



Hydromorfologische kenmerken van waterlopen met het habitatype 3260 in Vlaanderen

Eindrapport van het project 'Aanvullend onderzoek,
instrumentontwikkeling en beleidsondersteuning m.b.t. de passende
beoordeling van de effectgroep hydrologie'

An Leyssen en Luc Denys

D/2015/3241/364
versie 8 maart 2016
INBOPRJ-9458

Auteurs:

An Leyssen, Luc Denys
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is het Vlaams onderzoeks- en kenniscentrum voor natuur en het duurzame beheer en gebruik ervan. Het INBO verricht onderzoek en levert kennis aan al wie het beleid voorbereidt, uitvoert of erin geïnteresseerd is.

Vestiging:

INBO Brussel
Kliniekstraat 25, 1070 Brussel
www.inbo.be

e-mail:

an.leyssen@inbo.be

Wijze van citeren:

Leyssen A., Denys L. (2016). Hydromorfologische kenmerken van waterlopen met het habitatype 3260 in Vlaanderen. Eindrapport van het project 'Aanvullend onderzoek, instrumentontwikkeling en beleidsondersteuning m.b.t. de passende beoordeling van de effectgroep hydrologie'. Intern rapport van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

D/2015/3241/364

Verantwoordelijke uitgever:

Maurice Hoffmann

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:

Agentschap voor Natuur en Bos, Koning Albert II-laan 20 bus 8, 1000 Brussel.

Dankwoord

Dit rapport kwam tot stand dankzij de zeer gewaardeerde bijdrage van verschillende INBO-medewerkers. Bij het veldwerk kon gerekend worden op de hulp van Wim Jambon, Ivy Jansen en Toon Westra. Enkele GIS-berekeningen werden uitgevoerd door Carine Wils. Jo Loos, Jeroen Vanden Borre en Ivy Jansen gaven advies bij problemen met Access en R. Ook nog een woordje van dank aan Lieve Vriens die de voorliggende tekst heeft nagelezen.

De hydromorfologische gegevens die de basis vormen voor de databank werden verstrekt door de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) en INBO, waarvoor eveneens dank. Verschillende medewerkers droegen hieraan bij: Maarten Van Aert, Frank Lavens, Thierry Warmoes, Sandra De Smedt en Ward De Cooman van VMM en Tom De Boeck, Gerlinde Van Thuyne, David Buysse en Ine Pauwels van INBO.

We danken ten slotte ook Katia Nagels, Carl De Schepper en Erwin De Meyer van het Agentschap voor Natuur en Bos (ANB) en Maarten Van Aert van VMM voor hun inhoudelijke commentaren en inbreng.

Samenvatting

De abiotische vereisten en karakteristieken van het Europees beschermde habitatype 3260 in Vlaanderen zijn nog onvoldoende gekend en dit voornamelijk met betrekking tot hydrologische omstandigheden en morfologische waterloopkenmerken. Deze hiaten dienen weggewerkt te worden om beleidsrelevante referentiewaarden i.f.v. de instandhouding van het habitatype te kunnen afleiden. Bestaande literatuur vormt samen met een analyse van de in Vlaanderen verzamelde gegevens en waarnemingen hiervoor de basis. De in de loop der jaren geaccumuleerde gegevens zijn echter sterk versnipperd in ruimte en tijd, heterogeen van aard en verspreid over tal van gegevensbronnen. In opdracht van het Agentschap voor Natuur en Bos (ANB) bundelt dit rapport alle actueel beschikbare hydromorfologische gegevens van waterlichamen waarin het habitatype 3260 in Vlaanderen ooit heeft voorgekomen of nog steeds voorkomt, evenals van waterlopen waarin zoekzones voor het habitatype werden afgelijnd.

De beschikbare hydromorfologische gegevens zijn gebundeld in een Access-databank, waarvan de handleiding en de metadata zijn opgenomen in dit rapport. De afgeleiden van deze databank, waarbij de basisgegevens beschikbaar worden gesteld in een ander opslagformaat, zijn opgenomen als bijlagen van dit rapport, m.n. een Excel-bestand en een shapefile met basisgegevens en een R-script voor het maken van figuren.

De basisgegevens werden gesynthetiseerd per waterlooptype waarbij per hydromorfologische variabele de waarden worden getoond voor locaties met en zonder habitat. Hieruit blijkt dat vooral volgende karakteristieken kenmerkend zijn voor het habitatype: een goed doorzicht, een relatief grote breedte en geringe diepte in grote beken, een iets hogere stroomsnelheid dan gemiddeld voor het waterlooptype, een meanderend patroon en de aanwezigheid van een stroomkuilenpatroon.

Inhoudstafel

Dankwoord	5
Samenvatting	6
Lijst van figuren	9
Lijst van tabellen	10
1 Inleiding	11
1.1 Doelstelling	11
1.2 Leeswijzer	11
1.3 Habitatype 3260	11
1.4 Bepalende factoren voor watervegetaties in waterlopen	12
1.5 Afkortingen en termen	13
2 Literatuuronderzoek	14
3 Inventarisatie van beschikbare gegevens	15
3.1 Biotische gegevens	15
3.2 Hydromorfologische databronnen	16
3.2.1 Ecologische inventarisatiestudies (Ecolnv)	16
3.2.2 Hydromorfologiemetnet VMM (VMM HM KRW)	16
3.2.3 Hydrologische gegevens VMM en Waterbouwkundig Laboratorium	17
3.2.4 KRW-monitoring vis (INBO) en macrofyten (VMM)	18
3.2.5 Verhang	18
3.2.6 Waterbodemmeetnet (VMM)	18
3.2.7 Andere hydromorfologische gegevens	18
4 Gekoppelde dataset: hydromorfologie en habitatype	20
5 Werkwijze en handleiding databank	21
5.1 Algemeen	21
5.2 GIS	22
5.3 Accessdatabank	23
5.3.1 Algemeen	23
5.3.2 Structuur	24
5.3.3 Query's	24
5.4 Output van de databankgegevens	26
5.4.1 Excel	26
5.4.2 RStudio	26
5.4.3 GIS	27
6 Basisgegevens van de Access-databank	28
6.1 Fysisch-chemische metingen	28
6.1.1 Secchi	28
6.1.2 Doorzicht	28
6.1.3 Zwevende stof	29
6.2 Hydrologie	29
6.2.1 Stromingsvariatie	29
6.2.2 Stroomsnelheid	29
6.3 Morfologie	30
6.3.1 Morfometrie: breedte, diepte en andere profielafmetingen	30
6.3.2 Breedtevariatie	30
6.3.3 Helling	31
6.3.4 Poelen	31
6.3.5 Stroomversnelling	31

6.3.6	Stroomkuilenpatroon	31
6.3.7	Sinuositeit als maat voor meandering	32
6.3.8	Slibdikte	32
6.4	Schaduw	33
6.5	Substraat	33
6.6	Verspreidingsgegevens H3260	35
7	Synthese per waterlooptype	36
7.1	Profielkenmerken	36
7.2	Sinuositeit	37
7.3	Stroomkuilenpatroon en stromingsvariatie	38
7.4	Helling	39
7.5	Stroomsnelheid	40
7.6	Doorzicht & zwevend stofgehalte	41
7.7	Slibdikte	42
7.8	Substraat	43
8	Besluit	44
8.1	Conclusie en knelpunten	44
8.2	Verder onderzoek	45
Referenties		46
Bijlage 1: Lijst hydromorfologische variabelen.		51
Bijlage 2: Literatuurlijst opzoeking Web Of Science en eigen literatuurdatabanken.		51
Bijlage 3: Kwantitatieve gegevens hydromorfologie H3260 uit literatuur.		51
Bijlage 4: Databank met hydromorfologische metingen.		51
Bijlage 5: Excel-bestand met hydromorfologische metingen.		51
Bijlage 6: Shapefile met hydromorfologische metingen.		51
Bijlage 7: R-script van voorstelling per waterlooptype en Word-document met figuren en tabellen per waterlooptype.		51

Lijst van figuren

Figuur 1: Verspreiding van habitattype 3260 in Vlaanderen, versie 1.4 (Leyssen et al., 2012).....	12
Figuur 2: Puntwaarnemingen van het habitattype 3260 in Vlaanderen (Leyssen et al., 2010), aangevuld met VMM-gegevens t.e.m. 7/08/2014 en eigen veldwaarnemingen t.e.m. 28/08/2015.....	15
Figuur 3: Situering van de ecologische inventarisatiestudies per stroomgebied, met aanduiding van uitvoeringsperiode.	16
Figuur 4: Hydromorfologisch meetnet voor de KRW. VLWL: Vlaamse waterlichamen; ecoinv: afgeleid van ecologische inventarisatiestudies.	17
Figuur 5: Situering limnigrafische meetstations.....	17
Figuur 6: Situering meetpunten van het vis- en macrofytenmeetnet voor de KRW.	18
Figuur 7: Situering van relevante (zie 5.2) meetpunten van het waterbodemeetnet (VMM).	18
Figuur 8: Situering van verschillende onderzoeksprojecten over de ecologie van vissen.....	19
Figuur 9: Meetpunten inventarisatie H3260.....	19
Figuur 10: Stroomschema van werkwijze data-import en –export.	22
Figuur 11: Schema van de databankstructuur.	24
Figuur 12: Breedte en diepte (in meter) per waterlooptype (A) en per aan- of afwezigheid van het habitattype (B) voor de gegevens waar beide metingen beschikbaar zijn (i.c. metingen van Ecolnv). Welke code voor welk waterlooptype staat is terug te vinden in Tabel 2.	36
Figuur 13: Breedte/diepteverhouding per waterlooptype en per aan- of afwezigheid van het habitattype voor de gegevens waar beide metingen beschikbaar zijn (i.c. metingen van Ecolnv). Interpretatie Y-as: lage breedte/diepteverhouding: waterloop is veel dieper dan breed; hoge breedte/diepteverhouding: waterloop is veel breder dan diep. De codes in de X-as worden toegelicht in Tabel 2.	37
Figuur 14: Sinuositeit per waterlooptype (zie Tabel 2) en aan- (1, blauw) of afwezigheid (0, rood) van het habitattype.....	37
Figuur 15: Aan- (blauw) of afwezigheid (rood) van stroomversnellingen per waterlooptype en aan- (1, rechts) of afwezigheid (0, links) van het habitattype.	38
Figuur 16: Aan- (blauw) of afwezigheid (rood) van ‘poelen’ per waterlooptype en aan- (1, rechts) of afwezigheid (0, links) van het habitattype.....	38
Figuur 17: : Aantal waargenomen klassen van stroomkuilenpatroon per waterlooptype en aan- (1, rechts) of afwezigheid (0, links) van het habitattype. De klassen van stroomkuilenpatroon worden toegelicht in Tabel 12.....	38
Figuur 18: Aantal waargenomen klassen van stroomkuilenpatroon per waterlooptype en aan- (1, rechts) of afwezigheid (0, links) van het habitattype. De klassen van stroomkuilenpatroon worden toegelicht in Tabel 11.....	39
Figuur 19: Aantal waargenomen klassen van stromingsvariatie per waterlooptype en aan- (1, rechts) of afwezigheid (0, links) van het habitattype. De klassen van stromingsvariatie worden toegelicht in Tabel 8.	39
Figuur 20: Helling per waterlooptype en aan- (blauw) of afwezigheid (rood) van het habitattype. Welke code voor welk waterlichaam staat is terug te vinden in Tabel 2.	40
Figuur 21: Bereik van de stroomsnelheidsmetingen (m/s) per waterlooptype en voor aan- (blauw) of afwezigheid (rood) van het habitattype. Welke code voor welk waterlichaam staat is terug te vinden in Tabel 2.	40
Figuur 22: Aantal literatuurvermeldingen per stroomsnelheidsklasse, waarbij zowel de minima, medianen en de maxima van het bereik worden getoond.	41
Figuur 23: Secchi-diepte per waterlooptype (zie Tabel 2) en aan- (blauw) of afwezigheid (rood) van het habitattype.	41
Figuur 24: Zwevende stof per waterlooptype (zie Tabel 2) en aan- (blauw) of afwezigheid (rood) van het habitattype.	42

Figuur 25: Slibdikte per waterlooptype en aan- (1, rechts) of afwezigheid (0, links) van het habitatype. De slibklassen worden toegelicht in Tabel 13, de waterloopcodes in Tabel 2.42

Lijst van tabellen

Tabel 1: Aantal literatuurvermeldingen per hydromorfologische variabele. *Vlaamse metingen verzameld tijdens diverse meetcampagnes; afkortingen worden verklaard in 0; ** GIS-berekeningen. De variabelen in de grijs gearceerde cellen werden niet opgenomen in de databank.	14
Tabel 2: KRW-indeling van waterlichamen en waterlopen volgens stroomgebiedoppervlak en regio.	16
Tabel 3: Bronvermelding van de gegevens die in de databank werden geïmporteerd.	21
Tabel 4: Variabelen die opgenomen zijn in de databank.	23
Tabel 5: Verklaring van de afgekorte variabelen in de shapefile.	27
Tabel 6: Berekening Secchi-diepte bij afwijkend teken.	28
Tabel 7: Berekening doorzicht. * zie interpretatie Secchi van Tabel 6.	29
Tabel 8: Verklaring van stromingsvariatieklassen.	29
Tabel 9: Verklaring van stroomsnelheidsklassen.	30
Tabel 10: Verklaring van de breedtevariatieklassen.	31
Tabel 11: Verklaring van stroomkuilenpatroonklassen (VMM HM KRW).	31
Tabel 12: Verklaring van stroomkuilenpatroonklassen (Ecolnv).	32
Tabel 13: Verklaring van slibdikteklassen.	32
Tabel 14: Berekening percentageklasse.	33
Tabel 15: Verklaring van beschaduwingsklassen.	33
Tabel 16: Verklaring van klassen voor het voorkomen van substraattypen.	34
Tabel 17: Verklaring van klassen voor natuurlijk of onnatuurlijk bodemsubstraat.	34

1 Inleiding

1.1 Doelstelling

De abiotische vereisten en karakteristieken van het Europees beschermd habitatype 3260 in Vlaanderen zijn nog onvoldoende gekend en dit voornamelijk met betrekking tot hydrologische omstandigheden en morfologische waterloopkenmerken (hier kortweg aangeduid onder de noemer 'hydromorfologie'). Deze hiaten dienen weggewerkt te worden om beleidsrelevante referentiewaarden i.f.v. de instandhouding van het habitatype te kunnen afleiden. Bestaande literatuur vormt samen met een analyse van de in Vlaanderen verzamelde gegevens en waarnemingen hiervoor de basis. De in de loop der jaren geaccumuleerde gegevens zijn echter sterk versnipperd in ruimte en tijd, heterogeen van aard en verspreid over tal van gegevensbronnen. De ontsluiting van al deze gegevens is een 'oud zeer'. Om deze belemmeringen voor het gebruik weg te nemen en verdere datanoden zichtbaar te maken, bundelt dit rapport alle actueel beschikbare hydromorfologische gegevens van waterlichamen waarin het habitatype 3260 in Vlaanderen ooit heeft voorgekomen of nog steeds voorkomt, evenals van waterlopen waarin zoekzones voor het habitatype werden afgelijnd.

1.2 Leeswijzer

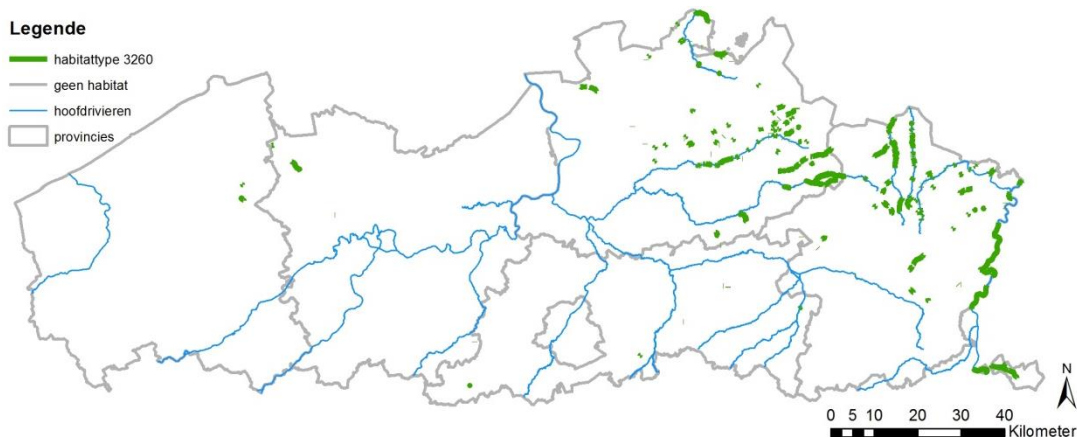
Vooreerst werden via literatuuronderzoek de meest relevante hydromorfologische variabelen voor dit habitatype bepaald (hoofdstuk 2). Vervolgens werden voor deze variabelen de bruikbare en beschikbare Vlaamse gegevens geïnventariseerd (hoofdstuk 3). Deze gegevens werden gekoppeld aan de verspreiding van het habitatype en samengebracht in een databank (hoofdstuk 4). Hoofdstuk 5 bevat een handleiding voor het raadplegen van deze databank. Zodoende kan de gebruiker zelf de gewenste selecties aanmaken. De inhoud van de databank met de verwijzing naar de gegevensbronnen is opgenomen in hoofdstuk 6. Tijdens het veldseizoen van 2015 is bijkomend veldonderzoek verricht naar de kwaliteit van het habitatype 3260 op enkele locaties waarvoor hydromorfologische gegevens ruimer beschikbaar zijn. Deze gegevens zijn mee opgenomen in het databestand. De beschikbare meetgegevens worden per waterlooptype gesynthetiseerd in hoofdstuk 7. Ten slotte worden de grootste kennislacunes aangegeven, zowel ruimtelijk als inhoudelijk (hoofdstuk 8).

1.3 Habitatype 3260

Het Natura 2000 habitatype 3260 omvat de submontane - en laaglandrivieren met vegetaties behorende tot het *Ranunculion fluitantis* en het *Callitricho-Batrachion* (European Commission, 1992; European Commission, 2007). In Vlaanderen wordt het voornamelijk gekenmerkt door het voorkomen van watterranonkels, haaksterrenkroos en/of bepaalde fonteinkruiden. Indien minstens één van de typische soorten wordt aangetroffen, wordt het betreffende segment van de waterloop gerekend tot habitatype 3260 (De Saeger et al., 2008; Leyssen et al., 2010). Een bepaalde vegetatiestructuur, een geringe vertegenwoordiging van verstoring signalerende soorten en een bepaalde hoeveelheid van kenmerkende soorten duiden op een gunstige staat van instandhouding. Maar er worden bijkomende vereisten gesteld op het vlak van diverse milieukenmerken (bodemtextuur en -samenstelling, hydrologie, watersamenstelling, lichtomstandigheden en structuurkwaliteit; Oosterlynck et al., in voorbereiding; T'jollyn et al., 2009).

Het habitatype, een amalgaam van gemeenschappen met enigszins uiteenlopende vereisten, komt in Vlaanderen actueel vrijwel uitsluitend voor in het Kempisch district, de Voerstreek en in zandig Vlaanderen (Figuur 1), maar slechts zeer occasioneel in de Leemstreek. Het is er vooral te vinden in laaglandbeken en kleinere rivieren. De Grensmaas vertegenwoordigt, als enige zeer grote rivier (Tabel 2), echter een aanzienlijk deel van de volledige oppervlakte. De staat van instandhouding wordt in Vlaanderen momenteel als ontoereikend beschouwd (Louette et al., 2013).

Hoewel een onvoldoende waterkwaliteit het voorkomen en de kwaliteit van het habitatype in belangrijke mate blijkt te beperken (Leyssen et al., 2014), wordt aangenomen dat ook beheer en hydromorfologie hierbij niet te verwaarlozen elementen zijn. Ook op bredere schaal blijkt de hydromorfologische kwaliteit van waterlopen het bereiken van ecologische doelstellingen in de weg te staan (O'Hare et al., 2006). Dit wordt ook gesteld in het algemene waterbeleid, waarin hydromorfologisch rivierherstel gezien wordt als middel voor ecologische kwaliteitsverbetering in een omgeving met een milieubeleid dat ruimtelijk meer ingrijpende aanspraken doet en waarin verdere sanering steeds moeilijker te realiseren is.



