. De verschillende figuren zijn steeds met behulp van dropdown menu's aan te passen ([figuur 4.7-4](#); [figuur 4.8-1](#); [figuur 4.9-1](#)).

De figuren kunnen worden opgeslagen door met de rechtermuisknop op het gewenste figuur te klikken en te kiezen voor de optie 'Save image as..'. Een uitzondering hierop is het kaartbeeld, in dit geval kan het figuur opgeslagen worden via de knop 'download Z-waarden kaart' ([figuur 4.8-3](#)).

Tot slot zijn de Z-waardes te exporteren via de knop 'Download alle berekende Z-waardes' op het tabblad 'Overzicht' ([figuur 4.7-3](#)). Dit betreft alle Z-waarden, zowel in de ruimte (op verschillende locaties) als in de tijd (dezelfde locatie op verschillende tijdstippen van bemonstering).

Tabblad 'Overzicht'

In het tabblad 'Overzicht' zijn de Z-waardes per jaar en per locatie in tabelvorm te bekijken (figuur 4.7-5). De Z-waardes worden alleen getoond voor locaties waarvan zowel de huidige (§ 4.6) als de gewenste soortensamenstelling (§ 4.7) is ingevoerd.

FIG. 4.7 TABBLAD 'OVERZICHT' OP DE PAGINA Z-WAARDES BEKIJKEN

- 1: *Balk waarin weergegeven wordt welke soortgroep er op de pagina Data inlezen geselecteerd is;*
- 2: *Knoppen waarmee gewisseld kan worden tussen de verschillende tabbladen waarin de Z-waardes op verschillende manieren weergegeven worden;*
- 3: *Knop waarmee Z-waardes geëxporteerd kunnen worden;*
- 4: *Dropdown menu's waarmee de data-presentatie in de overzichtstabel aangepast kan worden;*
- 5: *Overzichtstabel van de Z-waardes.*

Z-waardes bekijken

Geselecteerde soortgroep: Macrofyten

Overzicht

Presentatie Z-waardes op kaart

Tijdreeks Z-waardes

Dit tabblad bevat het overzicht van de Z-waardes wanneer op de pagina 'Data inlezen' zowel de huidige monitordata als de referentiedata ingevoerd zijn. De kleuren in de figuur geven het waardeoordeel over de hoogte van de Z-waardes voor de betreffende soortgroep; in Tabel 4.3 van de handleiding staat de klassengrenzen van de Z-waardes weergegeven voor de waardeoordelen. Via het dropdown menu kunnen locatiecode en jaar geselecteerd worden. Tevens kunnen alle Z-waardes worden gedownload.

Met de onderstaande knop kunnen alle berekende Z-waardes als csv-bestand geëxporteerd worden.

Download alle berekende Z-waardes

Locatie:

140216

Jaar:

2005

Soorttype:

oeverplanten

	Habitatgeschiktheid	
ZuurstofPerc	0.22	Klasse Te hoog (≥ 1.0) Hoog (0.5 - 1.0) Geen afwijking (-0.5 - 0.5) Laag (-1 - -0.5) Te laag (≤ -1.0) Niet bekend
Zuurstof	-0.22	
Zuurgraad	0.16	
TP	0.73	
TN	1.1	
Temperatuur	0.06	
Sulfaat	0.95	
Saliniteit	-0.17	
orthoP	0.59	

Tabblad 'Presentatie Z-waardes op kaart'

In het tabblad 'Presentatie Z-waardes op kaart' zijn de Z-waardes per jaar en per parameter op een kaart geprojecteerd (figuur 4.8-2). Hierbij zijn de kleurcodes aangehouden zoals weergegeven in tabel 4.3. De Z-waardes worden alleen getoond voor locaties waarvan zowel de huidige (§ 4.6) als de gewenste soortensamenstelling (§ 4.7) is ingevoerd.

FIG. 4.8 TABBLAD 'PRESENTATIE Z-WAARDES OP KAART' OP DE PAGINA 'Z-WAARDES BEKIJKEN'

- 1: Drop-down menu's waarmee de data op de kaart aangepast kan worden;
- 2: Ruimtelijk beeld van de Z-waardes;
- 3: Knop waarmee de kaart geëxporteerd kan worden.

Z-waardes bekijken

Geselecteerde soortgroep: Macrofyten

Overzicht Presentatie Z-waardes op kaart Tijdsreeks Z-waardes

Dit tabblad presenteert de uitkomsten van de Z-waardes op een kaart. De kleuren in de figuur geven het waardeoordeel over de hoogte van de Z-waardes voor de betreffende soortgroep; in Tabel 4.3 van de handleiding staat de klassengrenzen van de Z-waardes weergegeven voor de waardeoordelen. Via het dropdown menu kunnen het jaar van bemonstering en de parameter geselecteerd worden; downloaden van de Z-waardes is mogelijk via het tabblad "Overzicht".

Met de onderstaande knop kan de kaart als jpg-bestand geëxporteerd worden.

 download Z-waarden kaart

3

Jaar:

2005

Parameter:

Diepte

Type:

oeverplanten

1



2

Tabblad 'Tijdreeksen Z-waardes'

In het tabblad 'Tijdreeksen Z-waardes' zijn de Z-waardes per locatie en per parameter door de tijd heen weergegeven (figuur 4.9-2). Dit tabblad geeft de mogelijkheid om tijdreeksanalyses uit te voeren. De Z-waardes worden alleen die locaties getoond waarvan zowel de huidige (§ 4.6) als de gewenste soortensamenstelling (§ 4.7) is ingevoerd.

In figuur 4.9 is een tijdreeks zichtbaar voor abiotische parameters die zijn berekend voor macrofauna. Het aandeel van soorten van grover substraat lijkt toe te nemen. Voor chloride kon geen trend berekend worden, omdat de indicatiewaarde voor deze parameter voor de ingevoerde soorten onvoldoende bekend is (deze informatie moet voor tenminste vier soorten bekend zijn, zie § 4.8).

FIG. 4.9 TABBLAD 'TIJDREEKSEN Z-WAARDES' OP DE PAGINA Z-WAARDES BEKIJKEN

- 1: dropdown menu's waarmee de tijdreeksen aangepast kunnen worden;
- 2: tijdreeksen.