Figuur 1: Verspreiding van habitattype 3260 in Vlaanderen, versie 1.4 (Leyssen et al., 2012).

1.4 Bepalende factoren voor watervegetaties in waterlopen

Algemeen worden volgende groepen van factoren belangrijk geacht voor het voorkomen en de samenstelling van watervegetaties in waterlopen:

- klimaat (Bornette & Puijalon, 2011; Lacoul & Freedman, 2006; Lumbreras et al., 2013);
- lichtklimaat (Bornette & Puijalon, 2011; Franklin et al., 2008; Garbey et al., 2006; Hatton-Ellis & Grieve, 2003; Jones et al., 2012; Lacoul & Freedman, 2006);
- fysisch-chemische waterkwaliteit, waaronder nutriënten (Bloemendaal & Roelofs, 1988; Bornette & Puijalon, 2011; Franklin et al., 2008; Hatton-Ellis & Grieve, 2003; Lacoul & Freedman, 2006; Lumbreras et al., 2013; Mainstone & Parr, 2002; Mony et al., 2006; Spink et al., 1993);
- substraatkenmerken (Baattrup-Pedersen & Riis, 1999; Bornette & Puijalon, 2011; Cranston & Darby, 2004; Franklin et al., 2008; Hatton-Ellis & Grieve, 2003; Jones et al., 2012; Lacoul & Freedman, 2006; Madsen et al., 2001; Rambaud et al., 2009);
- zelforganisatie (Schoelynck et al., 2012);
- interacties met andere organismen, waaronder competitie, herbivorie en ziekten (Franklin et al., 2008; Haslam, 1987; Lacoul & Freedman, 2006);
- beheer (Franklin et al., 2008; Hatton-Ellis & Grieve, 2003; Pedersen et al., 2006);
- hydrologische stroomkenmerken (Bornette & Puijalon, 2011; Cranston & Darby, 2004; Franklin et al., 2008; Hatton-Ellis & Grieve, 2003; Jones et al., 2012; Lacoul & Freedman, 2006; Lumbreras et al., 2013; Madsen et al., 2001; Rambaud et al., 2009; Westwood et al., 2006);
- morfologische stroomkenmerken (Baattrup-Pedersen & Riis, 1999; Cranston & Darby, 2004; Hatton-Ellis & Grieve, 2003; Lacoul & Freedman, 2006; Rambaud et al., 2009; Westwood et al., 2006);
- indirecte effecten spelen mogelijk ook een rol, zoals bijvoorbeeld het positieve effect van de aanwezigheid van bevers op hydromorfologische kenmerken, met positieve gevolgen voor de aquatische biodiversiteit (Law et al., 2016).

Watervegetaties kunnen op hun beurt bovenstaande factoren beïnvloeden. Zo is de aanwezige biomassa van watervegetaties een belangrijke factor voor de hydraulische kenmerken (De Doncker et al., 2009) en de stroomsnelheid van een rivier (Sand-Jensen & Mebus, 1996). Ook hebben macrofyten in laaglandbeken een belangrijke invloed op, bijvoorbeeld, de zuurstof- en stikstofhuishouding (Desmet et al., 2011) en op de fosforcyclus (Kleeberg et al., 2010). Daarnaast hebben submerse macrofyten een effect op stroomkenmerken en de sedimentsamenstelling (Montakhab et al., 2012; Sand-Jensen, 1998), op de afzetting en resuspensie van organisch materiaal (Kleeberg et al., 2010) en op hydromorfologische kenmerken in het algemeen (Jēkabsons & Uzule, 2014).

1.5 Afkortingen en termen

- ANB: Agentschap voor Natuur en Bos;
- EcoInv: studies 'Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer', uitgevoerd in opdracht van VMM afdeling water;
- FCdatabankVMM: fysisch-chemische metingen van VMM;
- H3260: het Natura 2000 habitatype 3260, Submontane - en laaglandrivieren met vegetaties behorende tot het *Ranunculion fluitantis* en het *Callitricho-Batrachion*;
- INBO H3260: gegevens verzameld tijdens de inventarisatie van de verspreiding van habitatype 3260, uitgevoerd door INBO;
- INBO vis Eco: gegevens van visinventarisaties voor ecologisch onderzoek, uitgevoerd door INBO;
- INBO vis KRW: gegevens van het vismeetnet voor de KRW, uitgevoerd door INBO;
- KRW: Europese Kaderrichtlijn Water;
- LS: limnigrafisch station van VMM of het Waterbouwkundig Laboratorium;
- LSVI: lokale staat van instandhouding;
- NA: 'not available'; ontbrekende waarde
- SVI: staat van instandhouding;
- VHA: Vlaamse hydrografische atlas;
- VMM HM KRW: gegevens van het meetnet hydromorfologie voor de KRW, uitgevoerd door VMM;
- VMM MF KRW: gegevens van het meetnet macrofyten voor de KRW, uitgevoerd door VMM;
- VMM: Vlaamse Milieumaatschappij;
- waterlichaam: een onderscheiden oppervlaktewater van aanzienlijke omvang, zoals een meer, een waterbekken, een stroom, een rivier, een kanaal, een deel van een stroom, rivier of kanaal, een overgangswater of een strook kustwater (European Commission, 2000);
- zoekzone: een 'zoekzone' geeft per Europees te beschermen soort en per Europees te beschermen habitatype de perimeter aan die gevrijwaard wordt met het oog op het optimaal plaatsen van de instandhoudingsdoelstellingen voor de betrokken speciale beschermingszone in kwestie. Het kaartmateriaal van de 'voorlopige zoekzones instandhoudingsdoelen Natura 2000 versie 2' van het ANB werd gebruikt (<http://www.geopunt.be/catalogus/datasetfolder/c1c4d674-f94a-42b8-a70d-098ddb0e9ced>).

2 Literatuuronderzoek

Gezien de veelheid aan hydromorfologische variabelen (Bijlage 1), werd in de literatuur aanvankelijk enkel gezocht naar deze die een belangrijke invloed hebben op het habitatype. Slechts een negental studies schetsen het verband tussen o.m. hydromorfologie en dit habitatype. Aangezien deze niet allemaal betrekking hebben op situaties die goed vergelijkbaar zijn met de Vlaamse, werd ook meer algemene literatuur beschouwd over effecten van hydromorfologie op ondergedoken, wortelende macrofyten in waterlopen (zoekopdracht in Web Of Science; laatste raadpleging eind januari 2015; literatuurlijst in Bijlage 2).

Tabel 1 geeft een overzicht van de in de literatuur aangehaalde variabelen en het aantal studies waarin ze vermeld worden. Er werd nagegaan of deze variabelen in Vlaamse waterlopen gemeten worden.

Tabel 1: Aantal literatuurvermeldingen per hydromorfologische variabele. *Vlaamse metingen verzameld tijdens diverse meetcampagnes; afkortingen worden verklaard in 0; ** GIS-berekeningen. De variabelen in de grijs gearceerde cellen werden niet opgenomen in de databank.

groep	variabele	# in literatuur	bron Vlaamse metingen*
morfologie	breedte	10	Ecolnv, VMM HM KRW, VMM MF KRW, INBO vis Eco, INBO H3260
	diepte	20	Ecolnv, VMM MF KRW, INBO vis KRW, INBO vis Eco
	morfometrische variabelen van bedding en oever ('channel & bank measurements')	3	Ecolnv, VMM HM KRW, VMM MF KRW, INBO vis KRW, INBO vis Eco
	afstand tot bron	5	VHA**
	stroomkuilen en diepte-ondieptepatroon ('pools & riffles')	2	Ecolnv, VMM HM KRW, INBO vis KRW
	helling	3	Schneiders (2009)
	hoogte	1	digitaal hoogtemodel**
	artificieel oeversubstraat ('artificial bank') (%)	1	Ecolnv, VMM HM KRW, VMM MF KRW, INBO vis KRW
	sinuositeit (zie 6.3.7) en rechtekking	4	Vlaamse hydrografische atlas**
substraat	textuur/samenstelling van substraat	20	Ecolnv, VMM HM KRW, VMM MF KRW, INBO vis KRW, INBO vis Eco
	fijn sediment ('fine sediment')	4	Ecolnv, VMM HM KRW, VMM MF KRW, INBO vis KRW, INBO vis Eco
	sedimentstabiliteit	2	-
	opslibbing/aanslibbing ('siltation')	4	(zie volgende)
	zwevende stof/turbiditeit/helderheid	4	FC VMM, VMM MF KRW
hydrologie	stroomsnelheid	25	LS, Ecolnv, VMM MF KRW, INBO vis KRW, INBO vis Eco
	peilfluctuaties	3	model o.b.v. LS
	hydrologisch regime	5	model o.b.v. LS
	debiet	4	LS, INBO vis Eco
	stroomvermogen ('stream power', afgeleid van debiet, helling & breedte)	2	model o.b.v. LS

De beschouwde literatuur brengt voornamelijk de macrofytensoortensamenstelling en/of –abundantie in verband met abiotische omstandigheden, waaronder ook enkele hydromorfologische variabelen. Meestal zijn de variabelen slechts eenmaal gemeten (bv. stroomsnelheid), zodat eventuele variatie enkel door de ruimtelijke verdeling werd gevat. Literatuurbronnen waarin kwantitatieve gegevens vermeld worden per variabele, zijn opgenomen in Bijlage 3. Aangezien er voornamelijk bereiken gegeven worden voor de hydromorfologische variabelen, zijn er hieruit voor het habitatype nagenoeg geen kwantitatieve drempelwaarden voor hydromorfologische variabelen af te leiden.

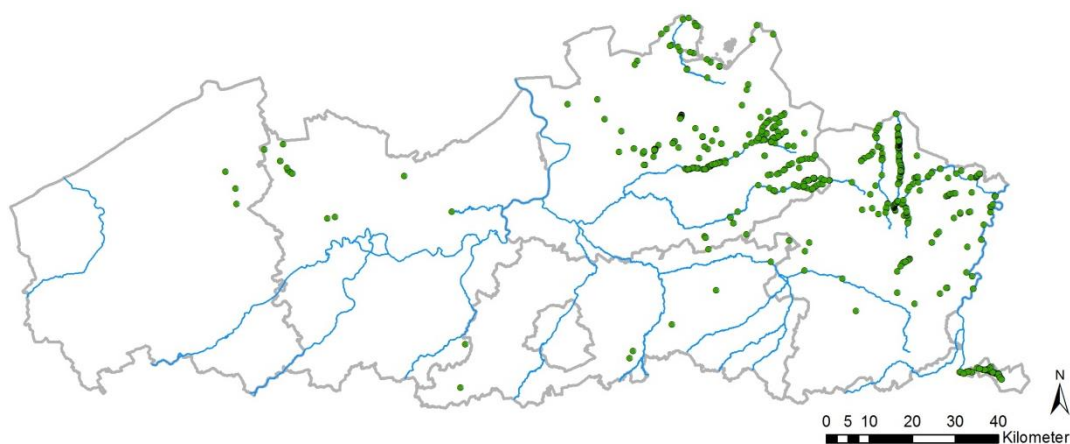
3 Inventarisatie van beschikbare gegevens

3.1 Biotische gegevens

Het standplaatsonderzoek voor het zoetwaterhabitattype in stromende wateren (H3260) was tot nu toe voornamelijk gericht op het bepalen van de abiotische randvoorwaarden voor de **aanwezigheid** van het habitattype (Leyssen et al., 2014). De hierbij onderzochte abiotische variabelen waren:

- fysisch-chemische variabelen;
- een beperkt aantal hydromorfologische variabelen: helling, breedte, diepte, afstand tot bron, schaduw (4 klassen), stroomsnelheid (4 klassen);
- het aangrenzend landgebruik (% klassen landgebruik, maat voor landgebruiksintensiteit 1-5).

De verspreiding van het habitattype 3260 is afgeleid uit verschillende bronnen (Leyssen et al., 2010; Leyssen et al., 2012) en werd in het kader van dit onderzoek aangevuld met vegetatieopnames van de VMM voor de rapportering Kaderrichtlijn Water, afgekort KRW (tot 7 augustus 2014; Figuur 2) en eigen veldwaarnemingen van 2015.



Figuur 2: Puntwaarnemingen van het habitattype 3260 in Vlaanderen (Leyssen et al., 2010), aangevuld met VMM-gegevens t.e.m. 7/08/2014 en eigen veldwaarnemingen t.e.m. 28/08/2015.

De invloed van abiotische variabelen op de **kwaliteit** van het habitattype is tot nu toe nauwelijks onderzocht (*sensu* de zgn. LSVI-criteria volgens T'jollyn et al. (2009) en Oosterlynck et al. (in voorbereiding), met name het aandeel eutrofiëringsindicatoren, het aantal groeivormen, het aantal sleutelsoorten en de aanwezigheid van invasieve exoten). Ook de relatie tussen het habitattype, wat betreft de LSVI en de volgende abiotische variabelen is in Vlaanderen tot nu toe nog niet uitvoerig bestudeerd:

- beheer: o.a. de frequentie van ruiming;
- hydromorfologie:
 - hydrologisch regime: frequentie en intensiteit van extreme stroomsnelheden ...
 - algemene morfologie: profielkenmerken, sinuositeit ...
 - substraatkenmerken: textuur, nutriëntentoestand van het sediment, dynamiek ...
- connectiviteit;
- (structuur van) landgebruik in het stroomgebied.

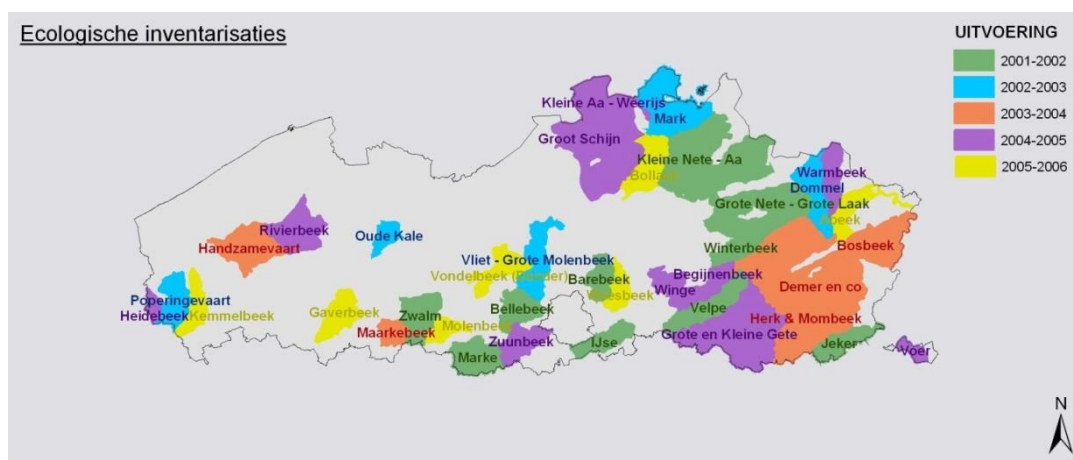
Gegevens over de kwaliteit (LSVI) zijn nog maar beperkt beschikbaar en dienen verder op het terrein verzameld te worden. Door de VMM worden sinds 2012 voldoende elementen opgenomen waaruit de LSVI kan bepaald worden. De resultaten van deze gegevensinzameling kunnen later gecombineerd worden met de opnames voor het INBO-habitatkwaliteitsmeetnet voor het habitattype, die gestart zijn in 2015.

3.2 Hydromorfologische databronnen

3.2.1 Ecologische inventarisatiestudies (Ecolnv)

De ecologische inventarisatiestudies die tussen 2001 en 2006 in opdracht van de VMM – afdeling Operationeel Waterbeheer (toen AMINAL – water) werden uitgevoerd, omvatten 38 ecologisch meer waardevolle stroomgebieden (Figuur 3), samen ongeveer de helft van het areaal van het habitatype. Hoewel dit qua oppervlakte-aandeel aanzienlijk lijkt, zijn de bovenlopen tijdens deze studies slechts beperkt onderzocht. Het betreft kwalitatieve gegevens. Het voorkomen van de meeste kenmerken (Bijlage 1) werd ingeschat als ‘sporadisch aanwezig’, ‘<33%’ of ‘>33%’ (Tabel 16).

De methodiek hiervoor werd uitgewerkt door Konings (2003) en wijkt af van deze die later werd uitgewerkt voor de KRW-monitoring (variabele i.p.v. vaste trajectlengtes, niet identiek dezelfde variabelen, andere klasse-indelingen; zie 3.2.2).



Figuur 3: Situering van de ecologische inventarisatiestudies per stroomgebied, met aanduiding van uitvoeringsperiode.

3.2.2 Hydromorfologiemetnet VMM (VMM HM KRW)

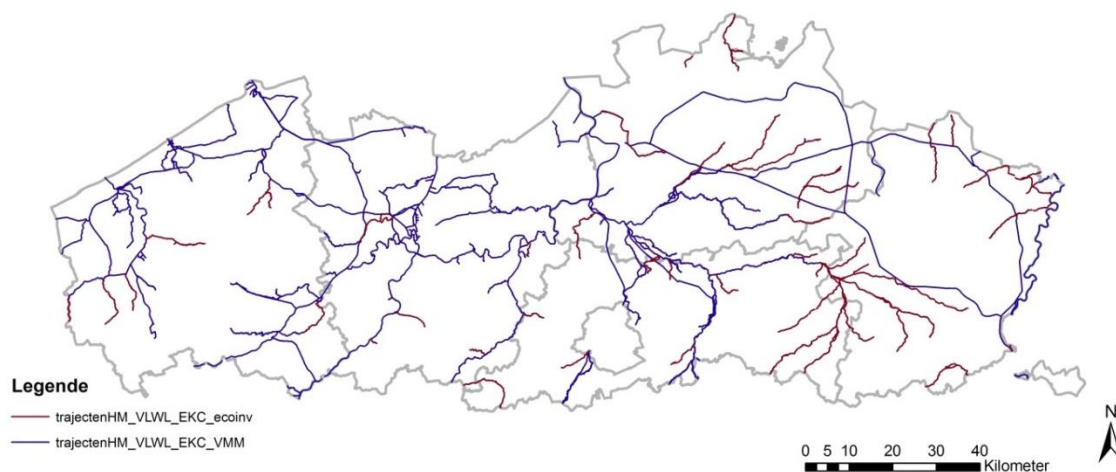
In het hydromorfologiemetnet van de VMM voor de Kaderrichtlijn Water worden vanaf 2008 in de Vlaamse en een selectie van de lokale waterlichamen (Tabel 2), 6-jaarlijks hydromorfologische inventarisaties uitgevoerd (Figuur 4). Hierbij worden eveneens kwalitatieve gegevens verzameld (VMM, 2010). De standaardlengte van de onderzoekstrajecten is 400, 200 of 100 m, naargelang het watertype (Tabel 2). In de eerste meetcyclus werden waterlichamen waar ecologische inventarisaties werden uitgevoerd tussen 2001 en 2006 niet opnieuw geïnventariseerd. De data werden deels GIS-matig voorberekend (sinuositeit, landgebruik in de meandergordel) en op het terrein gecontroleerd. Andere variabelen zijn enkel op het terrein waargenomen (sedimentbanken, stromingsvariatie, stroomkuilenpatroon, dood hout, substraat, vismigratieknelpunten...; zie Bijlage 1). De kenmerken zijn gebaseerd op de studie van Stuckens & Van Hoydonck (2005).

Tabel 2: KRW-indeling van waterlichamen en waterlopen volgens stroomgebiedoppervlak en regio.

waterlichaam	stroomgebied- oppervlak (km ²)	waterlooptype	
		niet-Kempen	Kempen
lokaal 2 ^e orde	< 10	kleine beek (Bk2)	kleine beek Kempen (BkK2)
lokaal 1 ^e orde	10-50	kleine beek (Bk1)	kleine beek Kempen (BkK1)
Vlaamse waterlichamen	50-300	grote beek (Bg)	grote beek Kempen (BgK)
	300-600	kleine rivier (Rk)	
	600-10.000	grote rivier (Rg)	
	> 10.000	zeer grote rivier (Rzg, Grensmaas)	

De meeste Vlaamse waterlichamen werden volledig geïnventariseerd; kanalen en grotere waterlopen werden steekproefsgewijs onderzocht, maar steeds werd minstens 1/5 van het waterlichaam geïnventariseerd. Hoewel sommige waterlichamen van eerste orde volledig werden geïnventariseerd, werden de meeste lokale waterlichamen steekproefsgewijs bemonsterd. Hydrologische variabelen zoals stroomsnelheid, piekdebieten, e.d., zijn niet opgenomen in dit meetnet.

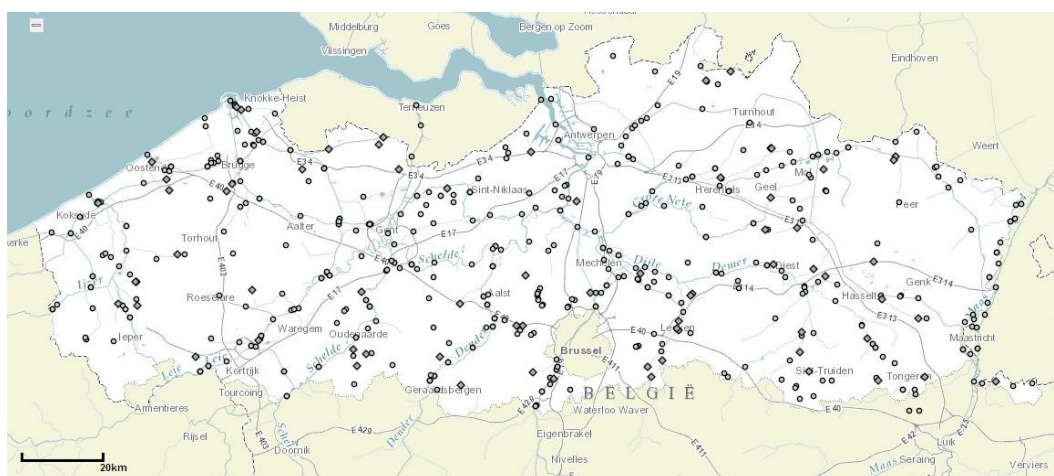
Tijdens de tweede cyclus (2015 – 2021) van het meetnet hydromorfologie zal slechts een steekproef aan trajecten geïnventariseerd worden en dit in eerste instantie op de Vlaamse Waterlichamen. De steekproefgrootte werd bepaald op basis van de variantie aan trajectscores per waterlichaam die werd waargenomen tijdens de voorgaande inventarisatiecyclus (pers. meded. Maarten Van Aert, 9/09/2015). Habitatype 3260 komt echter voornamelijk voor in lokale waterlichamen van 1^e orde. Bijgevolg zullen de gegevens van 1^e orde, die nu al gedateerd zijn, voorlopig niet vernieuwd worden.



Figuur 4: Hydromorfologisch meetnet voor de KRW. VLWL: Vlaamse waterlichamen; ecoinv: afgeleid van ecologische inventarisatiestudies.

3.2.3 Hydrologische gegevens VMM en Waterbouwkundig Laboratorium

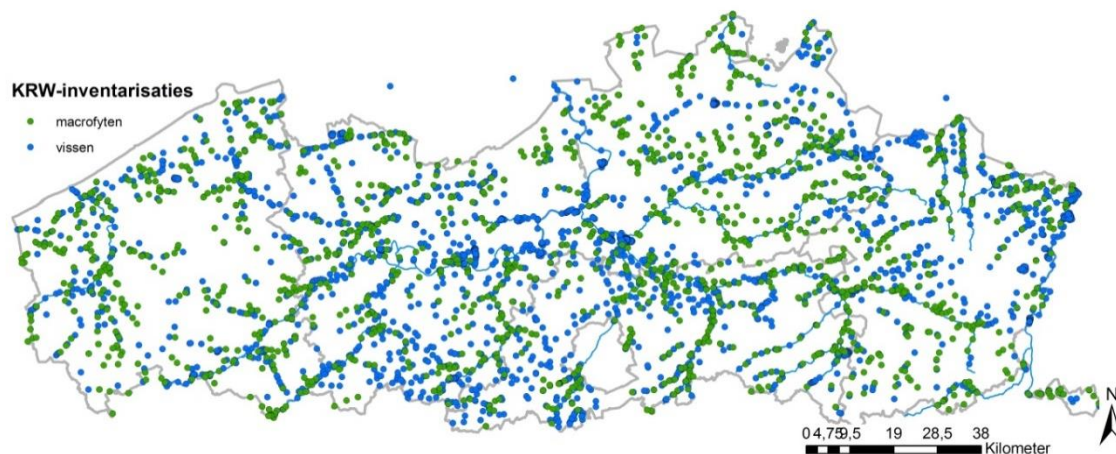
Hydrologische gegevens (o.a. debiet en stroomsnelheid) worden door VMM (voor onbevaarbare waterlopen) en het Waterbouwkundig Laboratorium (voor bevaarbare waterlopen) doorlopend opgevolgd met een aantal limnigrafische meetstations (Figuur 5, <http://www.waterinfo.be>). Over het algemeen zijn meetstations schaars nabij locaties waar het habitatype voorkomt. In het verspreidingsgebied zijn bovendien vooral waterlopen met een groter debiet beter bedeed. Enkele meetpunten in het Netebekken liggen nabij standplaatsen van het habitatype. Maar er worden enkel waterpeilhoogtes gemeten; meetgegevens over debiet en stroomsnelheid ontbreken. Bovendien zijn de debietbepalingen en gemeten stroomsnelheden door opstuwing niet altijd even nauwkeurig wanneer er veel watervegetatie aanwezig is (pers. meded. M. Van Aert, 9/10/2014). Het zou mogelijk zijn om debieten en stroomsnelheden te laten modelleren voor specifieke locaties, maar dit vraagt de nodige tijd en middelen en dit was niet haalbaar in het tijdsbestek van deze rapportage.



Figuur 5: Situering limnigrafische meetstations.

3.2.4 KRW-monitoring vis (INBO) en macrofyten (VMM)

Tijdens vis- (INBO) en macrofyteninventarisaties (VMM) die voor de KRW-monitoring worden uitgevoerd (Figuur 6), worden ook enkele hydromorfologische variabelen ingeschat: stroomsnelheid, stroomversnellingen, Secchi-diepte, oeverprofiel, maximale en gemiddelde waterdiepte, minimum-, gemiddelde - en maximumbreedte van de waterspiegel, substraatkenmerken, slibdikte, stroomkuilen, schaduw en oeververdediging (Bijlage 1). De gegevens van de vismonitoring hebben betrekking op de periode 1992-2015; de macrofytenmonitoring is in 2007 gestart.



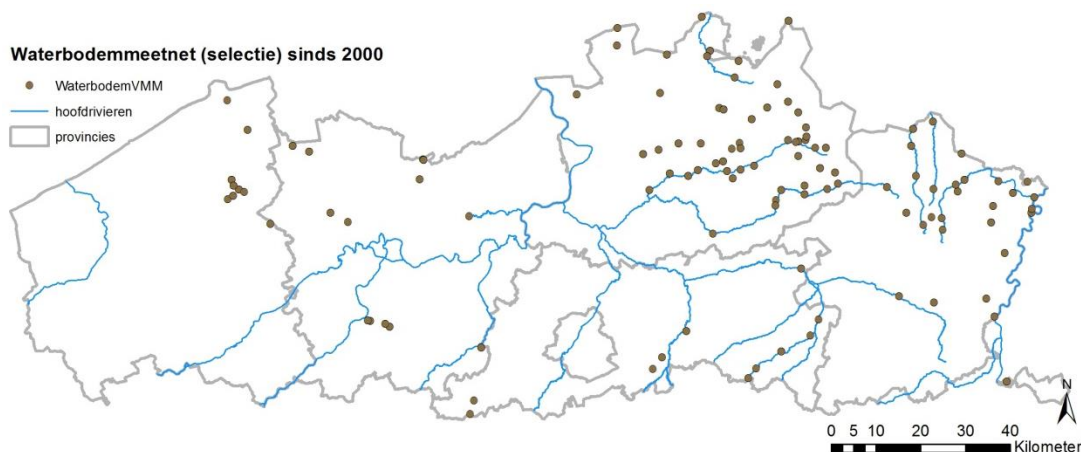
Figuur 6: Situering meetpunten van het vis- en macrofytenmeetnet voor de KRW.

3.2.5 Verhang

Gegevens over het verhang van de waterlopen, berekend op basis van het digitaal hoogtemodel, zijn beschikbaar voor heel Vlaanderen (Schneiders, 2009). Plaatselijk kunnen deze afwijken van de reële situatie, vooral omdat geen rekening gehouden is met de aanwezigheid van stuwen.

3.2.6 Waterbodemmeetnet (VMM)

Metingen van het kleigehalte worden door de VMM verzameld in het kader van het waterbodemmeetnet.



Figuur 7: Situering van relevante (zie 5.2) meetpunten van het waterbodemmeetnet (VMM).

3.2.7 Andere hydromorfologische gegevens

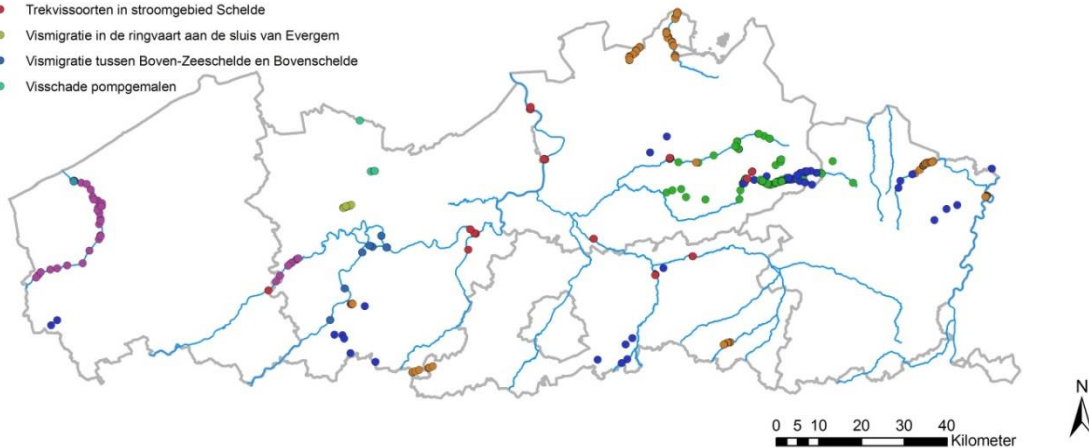
Andere hydromorfologische gegevens zijn meer lokaal verzameld of omvatten slechts een beperkt aantal hydromorfologische variabelen.

Bij onderzoeksprojecten over de ecologie van vissen door het INBO (en voorheen IN) worden eveneens enkele hydromorfologische elementen opgemeten (Bijlage 1). De aard en de nauwkeurigheid van de waarnemingen verschilt per project. De gegevens zijn opgeslagen in verschillende databanken of bestanden. Lang niet al deze projecten hebben betrekking op het verspreidingsgebied van het habitatype (Figuur 8).

Legende

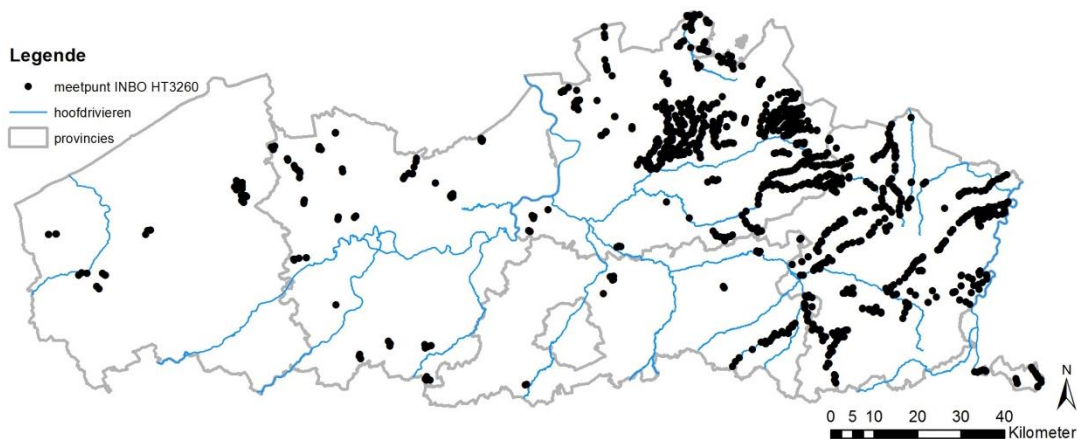
Survey

- Depletie-afvissingen Grote en Kleine Nete
- Evaluatie van NTMB-projecten langs IJzer en Leie (visfauna)
- Evaluatie van visdoorgangen in Vlaamse waterlopen
- Glasaalmigratie ter hoogte van het Ganzepoot spuicomplex te Nieuwpoort
- Soortherstelprogramma's voor vissen
- Trekvissoorten in stroomgebied Schelde
- Vismigratie in de ringvaart aan de sluis van Evergem
- Vismigratie tussen Boven-Zeeschelde en Bovenschelde
- Visschade pompgemalen



Figuur 8: Situering van verschillende onderzoeksprojecten over de ecologie van vissen.

Een beperkt aantal variabelen werd tijdens de inventarisatie van het habitatype 3260 door het INBO tussen 2006 en 2009 opgemeten, met name de breedte van de waterloop en de mate van schaduw (Leyssen et al., 2010). De bezochte locaties worden getoond in Figuur 9.



Figuur 9: Meetpunten inventarisatie H3260.

Voor de Grensmaas zijn gemodelleerde hydromorfologische gegevens beschikbaar voor heel de bedding (Van Braeckel & Van Looy, 2007).

De Universiteit Antwerpen verzamelt in het kader van verschillende studies in het Netebekken (bv. Meire et al., 2006) gegevens over onder meer stroomsnelheid en textuur. Ook aan de VUB zijn tijdens diverse studies hydromorfologische gegevens verzameld (Triest, 2006).

4 Gekoppelde dataset: hydromorfologie en habitatype

Om hydromorfologische referentiewaarden van het habitatype te kunnen afleiden, is het nodig om informatie over de aan- of afwezigheid van het habitatype te kunnen koppelen aan gegevens over de hydromorfologie.

In de eerste fase van het onderzoek (Leyssen, 2014b) werd hiervoor een selectie gemaakt van habitatlocaties met een betere fysisch-chemische kwaliteit, met als rationale dat op deze meetplaatsen de kwaliteit van het habitatype wellicht niet sterk negatief beïnvloed is door de fysisch-chemische kwaliteit en aldus de ruis op de kwaliteitsbepaling beperkter blijft. Er bleken echter erg weinig gegevens beschikbaar te zijn voor locaties die hieraan voldoen. Bovendien zijn er te weinig gegevens van locaties met een goede staat van instandhouding. Ook zijn er enkel LSVI-bepalingen van 'grotere' waterlopen beschikbaar; er zijn geen gegevens voor de habitatkwaliteit in lokale waterlichamen van 2^e orde. Daarnaast zijn er minder fysisch-chemische meetpunten in waterlichamen van 2^e orde. De selectie van meetpunten met een goede fysisch-chemische kwaliteit leverde bijgevolg te weinig gekoppelde datapunten op.

Een andere benadering omvat het verzamelen van alle beschikbare gegevens voor de relevante hydromorfologische variabelen per waterlichaam. Door de veelheid van gegevens en het verschil in detailgraad, werd ervoor gekozen om alle basisgegevens samen te brengen in een relationele databank (Access). Door te kiezen voor een databank kan een gegevensmatrix worden opgesteld die in eerste fase nog onvolledig is, maar die later kan aangevuld worden. Daarnaast is het mogelijk om zowel de gegevensbron, het tijdstip, de interpretatie van de klassevariabelen, e.d., bij te houden en te documenteren. De keuze voor een databank maakt het ook mogelijk om selecties te maken op datum, variabele of gegevensbron.

Deze benadering werd eerst uitgewerkt voor de Kleine Nete en daarna uitgebreid voor de overige waterlichamen.

Het koppelen van verschillende metingen blijft een moeilijke opdracht. Het is een datapuzzel in ruimte en tijd. Wordt bijvoorbeeld de link gelegd met oude metingen van nabijgelegen locaties, of met gegevens van meer recente datum op locaties die verderaf zijn gelegen? Wordt de link gelegd met metingen van een bepaalde periode, of met alle beschikbare metingen? Wordt de link gelegd met gedetailleerde gegevens die slechts sporadisch beschikbaar zijn, of worden ook minder gedetailleerde, nauwkeurige of objectieve meetgegevens opgenomen, die wel voor veel meetplaatsen beschikbaar zijn? Tot welke afstand kan je hydromorfologische meetpunten en vegetatieopnames met elkaar in verband brengen? Op deze vragen moet flexibel geantwoord kunnen worden.

Er werd voor gekozen om de basisinformatie als XY-meetpunt in de databank op te slaan, dit is het meest gedetailleerde schaalniveau voor basisinformatie. Deze coördinaten zijn vervolgens gekoppeld aan de VHA-segmentcode, om een ruimtelijke link met de overige locaties in de waterlopen mogelijk te maken. Hierdoor is het mogelijk om ook extracties van de metingen op andere niveaus te maken: per waterlichaamcode, per waterlooptype, etc.

5 Werkwijze en handleiding databank

5.1 Algemeen

De gegevens die opgenomen zijn in de databank zijn afgeleid van verschillende databanken; de bronvermelding is opgenomen in Tabel 3. De gegevens van de ecologische inventarisatiestudies zijn gebundeld in een databank met de studies van alle deelbekkens: Stuckens (2006), gebaseerd op de databank ontwikkeld door Konings (2003). Deze werd gebruikt voor de data-import van de EcoInv-studies, niet de databanken horend bij de afzonderlijke studies.

Tabel 3: Bronvermelding van de gegevens die in de databank werden geïmporteerd.