Z-waardes bekijken

Geselecteerde soortgroep: Macrofauna

Overzicht

Presentatie Z-waardes op kaart

Tijdreeks Z-waardes

Dit tabblad presenteert tijdreeksen van dezelfde monsterlocatie in een figuur. Deze figuren bieden inzicht in de trend over jaren, en levert antwoord op vragen als: indiceert de soortensamenstelling een verbetering voor bepaalde parameters na uitvoer van maatregelen? En wat is de autonome trend?

De kleuren in de figuur geven het waardeoordeel over de hoogte van de Z-waardes voor de betreffende soortgroep; in Tabel 4.3 van de handleiding staat de klassengrenzen van de Z-waardes weergegeven voor de waardeoordelen. Via het dropdown menu kunnen de locatie en de ecologische sleutelfactoren geselecteerd worden; downloaden van de Z-waardes is mogelijk via het tabblad 'Overzicht'.

Locatie:

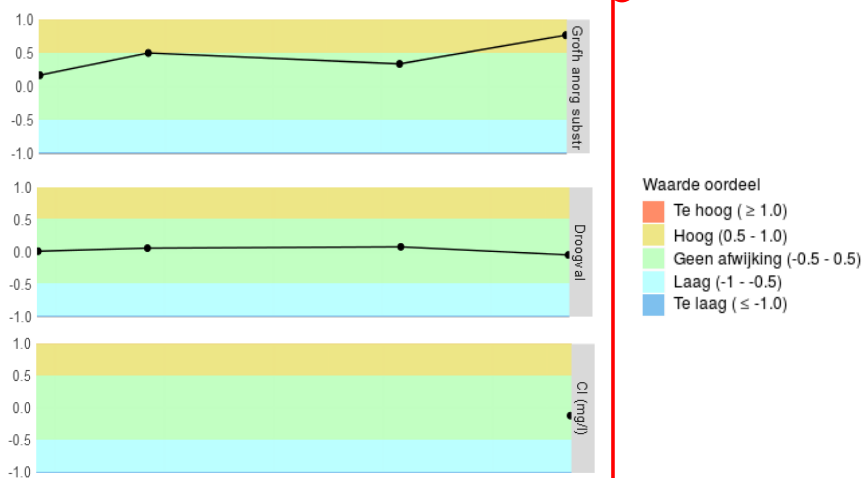
ALBL0013

Ecologische sleutelfactor:

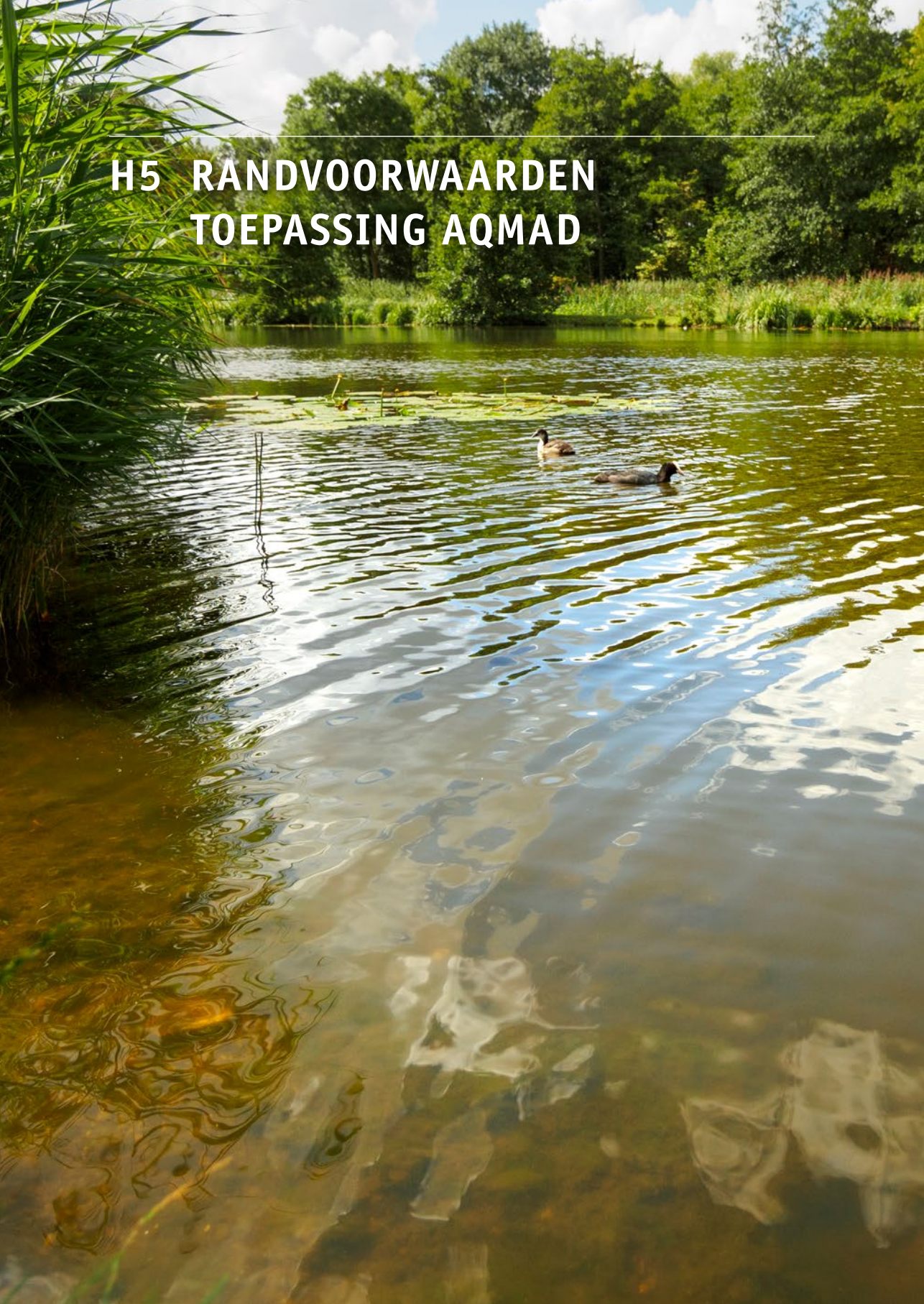
Habitatgeschiktheid

Soorttype:

Macrofauna_V2



H5 RANDVOORWAARDEN TOEPASSING AQMAD



De huidige webapplicatie van AqMaD bestaat uit een samenvoeging van verschillende losse excelversies van AqMaD. Afgesproken is om de functionaliteit van de losse Excel-versies in één webapplicatie onder te brengen en de gebruikersvriendelijkheid te vergroten. Hiermee is deze applicatie echter beslist nog niet 'af'. De functionaliteit kan op verschillende manieren verbeterd worden. Onderstaand worden deze besproken.

Hiernaast zijn er ook verschillende kanttekeningen voor toepassing van AqMaD. De afgelopen decennia is veel onderzoek uitgevoerd naar habitat- en milieupreferenties van soorten, met name voor het terrestrische milieu (Witte & Runhaar, 2000). Dit onderzoek blijkt telkens op dezelfde knelpunten te stuiten. Mede hierdoor wordt er in het waterbeheer nog maar weinig gebruik gemaakt van de indicatiewaarde van soorten.

Onderstaand worden een aantal belangrijke knelpunten en randvoorwaarden voor gebruik van AqMaD besproken.

5.1 OPBOUW EN KWALITEIT VAN DATASETS

De opbouw van de dataset heeft grote invloed op de preferenties van soorten. Veelal zijn de data niet optimaal verdeeld, zo zijn er bijvoorbeeld veel meer monsters van eutrofe locaties dan van oligotrofe locaties. Bij dergelijke onevenwichtig opgebouwde datasets trekt het berekende gewogen gemiddelde sterk naar eutrofe condities, en hoeven de berekende optima's niet overeen te komen met de daadwerkelijke optimale milieucondities voor deze soort. Hierbij moet bedacht worden dat niet alleen het optimum, maar ook de hoogte en hele vorm van de kansfunctie beïnvloed wordt door de keuze van monsterlocaties (Witte & Runhaar, 2000). Bij voorkeur wordt gestreefd naar een zo evenwichtig mogelijk opgebouwde dataset, maar dit is lang niet altijd voor alle parameters in de dataset mogelijk.

Hiernaast zijn standplaatsen vaak heterogeen. Dit betekent dat er op een korte afstand veel variatie in de waarden van parameters is. Om de standplaatsfactoren voor soorten goed in beeld te brengen, moet de locatie van bemonstering van abiotiek op dezelfde locatie zijn als die van de biota. Voor de huidige datasets is dit lang niet altijd het geval.

Tot slot zijn van veel relevante milieufactoren geen of incomplete informatie voorhanden. Dit geldt bijvoorbeeld voor veel sediment-gerelateerde parameters voor

.....

waterplanten, maar ook voor het zuurstofgehalte van het water, waarbij vooral de minimum-waarden doorslaggevend zullen zijn voor veel macrofauna-soorten.

5.2 VERSCHILLEN IN PREFERENTIES TUSSEN REGIO'S EN WATERTYPEN

Een ander belangrijk punt is de geldigheid van de habitat- en milieupreferenties van soorten. Bij de huidige webapplicatie wordt er vanuit gegaan dat de preferenties in de landelijke datasets overal in Nederland gelden. In deze datasets wordt echter geen rekening gehouden met verschillen in watertypen of regio's. Uit een data-analyse van Jaarsma (2016) blijkt dat zowel de regio als het watertype van grote invloed is op de berekende preferenties van waterplantensoorten. Zo komen dezelfde soorten in sloten vaak bij hogere nutriëntenconcentraties voor dan in meren. Op gelijke wijze hadden dezelfde waterplantensoorten verschillende optima in Hoog- en Laag-Nederland. Hieruit wordt de conclusie getrokken dat betere resultaten mogelijk zijn met regionale datasets die zijn uitgesplitst naar watertype. Op dit ogenblik is onduidelijk hoe groot dit knelpunt is voor toepassing van de landelijke datasets van diatomeeën, macrofauna en vis.

5.3 CAUSALE RELATIES NIET BEKEND

Een algemeen probleem met veldgegevens is dat veel parameters sterk aan elkaar zijn gecorreleerd. Hierdoor zijn de berekende preferenties van parameters niet altijd direct 'sturend' voor de soortensamenstelling van levensgemeenschappen. Er zijn echter nog maar weinig experimenten uitgevoerd met complete levensgemeenschappen, waardoor causale relaties lang niet altijd duidelijk zijn. Dit vergroot de kans op schijn(cor)relaties en – bijgevolg – foute interpretaties van de gegevens. Dit kan zoveel mogelijk voorkomen worden door alleen parameters te gebruiken waarvan bekend is dat deze van directe invloed zijn (Verdonschot, 2015). Een dergelijke selectie is in deze webapplicatie nog niet uitgevoerd.

Los hiervan kan uit de resultaten niet worden afgeleid wat de oorzaak is van een bepaald knelpunt. Zo kan uit de analyse naar voren komen dat de stroomsnelheden in een beek lager zijn dan in de referentiesituatie. De oorzaken voor deze verlaagde stroomsnelheden moeten dan bij de systeemanalyse achterhaald worden. In het ene gebied kan dit veroorzaakt zijn door afname van kwel, terwijl in een andere beek verstuwung hiervoor verantwoordelijk is. De oorzaken van de geconstateerde knelpunten kunnen dus per gebied verschillen.

5.4

NAIJLEN

Hiernaast komen veranderingen in de abiotische condities van de standplaats van soorten vaak pas na vele jaren tot uitdrukking in het veld. Dit verschijnsel staat bekend onder de term ‘naijlen’. Zo kunnen bijvoorbeeld plantensoorten met veel ondergrondse reserves (door wortelstokken en wortelknollen) lang standhouden, ook als de condities verslechteren. Wanneer je het voorkomen van een plantensoort in verband wilt brengen met metingen aan de groeiplaats, moet je er zeker van zijn dat de plant in evenwicht verkeert met de abiotische condities en daar niet staat als een relict uit betere tijden. Dit probleem kan (deels) opgelost worden door gebruik te maken van de indicatiewaarde van kortlevende soorten. Een dergelijke stap is nog niet in AqMaD doorgevoerd.

5.5

REKENMETHODE

Bij de toepassing van de habitat- en milieupreferenties zijn vele rekenmethodes mogelijk. Voorbeelden hiervan zijn wel of niet meenemen van abundantie, de benodigde transformatie van de abundantie-data en gebruik van weegfactoren voor de indicatiewaarde voor specifieke milieucondities.