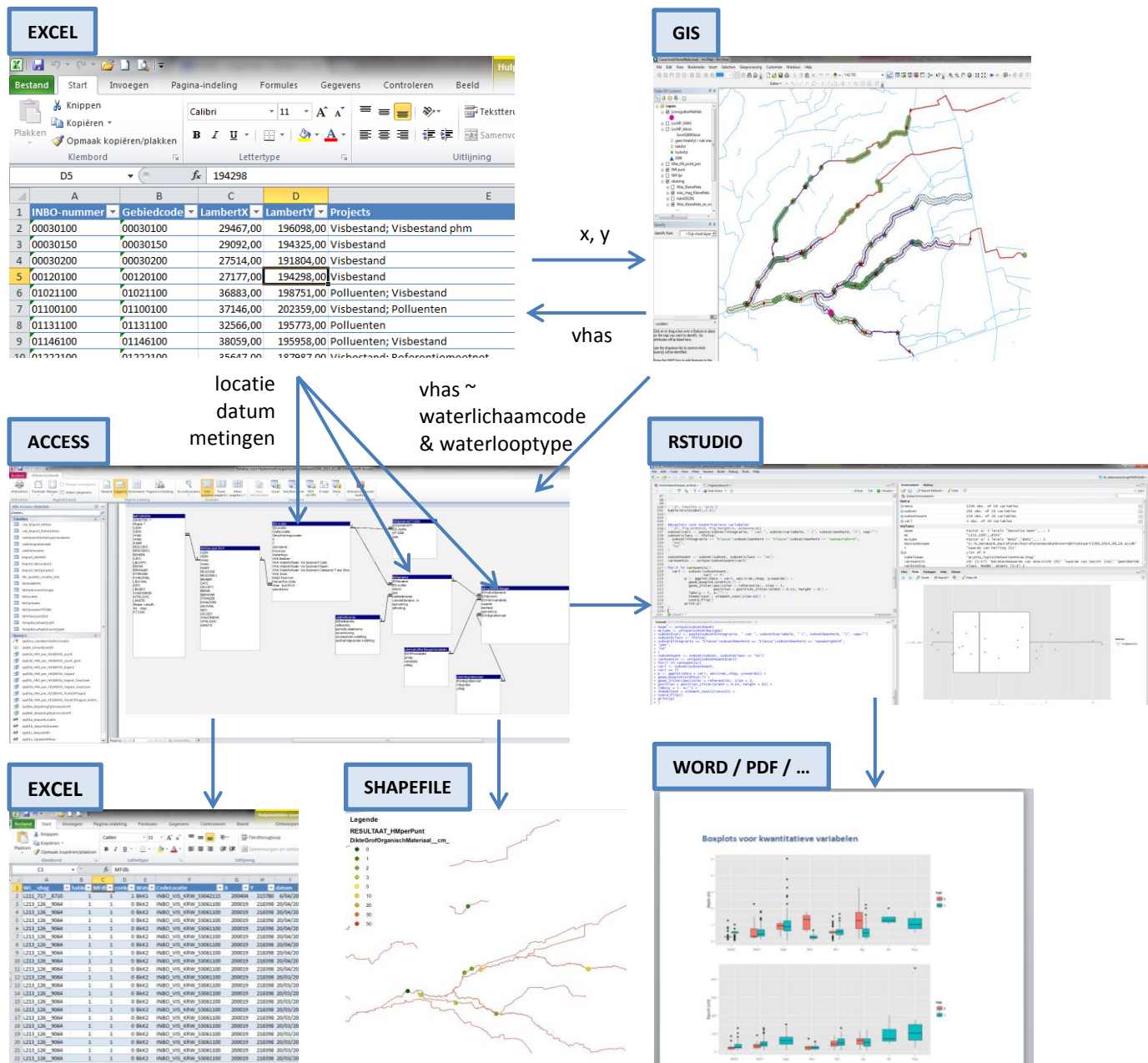
gegevensbron	code in databank	bronverwijzing
studies 'ecologische inventarisatie en –visievorming'	EcoInv Abeek,...	zie referenties: Ecologische inventarisaties
fysisch-chemische databank	FCdatabankVMM	www.vmm.be/data/waterkwaliteit
gegevens verzameld tijdens de inventarisatie van de verspreiding van habitatype 3260	INBO H3260	Leyssen et al. (2010)
verhangkaart	INBO verhang	Schneiders (2009)
Vis Informatie Systeem	INBO vis KRW	vis.inbo.be
hydromorfologiemetnet i.f.v. KRW	VMM HM KRW	www.vmm.be/water/kwaliteit-waterlopen/hydromorfologie
macrofytenmeetnet i.f.v. KRW	VMM MF KRW	www.vmm.be/water/kwaliteit-waterlopen/biologie/macrofyten
waterbodemetnet	VMM waterbodem	www.vmm.be/data/waterkwaliteit

De beschikbaarheid van andere gegevens werd nagegaan, maar het was nog niet haalbaar of opportuun om deze te importeren in de databank:

- INBO vis Eco: gegevens verzameld tijdens verschillende projecten over ecologisch onderzoek van vissen (INBO), vermits alle gegevens per project in afzonderlijke databanken of bestanden zijn gestockeerd;
- hydrologische metingen en modelresultaten van VMM en het waterbouwkundig laboratorium (gebaseerd op limnograafmetingen);
- gedetailleerde meetgegevens van verhang (VMM);
- gevalsstudies in het Netebekken (UIA).

De gehanteerde werkwijze voor gegevensimport in de databank en rapportage uit de databank wordt schematisch voorgesteld in Figuur 10. De basisgegevens bevatten een geografische link, doorgaans XY-coördinaten en werden d.m.v. GIS-software gekoppeld aan de vhas-code¹ van de VHA (versie 1 juli 2014). Vervolgens werden de basisgegevens (vhas, locatiecode, XY, datum en meting) geïmporteerd in de Access-databank. Informatie over de waterlichamen en hun waterlooptype (Tabel 2) werd eveneens in deze databank geïmporteerd. De bevraging van de databank gebeurt via query's en omvat het selecteren van alle metingen per relevant waterlichaam (zie verder). Deze gegevens worden vervolgens beschikbaar gemaakt als Excel-bestand, als shapefile en werden eveneens gebruikt om tabellen en grafieken te maken per waterlooptype met 'RStudio' (RStudio Team, 2014). Het resultaat daarvan werd weggeschreven naar een Word-document.

¹ segmentcode van de Vlaamse Hydrografische Atlas



Figuur 10: Stroomschema van werkwijze data-import en -export.

5.2 GIS

Om een link te leggen tussen verschillende meetlocaties en om de relevante metingen en waterlichamen te selecteren werden de gegevens ingelezen in GIS. Enerzijds werden alle meetpunten gekoppeld aan de vha-segmentcode van de Vlaamse Hydrografische Atlas. Anderzijds werd per vha-segment aangegeven tot welk waterlichaam dit behoort en of dit waterlichaam relevant is om op te nemen in de databank of niet.

Een waterlichaam wordt hierbij enger gedefinieerd dan de waterlichaamcodes die in de VHA zijn opgenomen (WTRLICHC-veld) en omvat zowel de waterlichaamcode als de VHA-waterloopcode (vhag), aangezien een aantal waterlichamen s.l. van 2^e orde bestaan uit clusters van verschillende bovenlopen. Waterlichamen die relevant geacht worden voor de databank zijn: waterlichamen die het habitattype bevatten volgens de recentste habitatkaart (versie 1.4) en/of waterlichamen die soorten van het habitattype bevatten volgens de macrofytendatabank voor waterlopen (deze bevat zowel recente als oudere macrofytenwaarnemingen) en/of waterlichamen opgenomen als zoekzone voor dit habitattype.

Informatie over het waterlooptype werd hierbij ook opgenomen per waterlichaam. Aangezien het waterlooptype niet beschikbaar is in deze VHA-versie, werd dit afgeleid van het veld 'typeTOT_1' van de Huetzoneringskaart (Schneiders, 2009).

Een aantal basisgegevens heeft betrekking op punten, bijvoorbeeld een waterstaalnamepunt; hiervan worden in de databank de XY-coördinaten overgenomen. Een ander deel van de metingen betreft metingen van trajecten, bv. inventarisatie van een 100 m-traject voor macrofyten. Om ook hier de geografische link te behouden werd het meest stroomafwaartse punt van dit lijnstuk in GIS bepaald, evenals de lengte van dit lijnstuk. Beide werden opgenomen in de databank.

Door zowel de metingen als de relevante waterlichamen te koppelen aan de vhas-codes, is de ruimtelijke link gemaakt tussen de (punt)metingen en de waterlichamen en is het mogelijk selecties te maken in de databank.

Het is belangrijk dat alle locaties uit de databank gekoppeld zijn met dezelfde versie van de VHA. Indien er nieuwe gegevens toegevoegd worden aan de databank moeten deze gelinkt worden met de VHA-versie die reeds gebruikt werd, ofwel dienen alle locaties opnieuw gelinkt te worden aan de nieuwe VHA-versie. Dit gebeurt door middel van een 'join based on spatial location' in GIS, waarbij de naam van de waterloop en de vhag-code gebruikt kunnen worden om foutieve koppelingen op te sporen. Bij een koppeling met een nieuwe VHA-versie dient vervolgens het veld 'vhas' van tblLocatie uit de databank hernieuwd te worden (d.m.v. bijwerk-query) en dient de tabel 'tblWlas...' te worden vervangen.

5.3 Accessdatabank

5.3.1 Algemeen

De beschikbare Vlaamse gegevens van volgende, in de literatuur relevant geachte, variabelen werden opgenomen in de databank (Tabel 4 en Bijlage 1).

Tabel 4: Variabelen die opgenomen zijn in de databank.

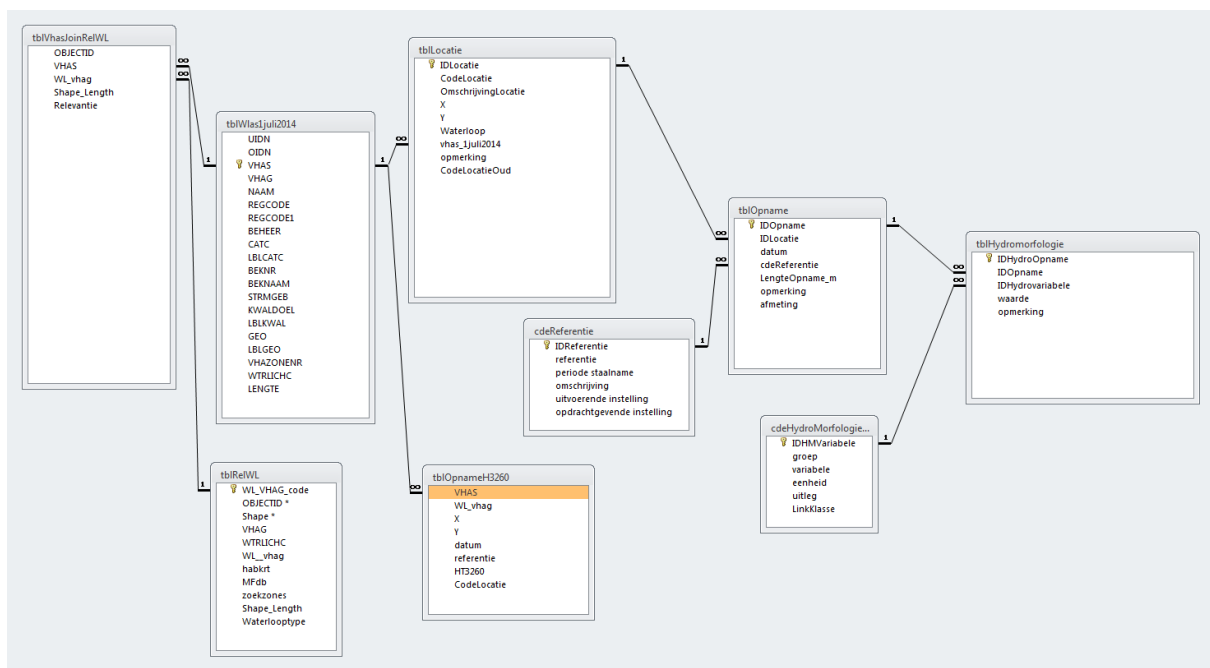
variabele	eenheid
stroomsnelheid	klasse
stromingsvariatie	klasse
stroomversnelling	J/N
poelen	J/N
stroomsnelheid	m/s
helling	promille
sinuositeit	-
stroomkuilenpatroon	klasse
breedte wateroppervlak	m
diepte	m
kraagbreedte	m
dikte grof organisch materiaal	cm
breedtevariatie	klasse
substraatkenmerken: artificieel substraat, fijn zand/lemig zand, grof zand, keien, kiezel, klei, leem, licht zandleem, lichte klei, natuursteen, rots, vast gesteente, veen, zandleem, zware klei, slib	klasse
substraatkenmerken: grind, modder, zand, detritus, leem/klei, slib, keien, klei	J/N
bodemsubstraat natuurlijk	klasse
bodemsubstraat onnatuurlijk	klasse
kleigehalte	%
zwevende stof	mg/L
Secchi	cm

doorzicht	%
schaduw	%
schaduw	J/N
schaduw	klasse
schaduw	percentageklasse

Zoals reeds opgemerkt zijn de beschikbare gegevens zeer heterogeen, zowel ruimtelijk, temporeel, qua detailgraad van meting en qua aantal gemeten variabelen per monsternamepunt. Zoveel mogelijk informatie werd behouden in de databank, zowel door een verwijzing naar de gegevensbron waarvan de gegevens afkomstig zijn (zie cdeReferentie), als naar de verklaring van de gebruikte klassevariabelen voor de kwalitatief ingeschatte variabelen (zie cdeHydromorfologieVariabeleKlasse).

5.3.2 Structuur

De databankstructuur van de relationele Access-databank wordt getoond in Figuur 11 en is de klassieke structuur van een databank met opnamegegevens (tblLocatie, tblOpname en tblHydromorfologie) en de daaraan gekoppelde codetabellen. Het linkerdeel van de relatiestructuur bevat de link naar de VHA en de waterlichamen (tblWLas1juli2014, tblVhasJoinRelWL en tblRelWL). Naast de hydromorfologische metingen, zijn in de databank ook metingen voor aan- of afwezigheid van het habitatype per vha-segment opgenomen (tblOpnameH3260).



Figuur 11: Schema van de databankstructuur.

5.3.3 Query's

Enkele importtabellen en -query's zijn aangemaakt om gegevens te importeren in de databank (qry01a t.e.m. qry01c).

Volgende selectiequery's werden aangemaakt:

- qry02a_OverzichtMetingen: een overzicht van alle metingen die in de databank zijn opgenomen. Opgelet, een aantal metingen van waterlichamen waarin het habitatype niet voorkomt of die niet in zoekzones gelegen zijn, zijn ook opgenomen in de databank.

- qry02b_MetingenPerWL_vhag is de selectie van metingen per relevant² waterlichaam, waarbij eveneens het waterlooptype is opgenomen.
Van de selectiequery 'qry02b_MetingenPerWL_vhag' is eveneens een tabel gemaakt die een identieke inhoud heeft, 'tblRESULTAAT', waardoor deze gegevens sneller aangesproken kunnen worden in RStudio.
- qry03a t.e.m. qry03h bevatten query's die achtereenvolgens een aantal bewerkingen uitvoeren om per hydromorfologische meting de aan-/afwezigheid van het habitatype in het vha-segment na te gaan binnen een zelf opgegeven tijdvenster. **Qry03g_AlleMetingen_HT01ongekend** bevat het eindresultaat van deze bevraging; om tot dit resultaat te komen wordt het volgende verondersteld:
 - het habitatype is aanwezig in een vha-segment en een bepaald jaar wanneer minstens één typische soort van het habitatype in dat jaar en in dat vha-segment werd waargenomen;
 - tijdvensters kunnen door de gebruiker worden opgegeven; het minimum en maximum van het tijdvenster hangt af van de variabele:
 - voor fysisch-chemische metingen:
 - minimum van tijdvenster: datum van fysisch-chemische staalname
 - maximum van tijdvenster: datum van fysisch-chemische staalname + [GeefFctijdvensterOpInJaren] * 365
 - voor substraat, sinuositeit en helling: geen tijdvenster; er wordt vanuit gegaan dat alle metingen (blijvend) relevant zijn
 - overige variabelen:
 - minimum van tijdvenster: datum van hydromorfologische meting – [GeefOverigTijdvensterOpInJaren] * 365
 - maximum van tijdvenster: datum van hydromorfologische meting + [GeefOverigTijdvensterOpInJaren] * 365;
 - wanneer éénmaal het habitatype werd aangetroffen in het tijdvenster, wordt dit beschouwd als aanwezigheid van het habitatype; wanneer het habitatype niet werd aangetroffen in het tijdvenster, maar wanneer er wel een inventarisatie werd uitgevoerd, wordt dit beschouwd als afwezigheid van het habitatype (steeds per vha-segment);
 - De aanwezigheid van het habitatype wordt gecodeerd als '1' en de afwezigheid als '0'. Ook metingen die buiten het tijdvenster liggen, of die in een vhas liggen waar geen habitatmeting is uitgevoerd, worden opgenomen in de query, maar zijn gecodeerd als '-1' (ongekend).

Qry03h_tblResultaat_HTperVhas is een tabelaanmaakquery waarbij een tabel, 'tblRESULTAAT_HTperVhas', gemaakt wordt die de gegevens bevat van qry03g_AlleMetingen_HT01ongekend. Deze actiequery verwijdert eerst de bestaande tabel; vervolgens dienen de tijdvensters (in jaren) opgegeven te worden via een invoerscherm dat automatisch zichtbaar wordt en ten slotte wordt een nieuwe tabel, 'tblRESULTAAT_HTperVhas', gemaakt met de resultaten binnen het gekozen tijdvenster. Door deze tabel aan te maken zijn de gegevens gemakkelijker en sneller aan te spreken in RStudio.

² zie 5.2.

5.4 Output van de databankgegevens

5.4.1 Excel

Uitgaande van de resultaten van de query 'qry03h_tblResultaat_HTperVhas' met de voorwaarden 'tijdvenster fysisch-chemisch = 2' en 'tijdvenster overig = 5' werd een Excel-bestand (Bijlage 5) opgemaakt met volgende kolommen:

- WL_vhag: bevat de waterlichaamcode waartoe het meetpunt behoort, bestaande uit 'waterlichaamcode'__'vhag-code uit de VHA';
- habkrt: geeft aan of het waterlichaam waarin het meetpunt gelegen is volgens de habitatkaart het habitatype bevat (1) of niet (0);
- MFdb: geeft aan of het waterlichaam waarin dit meetpunt gelegen is volgens de macrofytendatabank habitattypische soorten bezit (1) of niet (0);
- zoekzones: geeft aan of het waterlichaam waarin dit meetpunt gelegen is opgenomen is als zoekzone (1) of niet (0);
- waterlooptype: toont het waterlooptype van het waterlichaam volgens het veld 'typeTOT_1' van de Huetzoneringskaart (Schneiders, 2009);
- CodeLocatie: locatiecode zoals opgenomen in de oorspronkelijke gegevens, eventueel voorafgegaan door een prefix waarin de referentie wordt gecodeerd om dubbele locatiecodes in de databank te vermijden;
- vhas: code van het vha-segment waarin het hydromorfologisch meetpunt gelegen is (VHA-versie 1 juli 2014);
- X en Y: XY-coördinaten van het meetpunt volgens de Lambert72-projectie;
- datum: datum waarop de meetgegevens werden verzameld;
- referentie: bronverwijzing van de meetgegevens (Tabel 3);
- groep: groepering van de verschillende variabelen;
- variabele: gemeten variabelen (Tabel 4), in detail gedocumenteerd in 'cdeHydroMorfologieVariabele' en hoofdstuk 6;
- waarde: gemeten waarde van de variabele;
- eenheid: eenheid van de gemeten variabele; voor klassevariabelen worden de verschillende klassen toegelicht in 'cdeHydromorfologieVariabeleKlasse' van de databank;
- H3260: geeft aan of het habitatype in het gedefinieerde tijdvenster werd aangetroffen in het vha-segment waarin dit meetpunt gelegen is (1), het habitatype werd niet aangetroffen in het gedefinieerde tijdvenster (0), of de aanwezigheid van het habitatype niet gekend is (-1). Dit laatste wegens geen vaststelling van aanwezigheid van habitatype in het vha-segment, of wegens niet geselecteerd o.b.v. het tijdvenster.

Elke meting van een bepaalde variabele op een bepaalde plaats en datum wordt dus voorgesteld als rij in dit Excel-bestand. Dit zijn de basisgegevens die momenteel beschikbaar zijn en waarmee vervolgens draaitabellen kunnen gemaakt worden.

5.4.2 RStudio

De gegevens in de databank kunnen door RStudio aangesproken worden om er tabelmatige of grafische voorstellingen mee te maken, bijvoorbeeld per waterlooptype (Bijlage 7). Om het voorbeeldscript te kunnen gebruiken dient de statistische software R en RStudio geïnstalleerd te zijn (R Development Core Team, 2013; RStudio Team, 2014) en dient de gebruiker een minimale kennis van R te bezitten om ermee aan de slag te gaan. Voorts dienen het Rproj-bestand, het R Markdownscript (.Rmd) en de Access-databank in dezelfde bestandsmap te staan. Na het openen van het projectbestand (HYDRO3260.Rproj) is het R Markdownscript (<http://rmarkdown.rstudio.com/>) raadpleegbaar (Bijlage7_GegevensPerWaterlooptype.Rmd). In dit script staan de verschillende stappen gedocumenteerd na de hekjes (#). Het kan nodig zijn om bepaalde packages te installeren via *install.packages(c("RODBC", "ggplot2", "knitr", "pander", "reshape2"))*. Wijzigingen, extra figuren, andere selecties, e.d., kunnen aangebracht worden in de R-code. Door het bestand te compileren via de 'Knit Word'-knop kan een tekstbestand gemaakt worden met de output (Bijlage 7). Er kan eveneens gekozen worden voor een pdf-export.