Een goed voorbeeld van de meerwaarde van andere rekentechnieken voor macrofauna wordt gegeven door Verberk *et al.* (2012). Deze auteurs laten zien dat bij toepassing van de huidige rekentechniek in AqMaD er betrekkelijk geringe absolute verschillen in ‘trofie’ worden berekend langs een trofiegradiënt. Dit komt omdat het merendeel van de macrofaunasoorten indicatief is voor mesotrofe tot eutrofe condities. Echter, een locatie kan al als ‘oligotroof’ worden gekarakteriseerd als er slechts enkele soorten in voorkomen die indicatief zijn voor deze condities. Via de huidige rekenmethode echter valt het effect van het lage aantal ‘oligotrofe’ soorten weg ten opzichte van vele andere ‘meso- tot eutrofe’ soorten. In dit geval loont het om bij de berekening voor de relatieve verschillen tussen locaties per factor te berekenen. Dit kan door de scores uit te drukken als percentage van resp. het aantal oligo-, meso- en eutrofe soorten op een referentielocatie. Dit leidt tot beduidend betere resultaten (zie Verberk *et al.*, 2012, voor details van deze rekenmethode en resultaten). Deze methode wordt nu nog niet in AqMaD toegepast, maar kan vrij eenvoudig geïmplementeerd worden.

Tot slot is in de beschikbare landelijke datasets de respons van soorten per factor afzonderlijk (mono-factorieel) uitgewerkt. In het veld bepaalt echter het samenspel van verschillende factoren of een soort al dan niet kan voorkomen. Illustratief in dit verband is bijvoorbeeld de effecten van N en P op waterplanten. Bij analyses waarbij alleen gekeken wordt naar de verbanden tussen N of P op de waterplantensamenstelling, zijn de verbanden zwak. Deze verbanden worden echter beduidend beter wanneer voor P eerst de monsters worden verwijderd waar N limiterend is, en omgekeerd. Op deze manier wordt een beter beeld verkregen van het daadwerkelijke effect van stikstof en fosfaat op de samenstelling van waterplantengemeenschappen.

5.6. BESCHIKBAARHEID VAN SOORTENLIJSTEN REFERENTIE

Los van bovengenoemde knelpunten moet er ook een goede beschrijving zijn van de referentie- of gewenste toestand, zowel in termen van soorten als van abiotiek. Immers, om tot een diagnose (knelpuntenanalyse) te komen, moet de huidige situatie worden vergeleken met een bepaalde gewenste toestand. Bij AqMaD wordt uitgegaan van de referentiebeschrijvingen van de KRW-watertypen (Van der Molen & Pot, 2007). Het probleem voor de toepassing van AqMaD is dat niet voor alle soortgroepen goede referentiebeschrijvingen van de KRW-watertypen beschikbaar zijn. Alleen voor waterplanten zijn dergelijke soortenlijsten voorhanden; voor de andere groepen (diatomeeën, macrofauna, vis) zijn er geen referentiesoortenlijsten die (direct) in AqMaD gebruikt kunnen worden. Dit betekent dat voor deze soortgroepen er geen vergelijking gemaakt kan worden tussen de huidige en referentie-toestand. Als alternatief hiervoor kan zelf een monster gekozen worden voor de ‘gewenste toestand’, waarmee de huidige situatie kan worden vergeleken. In hoofdstuk 4 wordt hier nader op ingegaan.

5.7 VALIDATIE

Aanbevolen wordt om de resultaten van AqMaD op verschillende manieren te valideren. Allereerst betreft dit de validatie van de huidige, landelijke datasets met habitat- en milieupreferenties van soorten. Op dit ogenblik zijn deze gevalideerd voor waterplanten, diatomeeën en macrofauna. Tijdens deze validatie zijn diverse knelpunten naar voren gekomen. In het vervolg kunnen verbeteringen gezocht worden door andere rekenmethodes, regionalisering van datasets, wel/geen abundantie meenemen, weegfactoren, enzovoorts (zie hierboven).

Voorts kunnen de resultaten van de biologische waterbeoordeling vergeleken worden met de resultaten van de abiotische systeemanalyse (ESF systematiek). Mogelijk geeft een vergelijking met deze resultaten ook aanwijzingen voor verbeteringen van AqMaD.

A photograph of a pond with lily pads and reeds. The water is calm, reflecting the sky and the surrounding vegetation. The sky is blue with scattered white clouds. The lily pads are green and some are yellowed. The reeds are tall and thin, with some showing signs of decay.

H6 LITERATUURLIJST

-
- Buijse T. (2016) Notitie AqMaD vissen. Memo Deltares.
- De Lyon M.J.H. & Roelofs, J.G.M. (1986) Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid. Katholieke Universiteit Nijmegen, Laboratorium voor Aquatische Oecologie.
- Elshout, P.M.F., L.M. Dionisio Pires, R.S.E.W. Leuven, S.E. Wendelaar, Bonga and A.J. Hendriks (2013) Low oxygen tolerance of different life stages of temperate freshwater fish species. *Journal of Fish Biology* 83: 190–206.
- Franken, R.J.M., J.P.P. Gardeniers & E.T.H.M. Peeters (2006) Handboek Nederlandse Ecologische Beoordelingssystemen (EBEO-systemen), Deel A. Filosofie en beschrijving van de systemen.
- Jaarsma, N. (2016) Vergelijkende analyse milieuindicatiewaarden macrofyten. Rapport Nico Jaarsma Ecologie en Fotografie, in opdracht van STOWA.
- Kolkwitz R. & Marsson M. 1902. Grundsätze für die biologische beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. *Mitt. Prüfungsanst. Wasserversorg. Abwasserreinig.* 1: 33-72.
- Kolkwitz R. & Marsson M. 1908. Ökologie der pflanzlichen Saprobien. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 26: 505-519.
- Kolkwitz R. & Marsson M. 1909. Ökologie der tierischen Saprobien. *Int. Rev. Hydrobiol.* 2: 126-152.
- Kroes, M.J., F.T. Vriese & W.A.M. van Emmerik (2007) Vis in stromende wateren. Deel 1: Doelvariabelen, stuurvariabelen, ingrepen en maatregelen. VisAdvies BV, Utrecht. Projectnummer VA2006_56B, 40 pag
- Naumann E. 1932. Grundzüge der regionalen Limnologie. In: *Die Binnengewässer* Bd 11, Stuttgart.
- Pot, R. (2004) Veldgids Water- en oeverplanten. Uitgave KNNV veldgids 17
- Quak, J., 1993. De Visstand in stromende wateren. In: RAAT, A. J. P. (ed.) Vismigratie, Visgeleiding en Vispassages in Nederland. Nieuwegein: Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Reeze, B. & T. Buijse (2015) Ecologische sleutelfactoren voor stromende wateren, een methodiek in ontwikkeling. STOWA-rapport nummer 2015-W-06.
- Schep, S., Van der Wal, B. & Van der Wijngaart, T. (2015) Ecologische sleutelfactoren voor het herstel van onderwatervegetatie: toepassing van de ecologische sleutelfactoren 1, 2 en 3 in de praktijk. STOWA-rapport nummer 2015-17.
- Schiphouwer, M.E. (2011) Beoordelingsmethodiek habitatgeschiktheid voor vissen. Het watersysteem van Waterschap Rivierenland modelmatig bekeken. M.Sc.-thesis Milieukunde Universiteit Nijmegen.

-
- Thienemann A. 1912. Biologische Seetypen und die Gründung einer hydrobiologischen Anstalt am Bodensee. Arch. Hydrobiol. 13: 347.
- Tolkamp, H.H. & Gardeniers J.J.P. (1988) De ontwikkeling van de biologische waterbeoordeling in Nederland. Van weten naar meten. In: Roijackers, R.M.M. (ed.): Hydrobiologische onderzoek in Nederland, fundamentele en toepassingsgerichte aspecten. Publikatie No. 6 van de Hydrobiologische vereniging, Amsterdam.
- Van Dam, H (2010). Ontwikkeling module diatomeeën voor KRW-verkenner. In opdracht van: STOWA. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur. Amsterdam. Rapport 906 (concept).
- Van der Molen, D.T. & R. Pot (eds.). (2007). Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn water. Stowa rapport 2007-32 / RWS-WD 2007-018
- Verberk WCEP, Verdonschot PFM, Van Haaren T & B van Maanen (2012). Milieu- en habitatpreferenties van Nederlandse zoetwatermacrofauna. Werkgroep Ecologisch Waterbeheer (WEW), subgroep Autecologie
- Verdonschot, P.F.M. (2015) Ecologisch raamwerk voor aquatische ecosystemen. Visie op aquatisch ecosysteem functioneren en afgeleide parameters voor modelontwikkeling en waterbeheer. STOWA rapport 2015-29.
- Verdonschot, 2011. Interne rapportage: Kennisregels macrofauna AqMaD. Alterra rapport in opdracht van Deltares. Referentie nummer 1201728-000
- Westhoff, V., P.A. Bakker, C.G. van Leeuwen, E.E. van der Voo, R. Westra (1970) Wilde planten, Flora en vegetatie in onze natuurgebieden, deel 1, 2 en 3. Uitgave Natuurmonumenten.

.....

BIJLAGE I BEREKENINGSMETHODIEK AQMAD



Onderstaand staan de stappen van de rekenmethode van AqMaD toegelicht; dit betreft:

1. Controle van de naamgeving van soorten;
2. Beschrijving van de basisgegevens per soortgroep;
3. Rekenmethode abiotiek op basis voor invoer soortensamenstelling;
4. Rekenmethode statistiek (gemiddelde, standaarddeviatie, percentielen, Z-waardes).

Ad. 1. Controle van de naamgeving van soorten

Voor iedere soortgroep is er een bestand, dat voor iedere soort de habitat- en milieu-preferenties bevat. Voor de naamgeving van soorten in dit bestand is de TWN soortenlijst gehanteerd. Bij de start van het programma wordt gecontroleerd of de naamgeving van de soorten die zijn aangeleverd overeenkomt met de TWN soortenlijst.

Wanneer AqMaD een berekening uitvoert, dan wordt een zogeheten log-bestand aangemaakt, met informatie over de berekening. Wanneer er soorten worden ingevoerd die AqMaD niet herkend (vanwege onbekende soortnamen of niet conform TWN-naamgeving), dan worden deze namen vermeld in dit log-bestand. De niet herkende soorten worden uiteraard niet meegenomen in de verdere berekeningen.

Ad. 2. Beschrijving basisgegevens per soortgroep

In AqMaD verschillen de bronbestanden per soortgroep (waterplanten, diatomeeën, macrofauna en vissen). In onderstaande tekst wordt voor deze bronbestanden besproken.

Waterplanten

Voor waterplanten zijn er twee bronbestanden. Het eerste bestand geeft aan of een betreffende soort gebonden is aan: 1) water, 2) oever, 3) zowel in water als oever of 4) groeiplaats onbekend. Op basis hiervan wordt de ingelezen monitoringsdata van macrofyten onderverdeeld in resp. water- en oeverplanten (waarbij categorie 3 amfibische soorten betreft, die zowel tot de water- (categorie 1) als oeversoorten (cat. 2) worden gerekend).

Een tweede bestand geeft – per parameter – een overzicht van de habitat- en milieu-preferenties van de soorten. In het geval van waterplanten betreft dit de gemiddelde waarde per parameter. Deze file bevat gegevens voor 761 soorten Nederlandse waterplantsoorten. In [tabel 1](#) vindt u een overzicht van de abiotische parameters in dit

bestand. Alle abiotische parameters die in de brondata voorkomen worden in AqMaD gebruikt voor de berekening van abiotiek-, statistiek- en Z-waardes.

TABEL 1 OVERZICHT VAN DE ABIOTISCHE PARAMETERS IN DE BRONDATA VAN WATERPLANTEN

ABIOTISCHE PARAMETER	EENHEID	ABIOTISCHE PARAMETER	EENHEID
Temperatuur	°C	NO ₂ ⁻	mg/L
pH	-	NO ₃ ⁻	mg/L
EGV	-	Chlorofyl-a	µg/L
Doorzicht	meter	Phaeo	µg/L
Diepte	meter	K	mg/L
Bodemzicht	Factor (0-1)	Ca	mg/L
O ₂	mg/L	Fe	mg/L
O ₂ %	(%)	Mg	mg/L
BZV	mg/L	Na	mg/L
CZV	mg/L	Cl	mg/L
P-totaal	mg/L	SO ₄	mg/L
Ortho-P	mg/L	HCO ₃ ⁻	mg/L
N-totaal	mg/L	Zn	ug/L
N-Kjeldahl	mg/L	Zwevende stof	mg/L
NH ₃	mg/L	Saliniteit	ppt
NH ₄	mg/L		