5.4.3 GIS

Door middel van de shapefile (Bijlage 6) is het mogelijk om de gegevens te visualiseren in ArcGIS, aangezien de basisgegevens steeds gekoppeld zijn met XY-coördinaten. Omdat de veldnaamlengte van een shapefile beperkt is tot tien karakters, worden de variabelen verkort gecodeerd (Tabel 5).

Tabel 5: Verklaring van de afgekorte variabelen in de shapefile.

variabele	code GIS	variabele	code GIS
schaduw (%)	schad_p	artificieel substraat (klasse)	ArtSub_kl
schaduw (J/N)	schad_JN	bodensubstraat natuurlijk (klasse)	BodNat_kl
schaduw (klasse Ecolnv)	schad_klE	bodensubstraat onnatuurlijk (klasse)	BodONat_kl
schaduw (klasse H3260)	schad_klH	detritus (J/N)	detr_JN
schaduw (percentageklasse)	schad_pk	fijn zand/lemig zand (klasse)	FLZand_kl
doorzicht (%)	doorz_p	grind (J/N)	grind_JN
Secchi (cm)	Secchi_cm	grof zand (klasse)	GZand_kl
zwevende stof (mg/L)	ZS_mgpL	keien (J/N)	keien_JN
stromingsvariatie (klasse)	StroVar_kl	keien (klasse)	keien_kl
stroomsnelheid (klasse)	SSnelh_kl	kiezel (klasse)	kiezel_kl
stroomsnelheid (m/s)	SSnelh_mps	klei (J/N)	klei_JN
stroomversnelling (J/N)	StroVer_JN	klei (klasse)	klei_kl
helling (promille)	helling_pm	kleigehalte (%)	klei_p
poelen (J/N)	poel_JN	leem (klasse)	leem_kl
sinuositeit (-)	sinuos	leem/klei (J/N)	LeeKlei_JN
slibdikte (klasse)	slib_kl	licht zandleem (klasse)	LZandle_kl
stroomkuilenpatroon (klasse Ecolnv)	StrKP_klE	lichte klei (klasse)	LKlei_kl
stroomkuilenpatroon (klasse HM)	StrKP_klHM	modder (J/N)	modder_JN
breedte wateroppervlak (m)	breedte_m	natuursteen (klasse)	NSteen_kl
breedtevariatie (klasse)	BreeVar_kl	rots (klasse)	rots_kl
diepte (m)	diepte_m	slib (J/N)	slib_JN
DikteGrofOrganischMateriaal (cm)	OrgMat_cm	vast gesteente (klasse)	VSteen_kl
hoogte oeverkraag (m)	HOever_m	veen (klasse)	veen_kl
hoogte oeverkraag links (m)	HOeverL_m	zand (J/N)	zand_JN
hoogte oeverkraag rechts (m)	HOeverR_m	zandleem (klasse)	zandlee_kl
kraagbreedte (m)	KBreedte_m	zwarte klei (klasse)	ZwKlei_kl
artificieel substraat (J/N)	ArtSub_JN		

6 Basisgegevens van de Access-databank

De geïmporteerde basisgegevens worden gedocumenteerd per groep van variabelen. Per variabele wordt de gegevensbron (zoals gecodeerd in Tabel 3), de eenheid en de eventuele voorafgaande bewerkingen beschreven. Voor de interpretatie van de gegevens van het hydromorfologiemetnet van VMM wordt eveneens verwezen naar VMM (2010). Voor sommige variabelen zijn meerdere gegevensbronnen beschikbaar, al dan niet met dezelfde interpretatie van de klassen.

6.1 Fysisch-chemische metingen

6.1.1 Secchi

De Secchi-diepte is een maat om het doorzicht van de waterkolom te kwantificeren met behulp van een Secchi-schijf. Wanneer Secchi-diepte en waterdiepte aan elkaar gelijk zijn, is er sprake van 'bodemzicht' (de waterdiepte beperkt de maximaal meetbare Secchi-waarde). Wanneer beide gegevens voorhanden zijn, kan het doorzicht uitgedrukt worden als het percentage doorzicht, de verhouding Secchi-diepte/waterdiepte*100; bij 'bodemzicht' is dit 100%. De nodige informatie is echter slechts beperkt beschikbaar.

gegevens: FCdatabankVMM

eenheid: cm

bewerking: geen. Waarden van een meetplaats voorafgegaan door 'TR' (bv. TR276700.1) werden niet opgenomen omdat deze identiek zijn aan de meetpunten van VMM MF KRW (zie verder). De meetgegevens van de kolom 'conc_det' van de VMM-databank werden opgenomen in de databank. De berekende waarde van 'conc_det' is voor metingen kleiner dan de genoteerde diepte gelijk aan de helft van deze diepte. De metingen 'groter dan een bepaalde diepte' (bv. > 50 cm) werden voor de variabele Secchi niet opgenomen in de databank, aangezien dit impliceert dat er bodemzicht is (pers. meded. Sandra De Smedt, 13/01/2016). Deze metingen werden wel opgenomen voor de variabele doorzicht (zie 6.1.2).

gegevens: VMM MF KRW

eenheid: cm

bewerking: Aangezien een aantal metingen omschreven zijn als bv. '< 5 cm' of '> 50 cm' werd, rekening houdend met de waterdiepte, een benaderende waarde berekend (Tabel 6).

Tabel 6: Berekening Secchi-diepte bij afwijkend teken.

teken	bewerking
=	geen; waarde behouden
<	waarde/2
>	bij bodemzicht: niet opgenomen in databank voor deze variabele
>	bij expliciete vermelding 'geen bodemzicht': waarde = Secchi + (Diepte-Secchi)/2

gegevens: INBO vis KRW

eenheid: cm

bewerking: geen

6.1.2 Doorzicht

Het percentage doorzicht van de waterkolom wordt berekend als het quotiënt van Secchi-diepte en maximale diepte x 100.

gegevens: FCdatabankVMM

eenheid: %

bewerking: voor metingen van Secchi-diepte waarbij 'groter dan een bepaalde diepte' vermeld staat is er bodemzicht en bijgevolg is het doorzicht gelijk aan 100 % (zie ook 6.1.1).

gegevens: VMM MF KRW

eenheid: %

bewerking: berekening op basis van bodemzicht, Secchi-diepte (6.1.1) en gemiddelde diepte (Tabel 7); alles groter dan 100 wordt afgerond naar 100%.

Tabel 7: Berekening doorzicht. * zie interpretatie Secchi van Tabel 6.

bodemzicht	teken Secchi	doorzicht (%)
ja	niet relevant	100
nee	=	Secchi/GemiddeldeDiepte
nee	< of >	Secchi*/GemiddeldeDiepte
NA	NA	indien Secchi of GemiddeldeDiepte ongekend zijn: doorzicht: ongekend (NA)

6.1.3 Zwevende stof

Labometing van zwevend stofgehalte door middel van filtrering en weging (pers. meded. Sandra De Smedt, 13/01/2016).

gegevens: FCdatabankVMM

eenheid: mg/L

bewerking: geen. Gegevens van het veld 'conc_det' werden opgenomen in de databank; hierbij zijn voor metingen onder de bepaalbaarheidsgrens de helft van de gemeten waarde berekend.

6.2 Hydrologie

6.2.1 Stromingsvariatie

De stromingsvariatie is een maat voor de verschillen in stroomsnelheid binnen een traject.

gegevens: VMM HM KRW

eenheid: klasse (Tabel 8)

bewerking: geen

Tabel 8: Verklaring van stromingsvariatieklassen.

klasse	verklaring
0	afwezig (opgestuwd, stilstaand, homogeen snelstromend)
1	enkel verhoging stroomsnelheid ter hoogte van kunstwerken
2	gering
3	matig
4	goed ontwikkeld

gegevens: Ecolnv (stroomdiversiteit)

eenheid: klasse (Tabel 8), maar beperkt aantal klassen: geen stroomdiversiteit (0), matig ontwikkelde stroomdiversiteit (3) en goed ontwikkelde stroomdiversiteit (4)

bewerking: geen

6.2.2 Stroomsnelheid

gegevens: INBO vis KRW

eenheid: m/s

bewerking: geen

gegevens: VMM MF KRW

eenheid: klasse (Tabel 9)

bewerking: geen

Tabel 9: Verklaring van stroomsnelheidsklassen.

klasse	verklaring
0	stilstaand / traag
1	matig
2	snel

6.3 Morfologie

6.3.1 Morfometrie: breedte, diepte en andere profielafmetingen

gegevens: Ecolnv: breedte wateroppervlak, diepte, hoogte oeverkraag, hoogte oeverkraag links, hoogte oeverkraag rechts.

eenheid: m

bewerking: De gegevens van de tabel 'tst' en 'ts2' werden geëxtraheerd uit de Ecolnv-databank. De tabel 'tst' bevat bereiken per traject (bijvoorbeeld '2 – 3 m'). Tabel 'ts2' bevat metingen van variabele afmetingen met zowel het minimale als het maximale bereik; bijvoorbeeld de waterloop is minimaal 0 – 1 m breed en maximaal 2 – 3 m breed. De gegevens werden bewerkt om een aantal problemen te omzeilen:

- de variabelen afstand tot eerste bodemgebruik, berm en bufferstrook werden niet opgenomen in de databank, wegens hun beperkte relevantie;
- nulmetingen werden geschrapt;
- alle metingen van de Jeker werden geschrapt, aangezien er zeer veel dubbele metingen in het databestand aanwezig waren en het niet mogelijk was om deze te ontdebellen;
- bij de gegevens in tabel 'ts2' werden enkele fouten rechtgezet, zoals minima en maxima die werden omgewisseld; dubbele metingen werden geschrapt;
- de gemiddelde afmeting per traject werd berekend op basis van de minimale en maximale breedte, uitgaande van zowel tabel 'tst' als 'ts2'. Bij vermoeden van een foute koppeling van de trajectcodes in de oorspronkelijke databank, werden de metingen niet overgenomen.

gegevens: INBO vis KRW: waterdiepte

eenheid: m

bewerking: geen

gegevens: VMM MF KRW: breedte wateroppervlak, diepte, dikte grof organisch materiaal

eenheid: breedte wateroppervlak en diepte: m; dikte grof organisch materiaal: cm

bewerking: geen; de metingen van diepte, breedte wateroppervlak, dikte grof organisch materiaal van alle meetlocaties werden geïmporteerd in de databank. Voor de breedtegegevens werd enkel het gemiddelde opgenomen, niet de minimum- en maximumbreedte.

gegevens: INBO H3260: breedte wateroppervlak

eenheid: m

bewerking: geen

gegevens: VMM HM KRW

opmerking: geen gegevens; meetgegevens van gemiddelde kraagbreedte en gemiddelde diepte tussen laagste oevertop en waterbodem konden niet worden overgenomen, aangezien alle metingen 'OB' (onbekend) waren.

6.3.2 Breedtevariatie

De variatie van de breedte tussen de taluds is afhankelijk van de lokale hellingsgraad, de plaats in een meandergolflengte of de aanwezigheid van obstructies zoals dood hout, wortels, kunstwerken ...

gegevens: VMM HM KRW

eenheid: klasse (Tabel 10)

bewerking: geen

Tabel 10: Verklaring van de breedtevariatiëklassen.

klasse	verklaring
0	afwezig
1	1 dominant, 1 plaatselijk
2	2 breedtes
3	1 breedte overwegend, 2 plaatselijk
4	3 of meer breedtes

6.3.3 Helling

De helling of het verhang is het relatieve hoogteverschil van een waterloop uitgedrukt in %. In laag gelegen gebieden wordt het verhang vaak uitgedrukt in m/km of ‰. De waarde voor het verhang is gebaseerd op de gemiddelde hoogte van het digitaal hoogtemodel per buffer van 25 m rond punten op de VHA. Dit geeft niet overal een correct beeld van het verhang omdat sommige waterlopen gestuwd of verlegd werden.

gegevens: INBO verhang: helling (hellingMean) van de Huetzoneringskaart (Schneiders et al., 2009)

eenheid: promille, ‰

bewerking: geen; per vha-segment wordt de waarde van de helling overgenomen. Een aantal vha-segmenten zijn door een nieuwere VHA-versie inmiddels gesplitst; de helling van het oude segment is in dit geval overgenomen voor beide segmenten.

6.3.4 Poelen

Deze variabele geeft informatie over de aan- of afwezigheid van poelen (of 'pools') in het waterlooptraject. Samen met de variabele 'stroomversnelling' (zie 6.3.5) geeft dit informatie die overeenstemt met de variabele 'stroomkuilenpatroon' (zie 6.3.6).

gegevens: poelen van INBO vis KRW

eenheid: J/N

bewerking: geen

6.3.5 Stroomversnelling

Deze variabele geeft informatie over de aan- of afwezigheid van stroomversnellingen (of 'riffles') in het waterlooptraject.

gegevens: stroomversnelling van INBO vis KRW

eenheid: J/N

bewerking: geen

6.3.6 Stroomkuilenpatroon

Stroomkuilen of 'pool-riffles' wijzen op een diepte-ondieptevariatie als gevolg van verschillen in stroming, erosieweerstand, vegetatiepatroon of menselijke verstoringen. Een ondiepere zone wordt 'riffle' genoemd; een diepere zone wordt 'pool' genoemd.

gegevens: VMM HM KRW

eenheid: klassen (Tabel 11)

bewerking: geen

Tabel 11: Verklaring van stroomkuilenpatroonklassen (VMM HM KRW).

klasse	verklaring
0	afwezig en/of geen stromingsvariatie
1	matig ontwikkeld/beperkt zichtbaar
2	goed ontwikkeld
3	enkel grote lokale verschillen

gegevens: Ecolnv (variabele diepte/ondieptepatroon)

eenheid: klassen (Tabel 12)

bewerking: dubbele of tegenstrijdige metingen werden geschrapt.

Tabel 12: Verklaring van stroomkuilenpatroonklassen (Ecolnv).

klasse	verklaring
0	uniform of geringe verschillen
1	enkel grote lokale verschillen (niet samenhangend met meandering)
2	matig ontwikkeld diepte/ondiepte patroon (niet samenhangend met meandering)
3	matig ontwikkeld diepte/ondiepte patroon (samenhangend met meandering)
4	goed ontwikkeld diepte/ondiepte patroon (niet samenhangend met meandering)
5	goed ontwikkeld diepte/ondiepte patroon (samenhangend met meandering)

6.3.7 Sinuositeit als maat voor meandering

Als maat voor meandering wordt de sinuositeit berekend, zijnde het quotiënt tussen de lengte van de waterloop en de valleilengte (Stuckens & Van Hoydonck, 2005). Een rechtgetrokken waterloop heeft een sinuositeit van ongeveer 1; een sterk meanderende waterloop heeft een hogere waarde voor sinuositeit.

gegevens: VHA (versie 1 juli 2014)

eenheid: -

bewerking: de sinuositeit werd berekend voor elk waterlichaam. De berekening gebeurde aan de hand van het python-script 'Calculate Sinuosity' voor ArcGIS

(<http://www.arcgis.com/home/item.html?id=00e708a448b74810a0e805c4a97f9d46>). Dit levert als resultaat 1/sinuositeit; de reciproke waarde werd bijgevolg berekend.

6.3.8 Slibdikte

Slibafzetting wordt geïnterpreteerd als de afzetting van organisch en mineraal sediment dat een fijnere korrelgrootterange heeft dan de bedding. Slibafzetting onderscheidt zich van de vorming van sedimentbanken door een meer homogene spreiding.

gegevens: VMM MF KRW

eenheid: klasse (Tabel 13)

bewerking: geen

Tabel 13: Verklaring van slibdikteklassen.

klasse	verklaring
0	afwezig
1	< 5 cm
2	5 - 20 cm
3	>= 20 cm
4	aanwezig maar meting onmogelijk

gegevens: Ecolnv

eenheid: klasse (Tabel 13), maar er werd geen klasse 4 onderscheiden

bewerking: slibdikte afgeleid als de slibdikteklasse van de grootste klasse van voorkomen per traject (zie Tabel 16).

gegevens: VMM HM KRW

eenheid: klasse (Tabel 13)

bewerking: slibdikte = 5 (niet vast te stellen) werd niet opgenomen in de databank. De originele codering in het aangeleverde databestand heeft een andere volgorde, maar werd aangepast conform de codering van VMM MF KRW.

6.4 Schaduw

Uitgezonderd bij VMM HM KRW wordt hiermee de beschaduwing van het wateroppervlak bedoeld; m.n. de verticale projectie van overhangende vegetatie of overwelvingen op het wateroppervlak. Bij VMM HM KRW wordt per oriëntatierichting een inschatting van de beschaduwing gegeven in de klassen vermeld in Tabel 14.

gegevens: Ecolnv

eenheid: klassen (Tabel 16)

bewerking: Dubbele metingen per traject werden geschrapt. Indien verschillende metingen per traject teruggevonden werden, werd de grootste meting behouden, tenzij de metingen sterk van elkaar verschilden (sporadisch schaduw versus >33% schaduw); deze metingen werden geschrapt.

gegevens: VMM MF KRW: beschaduwing van het wateroppervlak (verticale projectie)

eenheid: %

bewerking: geen

gegevens: VMM HM KRW: Schaduwafwegig, SchaduWZuid, SchaduWZuidoost, SchaduWZuidwest, SchaduWOost, SchaduWWest

eenheid: oorspronkelijke gegevens: klassen; bewerkte gegevens: percentageklasse

bewerking: Schaduwafwegig is niet overgenomen, omdat deze overall onbepaald is ('OB'). Deze klassen worden omgezet naar een percentage-inschatting (rechts in Tabel 14). De percentage-inschatting van de 5 variabelen wordt vervolgens geïntegreerd tot de variabele 'schaduw' als het maximum van de verschillende waarden.

Tabel 14: Berekening percentageklasse.

	berekening inschatting %	inschatting %
GB,BL gedeeltelijke beschaduwing over beperkte lengte (<33%)	$= (33 / 2) / 2$	10
GB,GL gedeeltelijke beschaduwing over gedeelte van de lengte (33%-90%)	$= [(33+90)/2] / 2$	30
GB,VL gedeeltelijke beschaduwing over de volledige lengte (90%-100%)	$= 95 / 2$	50
VB,BL volledige beschaduwing over beperkte lengte (<33%)	$= 33 / 2$	15
VB,GL volledige beschaduwing over gedeelte van de lengte (33%-90%)	$= (33+90) / 2$	60
VB,VL volledige beschaduwing over de volledige lengte (90%-100%)	$= (90+100) / 2$	95

gegevens: INBO H3260

eenheid: J/N, klasse (Tabel 15) of %

bewerking: geen

opmerking: gaandeweg de inventarisaties werd de beschaduwing nauwkeuriger genoteerd.

Tabel 15: Verklaring van beschaduwingsklassen.

klasse	verklaring
0	geen
1	sporadisch
2	matig
3	sterk

6.5 Substraat

De samenstelling van de bedding.

gegevens: Ecolnv: artificieel substraat, fijn zand/lemig zand, grof zand, keien, kiezel, klei, leem, licht zandleem, lichte klei, natuursteen, rots, vast gesteente, veen, zandleem, zware klei

eenheid: klassen (Tabel 16)

bewerking: er werd geen voorafgaande selectie van de relevante metingen gemaakt, maar gegevens van alle studies werden geïmporteerd in de databank, tenzij een geografische link ontbrak en de link met de vha-segmentcode niet kon gelegd worden. Omwille van een aantal problemen werden wijzigingen aangebracht:

- dubbele metingen werden geschrapt;
- wanneer verschillende waarden per substraatsklasse werden genoteerd, is het maximum overgenomen per inventarisatietraject;
- enkele substraten werden veralgemeend: artificieel substraat is als verzamelnaam gekozen voor baksteen, beton, e.d. en keien staat voor zowel keien als keien > 6 cm.