Macrofauna

Bij macrofauna wordt er één bronbestand voor de berekeningen gebruikt. Dit bestand geeft een overzicht per soort van de abiotische omstandigheden waarbij de soort wordt aangetroffen op basis van categorieën. Per abiotische parameter is over de categorieën 10 punten verdeeld om de specifieke eisen van de soort weer te geven (Verberk *et al.*, 2012). Tevens is er een gemiddelde situatie berekend op basis van deze punten, maar deze wordt in de huidige berekenmethode niet gebruikt. Daarnaast is er een weegfactor berekend, die aangeeft hoe indicierend een macrofauna soort is voor een specifieke abiotische conditie (zie verderop in deze bijlage). Deze file bevat deze gegevens voor 2.467 soorten en genera van in Nederland voorkomende macrofauna. In een groot deel van de gevallen zijn voor deze taxa de abiotische kenmerken niet of slechts deels bekend. In [tabel 3.3 \(hoofdstuk 3\)](#) vindt u een overzicht van de abiotische parameters in de brondata.

De oorspronkelijke parameters Diepte, Oppervlak en Substraat uit Verberk *et al.* (2012) zijn in [tabel 3.3 \(hoofdstuk 3\)](#) uitgesplitst in specifiekere geformuleerde parameters. De oorspronkelijke parameters in Verberk *et al.* (2012) bevatten namelijk gecombineerde informatie van verschillende parameters. Zo was de parameters oppervlak en isolatiegraad in één parameter vervat; aanvullend hierop is het substraat nu in verschillende categorieën gesplitst (anorganisch, organisch, waterplanten, overig), zie ook [tabel 2](#)).

TABEL 2 VERVANGING VAN PARAMETERS UIT VERBERK *ET AL.* (2012) DOOR UITGESPLITSTE PARAMETERS

Voor verdere toelichting, zie tekst.

OORSPRONKELIJKE PARAMETER	VERVANGENDE ABIOTISCHE PARAMETER
Diepte	Diepte, Stroming, Substraat
Oppervlak	Oppervlak, Isolatie
Substraat	Substraat (ingedeeld in categorieën grofheid anorganisch, grofheid organisch, waterplanten, overig)

Diatomeeën

Bij diatomeeën is er één bronbestand voor de berekeningen. Dit bestand bevat een overzicht van het gewogen gemiddelde per parameter per soort. In totaal zijn deze gegevens voor 417 Nederlandse diatomeeën taxa beschikbaar. In [tabel 3](#) vindt u een overzicht van de abiotische parameters in de brondata. Alle abiotische parameters die in de brondata voorkomen worden in AqMaD gebruikt in de abiotiek-, statistiek- en Z-waarde berekening.

TABEL 3 OVERZICHT VAN DE ABIOTISCHE PARAMETERS VOOR DIATOMEËN

ABIOTISCHE PARAMETER	EENHEID	ABIOTISCHE PARAMETER	EENHEID
Diepte	meter	N-Kjeldahl	mg N per liter
Temperatuur	°C	NH ₃	mg N per liter
Doorzicht	meter	NH ₄	mg N per liter
Zwevende stof	mg per liter	NO ₂	mg N per liter
Chlorofyl-a	µg per liter	NO ₃	mg N per liter
pH	-	NO ₂ + NO ₃	mg N per liter
EC	mS per meter	N/P ratio	ratio
IR	-	O ₂	%
Ca	mg per liter	BZV na 5 dagen	mg per liter
K	mg per liter		
Cl	mg per liter		
SO ₄	mg per liter		
P-totaal	µg per liter		
Ortho-P	µg per liter		
N-totaal	mg N per liter		
Organisch N	mg N per liter		

Vissen

Voor vissen zijn er drie bestanden beschikbaar, namelijk de habitat- en milieu-preferenties per soort voor 1) ei/larve, 2) juveniel en 3) adult. De bronbestanden geven een overzicht per soort van de abiotische omstandigheden waarbij de soort wordt aangetroffen op basis van categorieën, waarbij met 1 of 0 wordt aangegeven wat de preferenties van soorten zijn. Wanneer voor een bepaalde parameter continue waardes beschikbaar waren, dan is hier een gemiddelde waarde van berekend. De basisdata bevat deze gegevens voor 51 Nederlandse vissoorten. In [tabel 4](#) vindt u een overzicht van de abiotische parameters in de brondata.

Op dit ogenblik rekent AqMaD alleen met de gegevens van adulte vis. Voor deze groep gebruikt AqMaD het gemiddelde van de parameters Temperatuur, Stroomsnelheid, Diepte en Zuurgraad, voor de berekening van de abiotiek, statistiek en Z-waardes.

TABEL 4 OVERZICHT VAN DE ABIOTISCHE PARAMETERS IN DE BRONDATA VAN VISSSEN

LOEC = lowest observed effect concentration, LC50 = lethale concentratie waarbij 50% sterfte optreedt; LC100 = lethale concentratie waarbij 100% sterfte optreedt.

NR	ABIOTISCHE PARAMETER	TYPE	WAARDE	EENHEID
-	Gilden maatlat voor vis in meren	Tekst	- eurytoop - plantminnend - eurytoop/plantminnend - zuurstoftolerant	-
-	Gilden maatlat voor vis in rivieren	Categorie	1. eurytoop 2. habitat-gevoelig 3. migratie regionaal/zee 4. reofiel	Binair (0/1)
1	Temperatuur	Categorie	1. > 5 – 10 °C 2. > 10 – 15 °C 3. > 15 – 20 °C 4. > 20 – 25 °C 5. > 25 – 30 °C 6. > 30 °C	Binair (0/1)
		Continue	gemiddelde minimum maximum	°C
2	Stroomsnelheid	Categorie	1. ≤ 0,05 m/s 2. > 0,05 – 0,10 m/s 3. > 0,10 – 0,30 m/s 4. > 0,30 – 0,50 m/s 5. > 0,50 – 1,00 m/s 6. > 1,00 m/s	Binair (0/1)
		Continue	gemiddelde minimum maximum	m/s
3	Diepte	Categorie	1. ≤ 0,3 m 2. 0,3 – 0,5 m 3. 0,5 – 1,0 m 4. 1,0 – 3,0 m 5. > 3,0 m	Binair (0/1)
		Continue	gemiddelde Minimum Maximum	m
4	Taludtype	Categorie	1. hoofdstroom 2. flauw (< 1:4) 3. steil (> 1:4)	Binair (0/1)
5	Substraat	Categorie	1. stenen 2. grind 3. zand 4. slib 5. organische detritus 6. (geïnnundeerde) vegetatie 7. boomwortels 8. overig	Binair (0/1)