Tabel 16: Verklaring van klassen voor het voorkomen van substraattypen.

klasse	verklaring
1	sporadisch aanwezig
2	aanwezig, < 33 %
3	aanwezig, 33-100 %

gegevens: INBO vis KRW: grind, keien, klei, modder, slib, zand

eenheid: aan- of afwezigheid per categorie

bewerking: de categorie 'andere' werd niet overgenomen, wegens weinig informatief en de categorie 'stenen' werd onder 'keien' geklasseerd, conform de andere gegevensbronnen.

gegevens: VMM HM KRW: verschillende substraattypen (artificieel substraat, detritus, grind, keien, leem/klei, zand) en natuurlijk of onnatuurlijk bodemsubstraat

eenheid: aan/afwezigheid van verschillende substraattypen; natuurlijk of onnatuurlijk bodemsubstraat: klassen (Tabel 17).

bewerking: de metingen werden omgezet naar aan-/afwezigheid per substraattypen (0/1) en de klassen vermeld in Tabel 17 voor het voorkomen van natuurlijk of onnatuurlijk bodemsubstraat. Beton werd geklasseerd onder artificieel substraat. Volgende metingen werden geschrapt:

- bodemsubstraat natuurlijk = nvts (niet vast te stellen)
- bodemsubstraat onnatuurlijk = nvts (niet vast te stellen)
- bodemsubstraat nietvaststellen werd volledig geschrapt, aangezien geen waarden voor de geselecteerde meetpunten werden gevonden
- bodemsubstraatsamenstelling = o (onzichtbaar)

Tabel 17: Verklaring van klassen voor natuurlijk of onnatuurlijk bodemsubstraat.

klasse	verklaring
0	afwezig (0%)
1	sporadisch (+/-1%)
2	gering aanwezig (<10%)
3	matig aanwezig (10%-50%)
4	sterk (50%-90%)
5	overheersend aanwezig (90% - 100%)

gegevens: VMM waterbodem: kleigehalte

eenheid: %

bewerking: voor waarden kleiner dan de bepaalbaarheidsgrens werd de helft ervan berekend en opgenomen in de databank (slechts één meting).

6.6 Verspreidingsgegevens H3260

Gegevens over de aan- of afwezigheid van habitatype 3260 werden afgeleid uit de INBO-macrofytendatabank voor stromende wateren (Leyssen, 2014a). Hierin zijn soortverspreidingsgegevens van macrofyten in waterlopen opgenomen van:

- Ecolnv (zie hoger);
- bekenstudies UIA (Schneiders et al., 1995);
- Beyen et al. (2004);
- HYDRO3260: veldgegevens verzameld i.k.v. dit project;
- INBO H3260 (zie hoger);
- MF1 (Schneiders et al., 2004);
- MF2 (Leyssen et al., 2005);
- mon3260: veldgegevens verzameld i.k.v. kwaliteitsmonitoring van habitatype 3260 voor Natura 2000;
- Van Belleghem (Van Belleghem et al., 2007);
- Van Steen (Van Steen, 2000);
- VMM MF KRW (zie hoger).

Per locatie en datum is in tblOpnameH3260 aangegeven of het habitatype werd aangetroffen (1) of niet (0). De opname is zowel gekoppeld aan XY-coördinaten (Lambert72-projectie) als aan de vha-segmentcode (1 juli 2014).

7 Synthese per waterlooptype

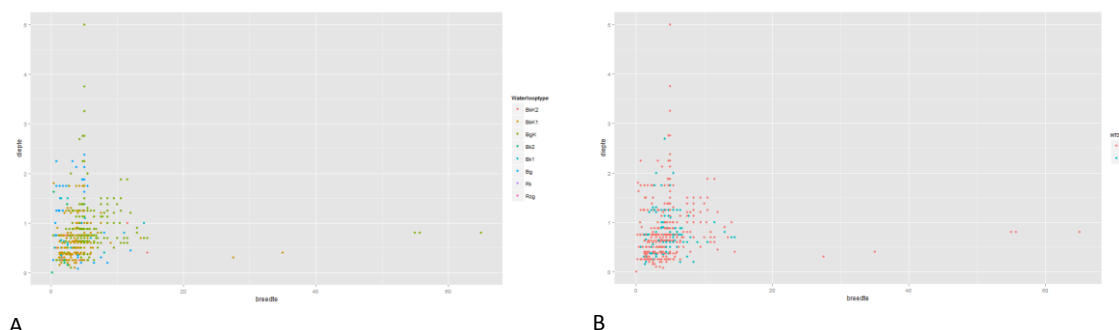
Een tabelmatige en grafische voorstelling van de basisgegevens per waterlooptype is te vinden in Bijlage 7. Hierbij is een tijdvenster van 2 jaar voor de fysisch-chemische metingen gekozen en een tijdvenster van +/- 5 jaar voor de overige metingen. Conclusies die afgeleid worden van deze grafiekjes, moeten met de nodige omzichtigheid worden behandeld, gezien deze afhangen van het aantal en nauwkeurigheid van de beschikbare basisgegevens (zie ook 8.1).

7.1 Profielkenmerken

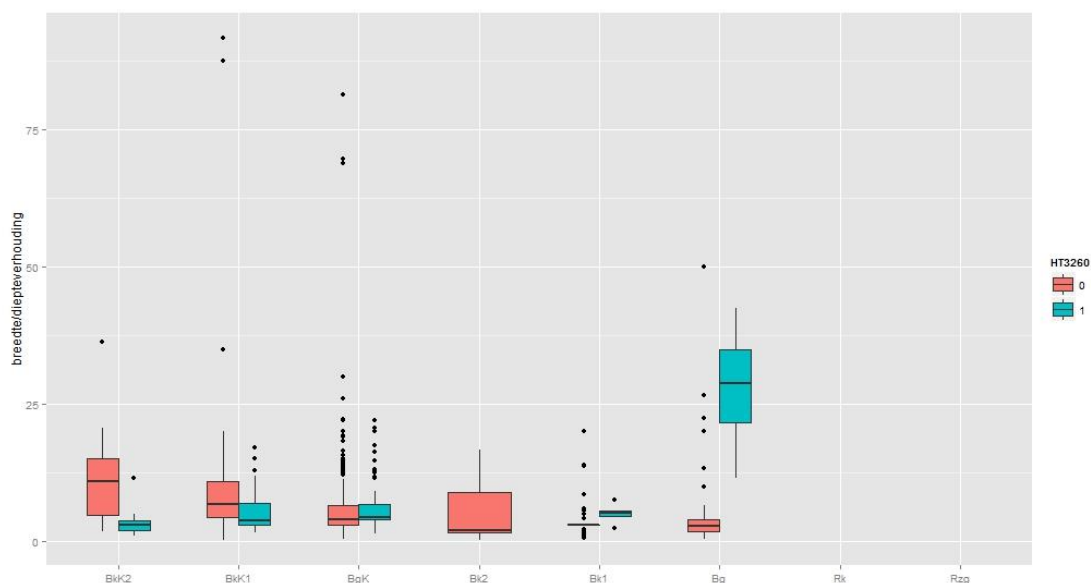
Uit de boxplots van breedte en diepte blijkt dat het habitatype in grote beken voornamelijk voorkomt in brede en ondiepe waterlopen; in smallere en diepere waterlopen van hetzelfde type komt het habitatype minder frequent voor. Dit strookt met de verwachtingen aangezien bekend is dat kanalisatie en verdiepingen van de waterloop een negatief effect hebben op de soortenrijkdom van submerse vegetatie (Baattrup-Pedersen & Riis, 1999; Rambaud et al., 2009).

Hoewel minder duidelijk, lijkt in kleine (Kempense) beken van 2^e orde deze relatie eerder omgekeerd te zijn. In 2^e orde waterlopen komt het habitatype voornamelijk voor in smalle en diepe wateren. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat er zich in bovenstroomse brede en ondiepe waterlopen eerder helofytenvegetaties dan submerse vegetaties ontwikkelen en dat het habitatype er dus niet vaak wordt aangetroffen.

Om na te gaan of het voornamelijk breedte, diepte of de verhouding ervan belangrijk is, kunnen deze elementen grafisch tegen elkaar worden uitgezet voor locaties waar beide metingen voorhanden zijn (Figuur 12). Deze zijn enkel beschikbaar voor de Ecolnv-studies en deze bevatten nagenoeg geen 2^e orde waterlopen. Hieruit kan afgeleid worden dat er geen regelmatig verband is tussen breedte en diepte, maar dat er enkele uitschieters zijn van diepe maar smalle en ondiepe maar brede waterlopen en dat er ook geen patroon te herkennen is in de spreiding van het habitatype. Door van beide de verhouding te berekenen (Figuur 13) wordt hetzelfde patroon als in de boxplots van Bijlage 7 bevestigd en zelfs duidelijker geschetst.



Figuur 12: Breedte en diepte (in meter) per waterlooptype (A) en per aan- of afwezigheid van het habitatype (B) voor de gegevens waar beide metingen beschikbaar zijn (i.c. metingen van Ecolnv). Welke code voor welk waterlooptype staat is terug te vinden in Tabel 2.

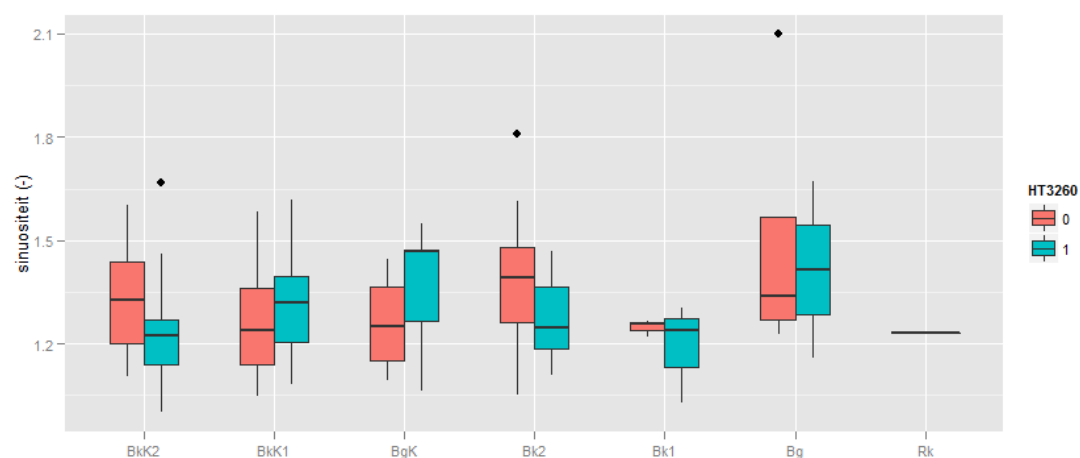


Figuur 13: Breedte/diepte verhouding per waterlooptype en per aan- of afwezigheid van het habitatype voor de gegevens waar beide metingen beschikbaar zijn (i.c. metingen van Ecolnv). Interpretatie Y-as: lage breedte/diepte verhouding: waterloop is veel dieper dan breed; hoge breedte/diepte verhouding: waterloop is veel breder dan diep. De codes in de X-as worden toegelicht in Tabel 2.

7.2 Sinuositeit

In lokale waterlichamen van eerste orde en Vlaamse waterlichamen komt het habitatype eerder voor bij een hoge sinuositeit, dus bij een beter ontwikkeld meanderpatroon (Figuur 14). In Denemarken werd aangetoond dat meer submerse vegetatie wordt aangetroffen in waterlopen die niet rechtgetrokken zijn (Baattrup-Pedersen & Riis, 1999). Een andere studie (Pedersen & Friberg, 2009) toont eveneens aan dat soortenrijkdom en diversiteit significant hoger zijn in onverstoorde (meanderend en zonder beheer) dan in verstoorde waterlopen (rechtgetrokken en onderworpen aan een intensief maaibeheer). De sinuositeit bedraagt er tussen 1 en 1,73 en is vergelijkbaar met onze waarden.

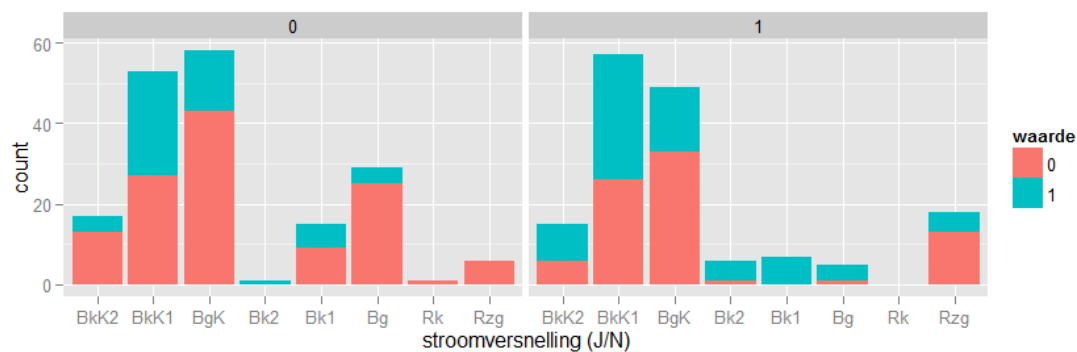
Bij lokale waterlichamen van tweede orde, echter, wordt een omgekeerd patroon vastgesteld: waterlopen met een hoge sinuositeit lijken minder habitat te bevatten. De reden hiervoor is wellicht dat deze hoge sinuositeit artificieel is, te wijten aan het verleggen van de waterloop rond de percelen en niet dezelfde mate van stroomvariatie impliceert als in een waterloop met een natuurlijke sinuositeit.



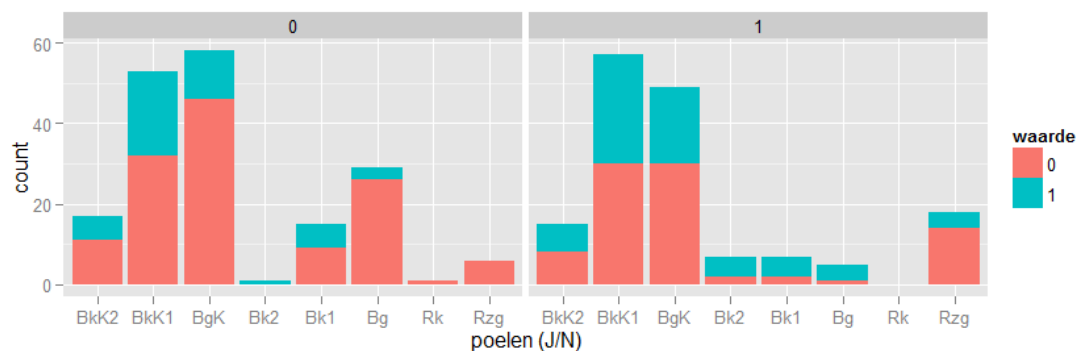
Figuur 14: Sinuositeit per waterlooptype (zie Tabel 2) en aan- (1, blauw) of afwezigheid (0, rood) van het habitatype.

7.3 Stroomkuilenpatroon en stromingsvariatie

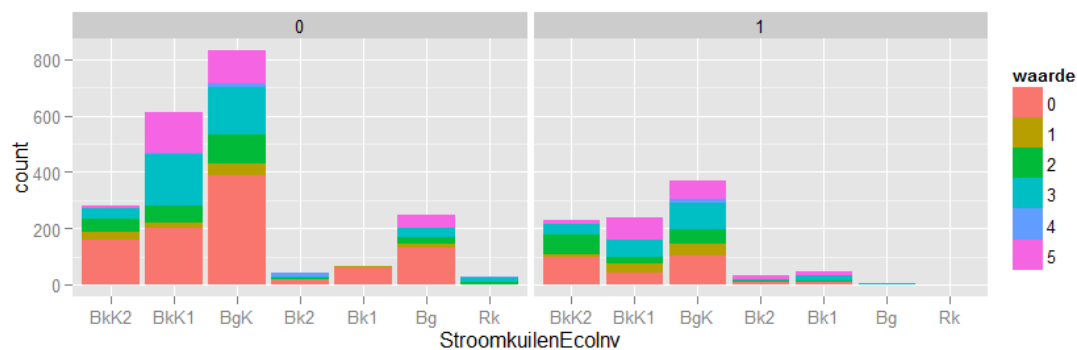
Het habitattype blijkt in grotere mate afwezig te zijn bij afwezigheid van stroomversnellingen en poelen (Figuur 15 en Figuur 16); dit blijkt ook uit het stroomkuilenpatroon (Figuur 17 en Figuur 18). Bij een goed ontwikkeld stroomkuilenpatroon is er stromingsvariatie aanwezig (zie ook Figuur 19), waardoor zich in verschillende zones macrofyten kunnen vestigen die aangepast zijn aan de stroomsnelheid. Hierdoor zal er dus een grotere macrofytensoortenrijkdom aangetroffen worden bij een beter ontwikkeld stroomkuilenpatroon. De afwezigheid van het stroomkuilenpatroon en de stromingsvariatie is opvallend voor kleine en grote beken (Bk2, Bk1 en Bg). Welke code voor welk waterlichaam staat is terug te vinden in Tabel 2.



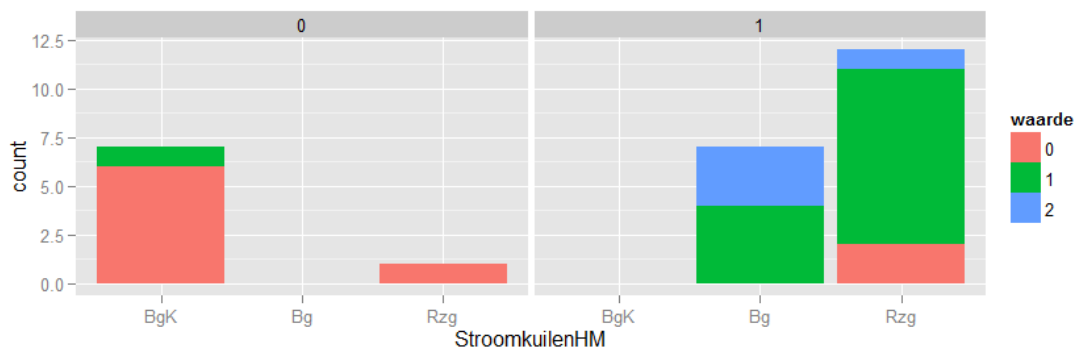
Figuur 15: Aan- (blauw) of afwezigheid (rood) van stroomversnellingen per waterlooptype en aan- (1, rechts) of afwezigheid (0, links) van het habitattype.



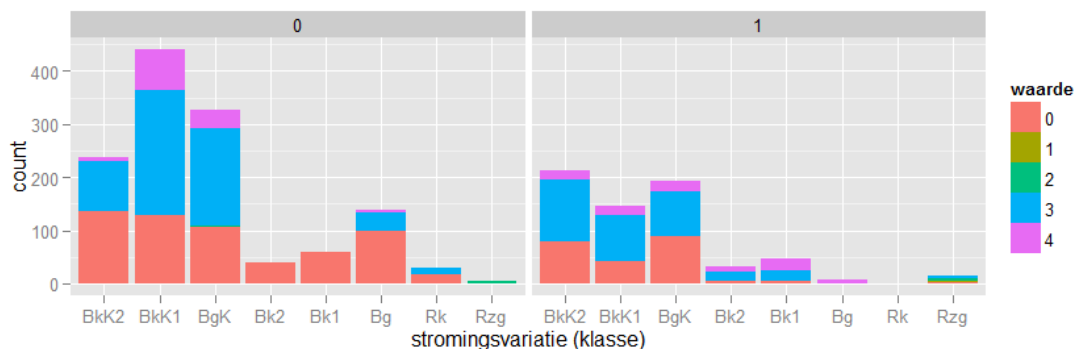
Figuur 16: Aan- (blauw) of afwezigheid (rood) van 'poelen' per waterlooptype en aan- (1, rechts) of afwezigheid (0, links) van het habitattype.



Figuur 17: : Aantal waargenomen klassen van stroomkuilenpatroon per waterlooptype en aan- (1, rechts) of afwezigheid (0, links) van het habitattype. De klassen van stroomkuilenpatroon worden toegelicht in Tabel 12.



Figuur 18: Aantal waargenomen klassen van stroomkuilenpatroon per waterlooptype en aan- (1, rechts) of afwezigheid (0, links) van het habitatype. De klassen van stroomkuilenpatroon worden toegelicht in Tabel 11.

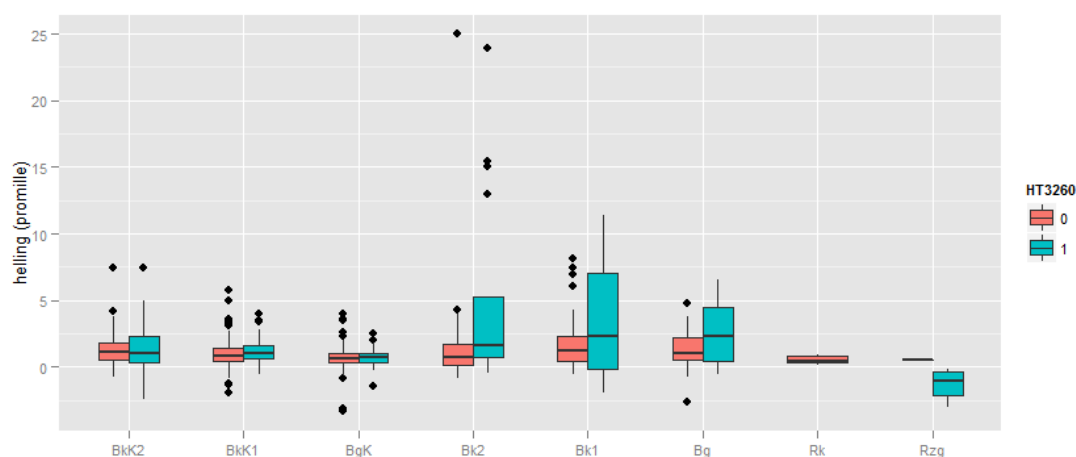


Figuur 19: Aantal waargenomen klassen van stromingsvariatie per waterlooptype en aan- (1, rechts) of afwezigheid (0, links) van het habitatype. De klassen van stromingsvariatie worden toegelicht in Tabel 8.

7.4 Helling

In de ecoregio Kempen blijkt de hellingsgraad geen verschil uit te maken voor het habitatype. Elders komt het habitatype in kleine en grote beken iets meer voor bij steilere hellingen (Figuur 20). Dit zou in principe samen moeten gaan met (iets) grotere stroomsnelheden, zoals getoond in Figuur 21 (zie 7.5). Helling en stroomsnelheid blijken echter voor deze gegevens niet duidelijk op elkaar afgestemd te zijn, wat verklaard kan worden doordat een hellingkaart gebaseerd op het digitaal hoogtemodel niet het reële verval van de waterloop weergeeft. Bovendien gaat deze relatie pas op indien de waterlopen een natuurlijk verloop/verval zouden kennen en ongestuwd zouden zijn, wat voor de meeste Vlaamse waterlopen niet het geval is.

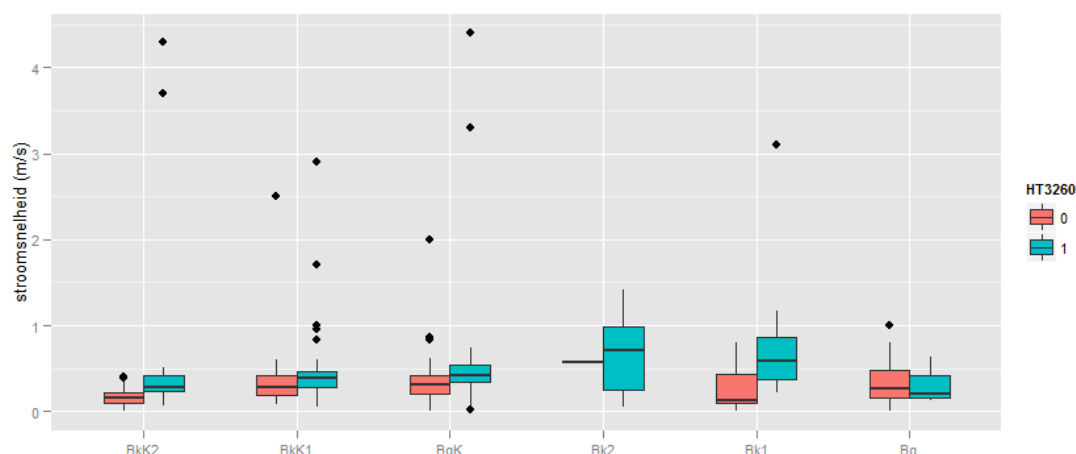
In de UK bleken volgens Dawson & Szoszkiewicz (1999) de helling en stroomsnelheidsklasse minder belangrijk te zijn voor watervegetaties, terwijl Westwood et al. (2006) aantonen dat lokale topografie en beddingdimensies een belangrijke directe invloed hebben op de samenstelling van de gemeenschappen in kalkrijke bovenlopen.



Figuur 20: Helling per waterlooptype en aan- (blauw) of afwezigheid (rood) van het habitattype. Welke code voor welk waterlichaam staat is terug te vinden in Tabel 2.

7.5 Stroomsnelheid

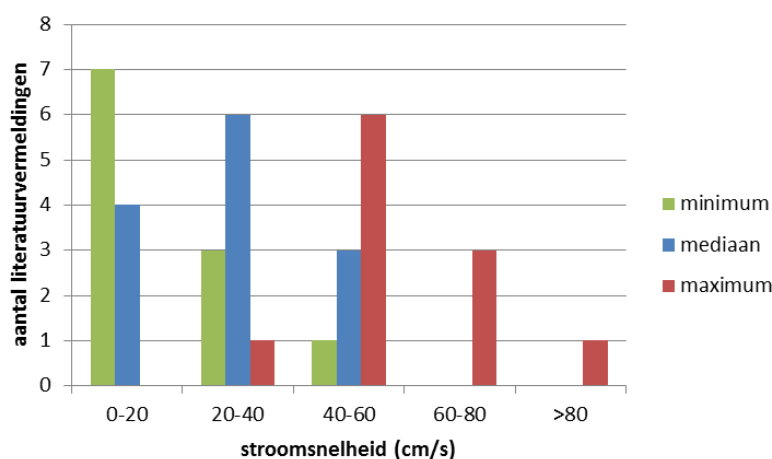
Het habitattype lijkt meer voor te komen bij iets hogere stroomsnelheden dan deze die gemiddeld zijn voor het waterlooptype, hoewel dit niet voor alle waterlooptypen even uitgesproken is (Figuur 21).



Figuur 21: Bereik van de stroomsnelheidsmetingen (m/s) per waterlooptype en voor aan- (blauw) of afwezigheid (rood) van het habitattype. Welke code voor welk waterlichaam staat is terug te vinden in Tabel 2.

Stroomsnelheden tussen de verschillende studies zijn moeilijk vergelijkbaar (Bijlage 3). De Vlaamse metingen liggen duidelijk hoger dan de metingen van Steffen et al. (2014) die in het noordwesten van Duitsland gemiddelde stroomsnelheden meet van 0,1 tot 0,2 m/s op plaatsen met vegetaties die vergelijkbaar zijn met het habitattype in Vlaanderen. Anderzijds lijken de Vlaamse metingen een aantal uitschieters te bevatten met stroomsnelheden van meer dan 4 m/s. Enkele van deze metingen zijn wellicht kortstondige situaties of wijken af door een niet-representatieve meetplaatskeuze, bijvoorbeeld net stroomafwaarts van een molen of stuw.

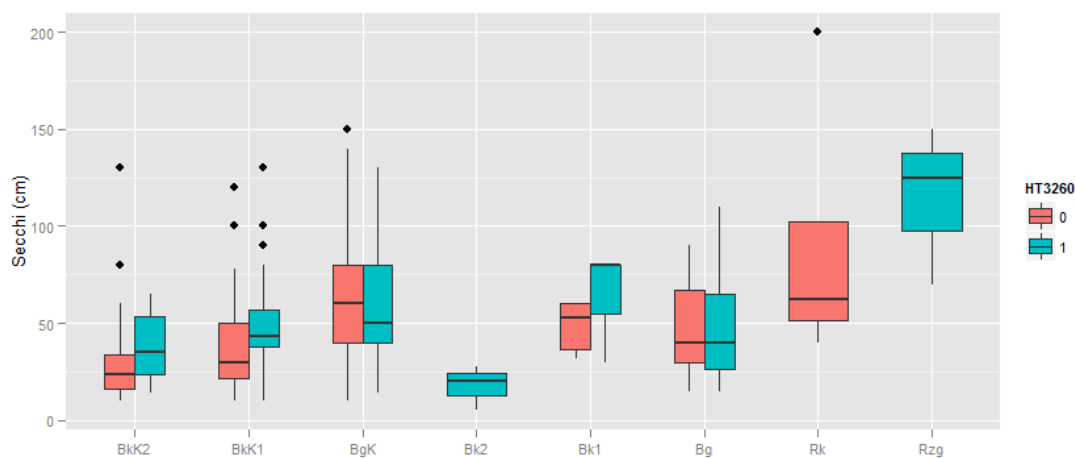
De Vlaamse metingen liggen grotendeels tussen 0,2 en 1 m/s. Een waarde van 1 m/s voor Bk2 is nogal hoog, maar voor dit type zijn er slechts 7 metingen van 3 locaties, waarvan 2 zijbeken van de Voer en één meting in een kleine beek in Oost-Vlaanderen. De waarden zijn dus niet representatief voor het type Bk2. De overige Vlaamse metingen voor het habitattype stemmen overeen met deze die in de literatuur worden beschreven (zie ook Figuur 22) en stroken tevens met de drempelwaarden die hierin terug te vinden zijn: > 0,1 m/s (Cranston & Darby, 2004); < 0,80 m/s (Riis & Biggs, 2003), < 1 m/s (Chambers et al., 1991) en een optimum van 0,40-0,60 m/s (Riis & Biggs, 2003).



Figuur 22: Aantal literatuurvermeldingen per stroomsnelheidsklasse, waarbij zowel de minima, medianen en de maxima van het bereik worden getoond.

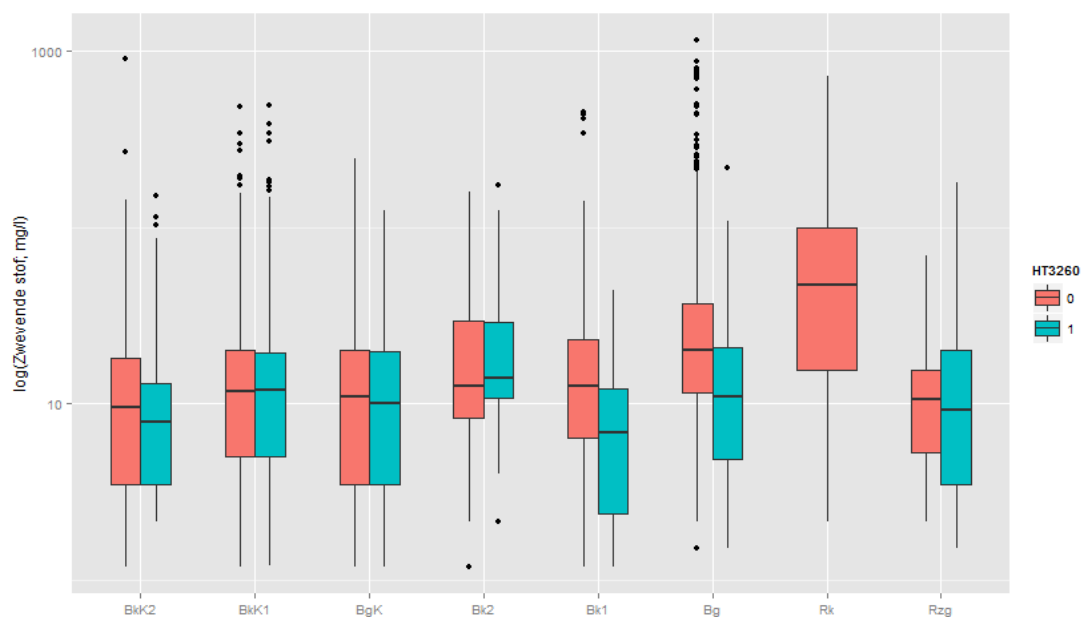
7.6 Doorzicht & zwevend stofgehalte

Het water dient volgens LNV (2008) helder te zijn; dit stemt ook overeen met de boxplots van de Secchi-diepte (Figuur 23). Deze tonen aan dat het habitatype meer voorkomt in waterlopen met een groter doorzicht. De variabele 'percentage doorzicht' (Bijlage 7) toont geen duidelijk verband, omdat een groot deel van de metingen bodemzicht heeft.



Figuur 23: Secchi-diepte per waterlooptype (zie Tabel 2) en aan- (blauw) of afwezigheid (rood) van het habitatype.

Hoewel de relatie met het zwevend stofgehalte niet eenduidig is, komt het habitatype in waterlooptypen kleine beek (1^e orde) en grote beek iets meer voor bij een lager zwevend stofgehalte (zie ook Leyssen et al., 2014).



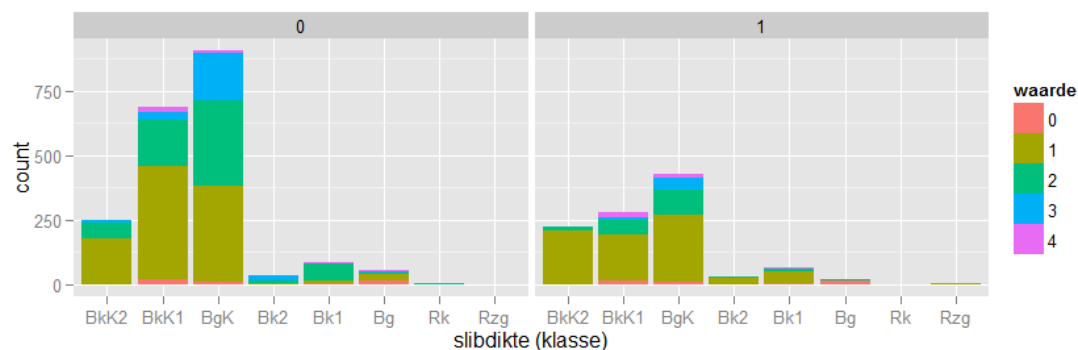
Figuur 24: Zwevende stof per waterlooptype (zie Tabel 2) en aan- (blauw) of afwezigheid (rood) van het habitatype.

Submerse soorten hebben licht nodig om aan fotosynthese te doen. De hoeveelheid en kwaliteit van het invallende licht heeft een belangrijke invloed op de groei en ontwikkeling van submerse vegetatie. Indien het beschikbare licht gelimiteerd is door turbiditeit of epifytengroei, zal er een negatieve impact zijn op de submerse macrofytengroei (Cranston & Darby, 2004; Dijkstra & Uittenbogaard, 2010; Franklin et al., 2008; Gurnell et al., 2010; Hatton-Ellis & Grieve, 2003; Jones et al., 2012; Lacoul & Freedman, 2006; Mesters, 1995).

7.7 Slibdikte

Bij grotere slibdikten in de Kempen wordt minder habitat geobserveerd (Figuur 25). Hoewel er voor de kleine beken (Bk1 en Bk2) minder waarnemingen zijn, hebben habitatlocaties in verhouding toch ook minder slib.

Ook in de literatuur wordt vermeld dat de bedding, uitgezonderd de oeverzones, hoofdzakelijk vrij dient te zijn van slib om een optimale ontwikkeling van het habitatype toe te laten (Cranston & Darby, 2004; Hatton-Ellis & Grieve, 2003).



Figuur 25: Slibdikte per waterlooptype en aan- (1, rechts) of afwezigheid (0, links) van het habitatype. De slibklassen worden toegelicht in Tabel 13, de waterloopcodes in Tabel 2.

7.8 Substraat

Voor substraat lijken er geen duidelijke verschillen te zijn tussen locaties met en zonder de habitat; er is enkel een hoger aandeel artificieel substraat bij afwezigheid van het habitatype in kleine en grote Kempense beken en relatief gezien is er meer grind, keien en kiezel bij aanwezigheid van het habitatype. In kleine en grote beken is het kleigehalte eerder hoger dan gemiddeld.

Het substraat van waterlopen met het habitatype in Denemarken bestaat grotendeels uit zand en deels uit 'gravel' (grind/keien)(Baattrup-Pedersen & Riis, 1999; Riis et al., 2000) en is vergelijkbaar met dit bij ons.

8 Besluit

8.1 Conclusie en knelpunten

De basisgegevens die opgenomen werden in de databank zijn ontleend uit verschillende gegevensbronnen. Ze hebben een verschillende detailgraad en bevatten soms onderling afwijkende gegevens. In het stroomgebied van de Kleine Nete, bijvoorbeeld, werden de waterdieptes tijdens de Ecolnv-studies systematisch hoger ingeschat voor de meeste waterlichamen dan in de andere gegevensbronnen. Wellicht is dit te wijten aan het feit dat de hydromorfologiekenmerken doorgaans tijdens de winter worden bepaald, terwijl tijdens de veldbezoeken van de overige studies de zomerwaterstand werd genoteerd.

In tal van studies zijn zeer uiteenlopende kenmerken gemeten die niet uniform vertaalbaar zijn conform andere studies. Een groot deel van deze gegevens zijn kwalitatief en klassen zijn soms onvoldoende gedetailleerd. Dergelijke kwalitatieve gegevens zijn niet bruikbaar om kwantitatieve grenswaarden af te leiden. Door gebruik te maken van klassen kunnen er bovendien interpretatieverschillen ontstaan. De stroomsnelheid in klassen, traag – gemiddeld – snel, kan bijvoorbeeld door verschillende personen of tijdens verschillende projecten anders ingeschat worden.

De belangrijkste hydrologische variabelen, met name debiet en stroomsnelheid, zijn slechts beperkt beschikbaar waardoor ze niet of slechts beperkt zijn opgenomen in de databank. Stroomsnelheidsmetingen die wel zijn opgenomen in de databank zijn éénmalige metingen, wat een vertekend beeld kan geven voor een variabele met sterke temporele verschillen; de situering van de meting t.o.v. oever, bodem, vegetatie is evenmin gedocumenteerd.

Het beheer van de waterlopen bepaalt wellicht ook de mogelijkheid voor de ontwikkeling van het habitatype. Momenteel is deze informatie niet gecentraliseerd in een toegankelijk en eenvoudig te hanteren formaat, waardoor dit aspect niet kon meegenomen worden in de analyse. Daarnaast bestaat er geen meetnet of databank met gegevens over bodemtextuur in waterlopen op Vlaams niveau.

De ruimtelijke spreiding van de basisgegevens is eveneens een knelpunt. Enkel de variabelen helling en sinuositeit zijn beschikbaar voor alle waterlichamen. De overige variabelen zijn slechts beperkt gemeten in de lokale waterlichamen van 2^e orde, terwijl deze toch een belangrijk aandeel van het habitatype bevatten. Er bestaat ook weinig coherentie (zowel ruimtelijk als temporeel) tussen de data gegenereerd door verschillende meetnetten of meetcampagnes.

Alle bovenstaande beperkingen van de basisgegevens hebben een invloed op de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de resultaten die eruit afgeleid worden. Bij het trekken van conclusies dient dus de heterogene kwaliteit van de basisgegevens in gedachten te worden gehouden.

Wat betreft datamanipulatie, werden de gegevens ruimtelijk aan elkaar gekoppeld d.m.v. de vha-segmentcode. Dit kan ter discussie staan. Daarnaast zijn zowel de ruimtelijke koppeling tussen de locaties in het GIS, als de gegevensimport in de databank, tijdsintensief. Omdat deze databank op zichzelf staat en geen rechtstreekse koppeling heeft met andere databanken of datawarhouses - en dus niet automatisch wordt 'gevoed' - dient ze 'handmatig' te worden aangevuld met nieuwe hydromorfologische gegevens m.b.v. de nodige query's.