NR	ABIOTISCHE PARAMETER	TYPE	WAARDE	EENHEID
6	Beschutting	Categorie	1. holle oever 2. overhangende vegetatie 3. boomwortels 4. vegetatie 5. grind/stenen 6. obstakels 7. diepe kommen 8. open water 9. in de bodem 10. zoetwatermosselen	Binair (0/1)
7	Zuurgraad	Categorie	1. pH: 4 – 5 2. pH: 5 – 6 3. pH: 6 – 7 4. pH: 7 – 8 5. pH: 8 – 9 6. pH: 9 – 10 7. pH: 10 – 11	Binair (0/1)
		Continue	gemiddelde minimum maximum	pH
8	Paaitijd	Continue	minimum maximum	maand van jaar
9	Zuurstof	Continue	minimum maximum LOEC LC50 LC100	mg/l

Ad. 3. Rekenmethode Abiotiek

Voor de berekening van de abiotiek op basis van de soortensamenstelling worden nu in AqMaD drie rekenmethodes toegepast, namelijk op basis van:

1. de gevonden soorten;
2. zowel soorten, als aantal individuen per soort;
3. zowel soorten, aantal individuen per soort, als wegingsfactor voor parameters.

In tabel 5 is aangegeven welke rekenmethode voor welke soortgroep is toegepast.

TABEL 5 OVERZICHT VAN DE REKENMETHODES VOOR DE VERSCHILLENDE SOORTGROEPEN IN AQMAD

SOORTGROEP	BEREKENINGSMETHODIEK
Macrofyten	Soorten
Diatomeeën	Soorten en aantallen
Macrofauna	Soorten, aantallen en wegingsfactor
Vissen	Soorten

De uitvoer van de berekeningen verschilt ook op basis van de informatie die in de brontabellen beschikbaar is. Hierbij varieert de uitvoer van numeriek tot categorisch. In de volgende paragrafen staan bovengenoemde drie rekenmethodes toegelicht:

Ad. 1. Berekening abiotiek op basis van soorten

Bij een berekening op basis van alleen de soortenlijst wordt per soort de corresponderende abiotische waarden uit de bronbestanden opgehaald. Al deze waarden worden aangeleverd aan de Z-waarde berekening.

$$Abiotiek_{(monster)} = \sum_{n=soort}^N Abiotiek_{soort}$$

Ad. 2. Berekening abiotiek op basis van soorten en individuen

Bij een berekening op basis van zowel soorten als aantal individuen worden per soort de corresponderende abiotische waarden uit het bronbestand gehaald en gewogen gemiddeld naar gelang het aantal individuen. Hierdoor tellen de abiotische waarden van een veelvuldig voorkomende soort sterker mee. Deze waarden worden aangeleverd aan de Z-waarde berekening:

$$Abiotiek_{(monster)} = \sum_{n=soort}^N Abiotiek_{soort+individu\ 1} + Abiotiek_{soort} + \dots$$

Ad. 3. Berekening op basis van soorten, aantallen en weegfactor

Bij een berekening op basis van soorten, individuen en wegingsfactor worden per soort de corresponderende abiotische waarden uit het bronbestand gehaald en gewogen gemiddeld (zie hierboven). Aanvullend hierop wordt gewogen hoe representatief een soort is voor een abiotische parameter en – specifiek voor de weging – hoe representatief een soort is voor een bepaalde range van een abiotische

.....

parameters. Sommige soorten komen over slechts een nauwe range van een bepaalde parameter voor, en zijn dus sterk indicierend (en krijgen een hoge wegingsfactor). Voor andere parameters kan de soort over een brede range voorkomen; voor deze parameter is de soort dan niet of nauwelijks indicierend; deze parameters krijgen voor de betreffende soort een lage wegingsfactor. Deze methodiek is afgeleid van de methodes beschreven in Verdonschot (2011) en Verberk (2012).

De weging naar het aantal individuen vindt plaats door de $\log_2(x+1)$ te nemen van het aantal individuen per soort.

$$\text{LogIndv}_{\text{soort}} = \text{Log2}(\text{aantal}_{\text{soort}} + 1)$$

$$\text{Weging}_{\text{cat}} = \sum (\sum_{n=\text{soort}}^n (\text{Punten}_{\text{cat,soort}} * \text{Weegfactor}_{\text{parameter, soort}} * \text{LogIndv}_{\text{soort}}))$$

$$\text{Punten}_{\text{cat}} = \frac{\text{Weging}_{\text{cat}}}{\sum (\text{Weging}_{\text{cat}})} * 10$$

$$\text{Abiotiek}_{\text{monster}} = \sum_{n=\text{parameter}}^n (\sum_{n=\text{cat}}^n (\text{Waarde}_{\text{cat}}))$$

Waar:

- $\text{Aantal}_{\text{soort}}$ = aantal individuen gevonden van de betreffende soort
- $\text{LogIndv}_{\text{soort}}$ = Logaritmisches afgeleide van aantal individuen van de soort
- $\text{Punten}_{\text{cat, soort}}$ = Waarde van punten toegevoegd per soort per categorie van de abiotische parameter
- $\text{Punten}_{\text{cat}}$ = Waarde van punten berekend per categorie van de abiotische parameter
- $\text{Weegfactor}_{\text{parameter, soort}}$ = Weegfactor bepaald per soort voor een specifieke abiotische parameter
- $\text{Weging}_{\text{cat}}$ = Waarde van punten per categorie van de abiotische parameter verrekend naar de specificatie van eisen van de soort en het aantal gevonden individuen

De weegfactor wordt berekend op basis van categorische data van de abiotische parameter en een puntenaantal van 10 verdeeld over de abiotische parameter. In elk van deze categorieën is aangegeven of de soort voorkomt en in welke mate door middel van het aangeven van punten. Naar mate een soort in minder categorieën voorkomt en meer punten in een categorie zijn ondergebracht, heeft deze een

specifieke voorkeur voor de abiotische parameter. Hieruit wordt een wegingsfactor berekend die tussen 1 en 0 ligt.