In hoofdstuk 7 worden de beschikbare gegevens uit de databank tabelmatig en grafisch gesynthetiseerd per waterlooptype. Hieruit blijkt dat vooral volgende karakteristieken belangrijk zijn voor het habitatype: een goed doorzicht; relatief grote breedte en geringe diepte in grote beken; een iets hogere stroomsnelheid dan gemiddeld voor het waterlooptype; een meanderend patroon en de aanwezigheid van stroomkuilenpatroon (m.a.w. ruimtelijke variatie in stroming en substraat). Merk hierbij op dat deze conclusies zijn gebaseerd op de beschikbare – deels heterogene – basisgegevens, wat de betrouwbaarheid van de conclusies beïnvloedt.

8.2 Verder onderzoek

Verdere analyse kan meer duidelijkheid scheppen in de hydromorfologische vereisten van het habitatype. Het onderscheiden van habitatsubtypes kan, bijvoorbeeld, mogelijke hydromorfologische verschillen beter aan het licht brengen. Ook de impact op individuele soorten dient verder onderzocht te worden. Sommige soorten vereisen immers andere stroomsnelheden, substraatkenmerken, e.d. dan andere soorten.

Op dit moment is er een nauwkeuriger digitaal hoogtemodel beschikbaar dan dat wat werd gebruikt voor de bepaling van de hellingkaart opgesteld door Schneiders et al. (2009). Dit zou het mogelijk maken om een nauwkeurigere hellingkaart op te stellen, wat een aanzienlijk betere weergave van de situatie ter plaatse zou zijn. Anderzijds zou het ook een meerwaarde zijn om de gedetailleerde op terrein opgemeten profielmetingen op te nemen in de dataset. Deze zijn echter op dit moment niet gecentraliseerd.

Voorlopig zijn er nog te weinig LSVI-metingen beschikbaar om enig onderscheid te kunnen maken tussen goed en slecht ontwikkelde voorbeelden van het habitatype. Er is bovendien nood aan een systematische, geïntegreerde gegevensinzameling voor geselecteerde trajecten, aangezien het koppelen van bestaande gegevens uit verschillende meetnetten niet optimaal is, zoals blijkt uit deze analyse.

Door de ruimtelijke gegevens aan elkaar te koppelen is het mogelijk om via extrapolatie van de puntmetingen in de databank een ruimtelijk model op te stellen met vlakdekkende voorspellingen.

Referenties

Ecologische inventarisiestudies

- Aeolus (2002a). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Bellebeek. Rapport van Aeolus, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Aeolus (2002b). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Jeker. Rapport van Aeolus, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Aeolus (2003). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Velpe. Rapport van Aeolus, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Aeolus (2004a). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Vliet – Grote Molenbeek. Rapport van Aeolus in samenwerking met Universiteit Antwerpen, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Aeolus (2004b). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van Herk & Mombeek. Rapport van Aeolus, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Aeolus (2004c). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Poperingevaart. Rapport van Aeolus, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Aeolus (2004d). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Dommel. Rapport van Aeolus, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Aeolus (2005a). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Begijnbeek. Rapport van Aeolus, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Aeolus (2005b). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Zuunbeek. Rapport van Aeolus, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Aeolus (2005c). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Voer. Rapport van Aeolus, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Aeolus (2005d). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Warmbeek. Rapport van Aeolus, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Aeolus (2006a). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Abeek. Rapport van Aeolus, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Aeolus (2006b). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Bollaak. Rapport van Aeolus, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Belconsulting (2003a). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Zwalm. Rapport van Belconsulting, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Belconsulting (2003b). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Marke. Rapport van Belconsulting, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Bodemkundige Dienst van België (2004). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Maarkebeek. Rapport van Bodemkundige Dienst van België, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Ecolas (2004). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van Handzamevaart. Rapport van Ecolas, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Ecolas (2005). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Heidebeek. Rapport van Ecolas, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Ecolas (2007). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Gaverbeek. Rapport van Ecolas, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Econnection (2006). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Vondelbeek. Rapport van Econnection, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Envico (2002). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de IJse. Rapport van Envico, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Haskoning (2003). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Mark. Rapport van Haskoning, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Haskoning (2004). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Demer stroomopwaarts Diest. Rapport van Haskoning, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Haskoning (2004). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Zwarte beek. Rapport van Haskoning in samenwerking met UIA, in opdracht van AMINAL, afdeling Water en Provincie Limburg.
- Haskoning (2005). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Winge. Rapport van Haskoning, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Haskoning (s.d.,a). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Winterbeek. Rapport van Haskoning, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.

- Haskoning (s.d.,b). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Oude Kale. Rapport van Haskoning, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Haskoning (s.d.,c). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Kemmelbeek. Rapport van Haskoning, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Haskoning (s.d.,d). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Kleine Aa-Weerij. Rapport van Haskoning, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Haskoning (s.d.,e). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Weesbeek. Rapport van Haskoning, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Lisec (2003). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Bosbeek. Rapport van Lisec, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Soresma (2002). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Barebeek. Rapport van Soresma, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Syncera Belgium (2005a). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Molenbeek (Zandbergen). Rapport van Syncera, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Syncera Belgium (2005b). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van het Groot Schijn. Rapport van Syncera Belgium in samenwerking met Universiteit Antwerpen, in opdracht van AMINAL, afdeling Water en Provincie Antwerpen, dienst Waterbeleid.
- Syncera Belgium (2005c). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Grote en Kleine Gete. Rapport van Syncera Belgium in samenwerking met Bodemkundige dienst van België en Technum, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Technum (2002a). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Grote Nete - Laak. Rapport van Technum in samenwerking met Bodemkundige dienst van België, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Technum (2002b). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Kleine Nete - Aa. Rapport van Technum in samenwerking met Bodemkundige dienst van België, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- WES (2006). Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Rivierbeek. Rapport van WES, in opdracht van AMINAL, afdeling Water.

Overige

- Baatrup-Pedersen A., Riis T. (1999). Macrophyte diversity and composition in relation to substratum characteristics in regulated and unregulated Danish streams. *Freshw Biol* 42:375-385.
- Beyen W., Van Liefveringe C., de Deckere E., Meire P. (2004). Abiotische onderbouwing van de natuurtypes voor waterlopen in Vlaanderen. Streefwaarden voor kleine beken van de zandstreek. Antwerpen: Universiteit Antwerpen.
- Bloemendaal F.H.J.L., Roelofs J.G.M. (1988). Waterplanten en waterkwaliteit. Utrecht: Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging.
- Bornette G., Puijalon S. (2011). Response of aquatic plants to abiotic factors: a review. *Aquatic Sciences* 73(1):1-14.
- Chambers P.A., Prepas E.E., Hamilton H.R., Bothwell M.L. (1991). Current velocity and its effect on aquatic macrophytes in flowing waters. *Ecol Appl* 1(3):249-257.
- Cranston E., Darby E. (2004). *Ranunculus* in Chalk Rivers: Phase 2. Great Britain: Environment Agency.
- Dawson F.H., Szoszkiewicz K. (1999). Relationships of some ecological factors with the associations of vegetation in British rivers. *Hydrobiologia* 415:117-122.
- De Doncker L., Troch P., Verhoeven R., Bal K., Desmet N., Meire P. (2009). Relation between resistance characteristics due to aquatic weed growth and the hydraulic capacity of the river Aa. *River Res Appl* 25(10):1287-1303.
- De Saeger S., Paelinckx D., Demolder H., Denys L., Packet J., Thomaes A., Vandekerckhove K. (2008). Sleutel voor het karteren van NATURA2000 habitattypen in Vlaanderen, grotendeels vertrekkende van de karteringseenheden van de Biologische Waarderingskaart, versie 5. Brussel: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.
- Desmet N.J.S., Van Belleghem S., Seuntjens P., Bouma T.J., Buis K., Meire P. (2011). Quantification of the impact of macrophytes on oxygen dynamics and nitrogen retention in a vegetated lowland river. *Physics and Chemistry of the Earth* 36(12):479-489.
- Dijkstra J.T., Uittenbogaard R.E. (2010). Modeling the interaction between flow and highly flexible aquatic vegetation. *Water Resources Research* 46.
- European Commission. (1992). on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. In: European Parliament, (editor): Official Journal of the European Communities p7-50.

- European Commission. (2000). establishing a framework for Community action in the field of water policy (Water Framework Directive). In: European Parliament, (editor): Official Journal of the European Communities p1-73.
- European Commission. (2007). Interpretation manual of European Union Habitats - EUR27. Brussels: European Commission.
- Franklin P., Dunbar M., Whitehead P. (2008). Flow controls on lowland river macrophytes: A review. *Sci Total Environ* 400(1-3):369-378.
- Garbey C., Thiébaud G., Muller S. (2006). An experimental study of the plastic responses of *Ranunculus peltatus* Schrank to four environmental parameters. *Hydrobiologia* 570:41-46.
- Gurnell A.M., O'Hare J.M., O'Hare M.T., Dunbar M.J., Scarlett P.M. (2010). An exploration of associations between assemblages of aquatic plant morphotypes and channel geomorphological properties within British rivers. *Geomorphology* 116(1-2):135-144.
- Haslam S.M. (1987). River plants of western Europe: the macrophytic vegetation of watercourses of the European economic community. Cambridge: Cambridge University Press. 0-521 p.
- Hatton-Ellis T.W., Grieve N. (2003). Ecology of watercourses characterised by *Ranunculon fluitantis* and *Callitricho-Batrachion* Vegetation. Conserving Natura 2000 Rivers. Ecology Series 11. Peterborough: English Nature.
- Jēkabsons J., Uzule L. (2014). Assessment of the hydromorphological quality of streams in the Venta River Basin District, Latvia. *Estonian Journal of Ecology* 63(4):205-216.
- Jones J.L., Collins A.L., Naden P.S., Sear D.A. (2012). The relationship between fine sediment and macrophytes in rivers. *River Res Appl* 28(7):1006-1018.
- Kleeberg A., Kohler J., Sukhodolova T., Sukhodolov A. (2010). Effects of aquatic macrophytes on organic matter deposition, resuspension and phosphorus entrainment in a lowland river. *Freshw Biol* 55(2):326-345.
- Konings P. (2003). Structuur van de *ecoinv* databank. Antwerpen: Universitaire Instelling Antwerpen.
- Lacoul P., Freedman B. (2006). Environmental influences on aquatic plants in freshwater ecosystems. *Environ Rev* 14(2):89-136.
- Law A., McLean F., Willby N.J. (2016). Habitat engineering by beaver benefits aquatic biodiversity and ecosystem processes in agricultural streams. *Freshw Biol*:n/a-n/a.
- Leyssen A. (2014a). Macrofytendatabank voor stromende wateren (versie 18-08-2014). Digitaal bestand (Access). Brussel: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.
- Leyssen A. (2014b). Stand van zaken: Project aanvullend onderzoek, instrumentontwikkeling en beleidsondersteuning m.b.t. de passende beoordeling van de effectgroep hydrologie - habitattypen 3260 (2 oktober 2014). Brussel: INBO.
- Leyssen A., Adriaens P., Denys L., Packet J., Schneiders A., Van Looy K., Vanhecke L. (2005). Toepassing van verschillende biologische beoordelingssystemen op Vlaamse potentiële interkalibratielocaties overeenkomstig de Europese Kaderrichtlijn Water – partim “Macrofyten”. Brussel: Instituut voor Natuurbehoud.
- Leyssen A., Denys L., Packet J., Schneiders A., Van Looy K., Paelinckx D. (2010). Indicatieve situering van het Natura 2000 habitattypen 3260, submontane - en laaglandrivieren met vegetaties behorende tot het *Ranunculon fluitantis* en het *Callitricho-Batrachion*. Versie 1.3. Brussel: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.
- Leyssen A., Denys L., Packet J., Schneiders A., Van Looy K., Paelinckx D. (2012). Indicatieve situering van het Natura 2000 habitattypen 3260, submontane - en laaglandrivieren met vegetaties behorende tot het *Ranunculon fluitantis* en het *Callitricho-Batrachion*. Versie 1.4. Digitaal bestand. Brussel: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.
- Leyssen A., Denys L., Schneiders A., Mouton A. (2014). Distribution and environmental requirements of stream habitat with *Ranunculon fluitantis* and *Callitricho-Batrachion* vegetation in lower Belgium (Flanders). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater ecosystems* 24:601-622.
- LNV. (2008). Natura 2000 profielendocument: Submontane en laagland rivieren met vegetaties behorend tot het *Ranunculon fluitantis* en het *Callitricho-Batrachion* (H3260). Ede: Directie Kennis van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Louette G., Adriaens D., De Knijf G., Paelinckx D. (2013). Staat van instandhouding (status en trends) habitattypen en soorten van de Habitatrichtlijn (rapportageperiode 2007-2012). Brussel: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.
- Lumbreras A., Pardo C., Molina J.A. (2013). Bioindicator role of aquatic *Ranunculus* in Mediterranean freshwater habitats. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems* 23(4):582-593.
- Madsen J.D., Chambers P.A., James W.F., Koch E.W., Westlake D.F. (2001). The interaction between water movement, sediment dynamics and submersed macrophytes. *Hydrobiologia* 444(1-3):71-84.
- Mainstone C.P., Parr W. (2002). Phosphorus in rivers - ecology and management. *Sci Total Environ* 282:25-47.
- Meire P., Vanderborcht J.P., Dehairs F. (2006). Macrophytes and nutrient dynamics in the upper reaches of the Schelde basin (MANUDYN I). Brussels: Belspo, UA, ULB, VUB. 131 p.
- Mesters C.M.L. (1995). Shifts in macrophyte species composition as a result of eutrophication and pollution in Dutch transboundary streams over the past decades. *J Aquat Ecosyst Stress Recovery* 4(4):295-305.

- Montakhab A., Yusuf B., Ghazali A.H., Mohamed T.A. (2012). Flow and sediment transport in vegetated waterways: a review. *Reviews in Environmental Science and Bio-Technology* 11(3):275-287.
- Mony C., Mony J.F., Thiébaud G., Muller S. (2006). Floristic and ecological diversity of *Ranunculus* aquatic habitats in the sub-Atlantic range: implications for conservation. *Biodivers Conserv* 15:3383-3400.
- O'Hare M.T., Baattrup-Pedersen A., Nijboer R., Szoszkiewicz K., Ferreira T. (2006). Macrophyte communities of European streams with altered physical habitat. *Hydrobiologia* 566:197-210.
- Oosterlynck P., De Saeger S., Leyssen A., Provoost S., Thomaes A., Vandevoorde B., Wouters J., Paelinckx D. (in voorbereiding). Criteria voor de beoordeling van de lokale staat van instandhouding van de NATURA 2000-habitattypen, versie 3.0. Brussel: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.
- Pedersen M.L., Friberg N. (2009). Influence of disturbance on habitats and biological communities in lowland streams. *Fundamental and Applied Limnology* 174(1):27-41.
- Pedersen T.C.M., Baattrup-Pedersen A., Madsen T.V. (2006). Effects of stream restoration and management on plant communities in lowland streams. *Freshw Biol* 51(1):161-179.
- R Development Core Team. (2013). R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- Rambaud M., Combroux I., Haury J., Moret J., Machon N., Zavodna M., Pavoine S. (2009). Relationships between channelization structures, environmental characteristics, and plant communities in four French streams in the Seine-Normandie catchment. *J North Am Benthol Soc* 28(3):596-610.
- Riis T., Biggs B.J.F. (2003). Hydrologic and hydraulic control of macrophyte establishment and performance in streams. *Limnol Oceanogr* 48(4):1488-1497.
- Riis T., Sand-Jensen K., Vestergaard O. (2000). Plant communities in lowland Danish streams: species composition and environmental factors. *Aquat Bot* 66(4):255-272.
- RStudio Team. (2014). RStudio: Integrated development environment for R Version 0.98.1102. Boston.
- Sand-Jensen K. (1998). Influence of submerged macrophytes on sediment composition and near-bed flow in lowland streams. *Freshw Biol* 39:663-679.
- Sand-Jensen K., Mebus J.R. (1996). Fine-scale patterns of water velocity within macrophyte patches in streams. *Oikos* 76(1):169-180.
- Schneiders A. (2009). Vismodellering Wetenschappelijk rapport - NARA 2009. Brussel: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. 1782-9054.
- Schneiders A., Denys L., Jochems H., Vanhecke L., Triest L., Es K., Packet J., Knuysen K., Meire P. (2004). Ontwikkelen van een monitoringsysteem en een beoordelingssysteem voor macrofyten in oppervlaktewateren in Vlaanderen overeenkomstig de Europese Kaderrichtlijn Water. Brussel: Instituut voor Natuurbehoud.
- Schneiders A., Van Daele T., Wils C. (2009). Huetzoning van het rivierenennetwerk in Vlaanderen. Brussel: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.
- Schneiders A., Wils C., Peymer J., Verheyen R. (1995). Finalisering: onderzoek naar de verspreiding en de typologie van ecologisch waardevolle waterlopen in het vlaamse gewest. Antwerpen: Universitaire Instelling Antwerpen.
- Schoelynck J., De Groot T., Bal K., Vandenbruwaene W., Meire P., Temmerman S. (2012). Self-organised patchiness and scale-dependent bio-geomorphic feedbacks in aquatic river vegetation. *Ecography* 35(8):760-768.
- Spink A.J., Murphy K.J., Smith S.M., Westlake D.F. (1993). Effects of Eutrophication on *Ranunculus* and *Potamogeton*. *J Aquat Plant Manag* 31:113-117.
- Steffen K., Leuschner C., Müller U., Wiegand G., Becker T. (2014). Relationships between macrophyte vegetation and physical and chemical conditions in northwest German running waters. *Aquat Bot* 113:46-55.
- Stuckens J. (2006). Afstemmen van referentiecondities en evaluatiesystemen in functie van de Kaderrichtlijn Water - partim hydromorfologie applicatiestudie hydromorfologische beoordeling van waterlopen. Mechelen: Haskoning.
- Stuckens J., Van Hoydonck G. (2005). Uitwerken van een monitoringstrategie en ontwikkelen van een index voor stromende wateren voor het kwaliteitselement hydromorfologie in uitvoering van de Kaderrichtlijn Water. Mechelen: Haskoning Belgium bvba in opdracht van AMINAL afdeling Water.
- T'jollin F., Bosch H., Demolder H., De Saeger S., Leyssen A., Thomaes A., Wouters J., Paelinckx D., Hoffmann M. (2009). Ontwikkeling van criteria voor de beoordeling van de lokale staat van instandhouding van de Natura 2000 habitattypen: Versie 2.0. Brussel: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. 1782-9054.
- Triest L. (2006). A comparison of macrophyte indices in headwaters of rivers in Flanders (Belgium). *Hydrobiologia* 570:165-171.
- Van Belleghem S., Bal K., Desmet N., Buis K., de Deckere E., Meire P., Vanderborgh O., Dehairs F., Brion N., de Brabandere L. (2007). Macrophytes and nutrient dynamics in the upper reaches of the Schelde basin (Manudyn I). Brussel: Federal Science Policy Belgium. 130 p.
- Van Braeckel A., Van Looy K. (2007). Ecologische effecten van ingrepen langs de Gemeenschappelijke Maas. Focus: Zuidelijke sector. Brussel: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.
- Van Steen E. (2000). Ontwikkeling van watervegetaties in relatie tot voedselrijkdom in enkele laaglandbeken van het Netebekken. Antwerpen: Universiteit Antwerpen.

VMM. (2010). Hydromorfologie: handleiding veldwerkformulier. Brussel: Vlaamse Milieumaatschappij.
Westwood C.G., Teeuw R.M., Wade P.M., Holmes N.T.H., Guyard P. (2006). Influences of environmental conditions on macrophyte communities in drought-affected headwater streams. *River Res Appl* 22(6):703-726.

Bijlage 1: Lijst hydromorfologische variabelen.

Bijlage 2: Literatuurlijst opzoeking Web Of Science en eigen literatuurdatabanken.

Bijlage 3: Kwantitatieve gegevens hydromorfologie H3260 uit literatuur.

Bijlage 4: Databank met hydromorfologische metingen.

Bijlage 5: Excel-bestand met hydromorfologische metingen.

Bijlage 6: Shapefile met hydromorfologische metingen.

Bijlage 7: R-script van voorstelling per waterlooptype en Word-document met figuren en tabellen per waterlooptype.

zie digitale bijlagen