Weegfactor op basis van categorieën

$$Weegfactor_{cat} = \frac{\left(1 - \frac{N_{soort}}{N_{parameter}}\right)}{\left(\frac{N_{parameter} - 1}{N_{parameter}}\right)}$$

Waarbij:

- N_{soort} = aantal categorieën voor de abiotische parameter droogval waarbij de soort voorkomt
- $N_{parameter}$ = totaal aantal categorieën voor de abiotische parameter

Weegfactor op basis van punten

$$Weegfactor_{punt} = \frac{Max(Punten_{soort})}{Sum(Punten_{soort})}$$

Waarbij:

- Puntensoort = punten per categorie van droogval voor de betreffende soort

Uiteindelijke weegfactor

De uiteindelijke weegfactor wordt bepaald door de weegfactor van categorieën en de weegfactor van het aantal punten met elkaar te vermenigvuldigen en hier het kwadraat van te nemen.

$$Weegfactor_{parameter, soort} = (Weegfactor_{cat} * Weegfactor_{punt})^2$$

Onderstaand zijn twee voorbeelden opgenomen waarbij de weegfactor voor een abiotische categorie voor een soort is berekend.

VOORBEELD 1

DROOGVAL					
	niet droogvallend	korter dan 6 wk	6 wk - 3mnd	3-5 mnd	langer dan 5 mnd
<i>Ablabesmyia</i>	7	2	1		

In het geval van het voorbeeld komt dit neer op:

- Weegfactor voor de categorieën:
 $(1 - 3/5)/(4/5) = 0,5$
- Weegfactor voor het punten aantal:
 $7/10 = 0,7$
- Weegfactor van *Ablabesmyia* voor Droogval:
 $(0,5 * 0,7)^2 = 0,1225$

VOORBEELD 2

SUBSTRAAT									
	Grofheid anorganisch substraat					Grofheid organisch substraat			overig
	slib	klei & leem	zand (fijn & grof)	grind (fijn, matig & grof)	stenen	fijne detritus	grove detritus	hout	waterplanten
<i>Ablabesmyia longistyla</i>	2	2	2			2			2

In dit voorbeeld worden 4 weegfactoren uitgerekend, te weten voor 1) grofheid anorganisch substraat, 2) grofheid organisch substraat, 3) waterplanten en 4) overig.

Weegfactor voor de categorieën:

1. $6/10 = 0,6$
2. $2/10 = 0,2$
3. $2/10 = 0,2$
4. $0/10 = 0$

Weegfactor voor punten aantal:

1. $2/10 = 0,2$
2. $2/10 = 0,2$
3. $2/10 = 0,2$
4. $0/10 = 0$

Weegfactor van *Ablabesmyia longistyla* voor Substraat:

1. $(0,6 * 0,2)^2 = 0,0144$
 2. $(0,2 * 0,2)^2 = 0,0016$
 3. $(0,2 * 0,2)^2 = 0,0016$
 4. $(0 * 0)^2 = 0$
-

Ad. 4. Rekenmethode statistiek

Bij de statistiek berekening is er een onderscheid gemaakt tussen de statistiek die aan de hand van meerdere categorieën binnen een abiotische parameter berekend moeten worden en de statistiek die aan de hand van een indicerende waarde voor de abiotische parameter berekend worden (binair (0/1), gemiddelde). Hieronder worden beide rekenmethodes beschreven. In de huidige versie van AqMaD vindt alleen de macrofauna berekening plaats op basis van categorieën binnen een abiotische parameter.

Berekening statistiek op indicerende waarde voor parameter

Bij deze berekening wordt per abiotische parameter het gemiddelde, standaard-deviatie, minimum, 25% kwartiel, mediaan, 75% kwartiel en het maximum bepaald. Ook wordt bepaald hoeveel waarden er gebruikt zijn om de statistieken op te maken, dit zijn in essentie het aantal gevonden soorten. Wanneer het aantal individuen van belang is wordt deze waarde meegewogen (zie hierboven).

Berekening statistiek op basis van categorieën binnen parameter (alleen voor macrofauna)

Bij de berekening van statistiek vanuit de verschillende categorieën binnen een abiotische parameter wordt er een waarde bepaald voor de abiotische parameter en de standaarddeviatie waarmee deze waarde kan afwijken. De onderstaande formules worden hiervoor gebruikt. Doordat het om categorieën gaat worden er geen andere statistieken berekend zoals de kwartielen, mediaan en minimum en maximum waarde.

$$Waarde_{parameter} = \frac{Score_{cat} * Waarde_{cat}}{\sum (Waarde_{cat})}$$

$$STDEV_{parameter} = \sqrt{\sum ((Score_{cat} - Waarde_{parameter})^2 * Waarde_{cat}) * (1 - \sum Waarde_{cat})}$$

Berekeningsmethodiek Z-waarden AqMaD (alle soortgroepen)

De Z-waarde berekening is voor alle soortgroepen hetzelfde. Hier wordt op basis van de waarde voor de parameter en de standaarddeviatie voor deze parameter berekend in welke mate de situatie in het veld afwijkt van de gewenste referentie situatie.

$$Z\ Waarde_{parameter} = \frac{VeldWaarde_{parameter} - ReferentieWaarde_{parameter}}{ReferentieSTDV_{parameter}}$$

.....

STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie.

Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' - de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft - om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoekslijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en hetzelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede van alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.



STOWA

Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

Bezoekadres

Stationsplein 89, vierde etage
3818 LE Amersfoort

t. 033 460 32 00
e. stowa@stowa.nl
i. www.stowa.nl

COLOFON

Amersfoort, april 2019

Uitgave

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

Auteurs

Gerben van Geest, Lilith Kramer, Marc Weeber, Rick Wortelboer, Willem Stolte (Deltares).

Vormgeving Studio B | Nieuwkoop

Fotografie iStock

Druk DPP | Houten

STOWA 2019-06

ISBN 978.90.5773.845.6

Copyright

De informatie uit dit rapport mag worden overgenomen, mits met bronvermelding. De in het rapport ontwikkelde, dan wel verzamelde kennis is om niet verkrijgbaar. De eventuele kosten die STOWA voor publicaties in rekening brengt, zijn uitsluitend kosten voor het vormgeven, vermenigvuldigen en verzenden.

Disclaimer

Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijd kritisch worden beschouwd. De auteurs en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit dit rapport.

stowa

STICHTING
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

stowa@stowa.nl www.stowa.nl

TEL 033 460 32 00

Stationsplein 89 3818 LE AMERSFOORT

POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT

