



Vlaanderen
is wetenschap



Haalbaarheidsstudie (her)introductie grote modderkruiper – Luik 1a. Habitatieisen

Literatuurstudie naar habitatieisen

Claude Belpaire en Johan Coeck

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteurs:

Claude Belpaire en Johan Coeck
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:

claude.belpaire@inbo.be

Wijze van citeren:

Belpaire C. & Coeck J. (2016). Haalbaarheidsstudie (her)introduktie grote modderkruiper – Luik 1a. Habitateisen. Literatuurstudie naar habitateisen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (2016). INBO.R.2016.11407313. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 54p.

D/2016/3241/006

INBO.R.2016.11407313

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Maurice Hoffmann

Druk:

Managementondersteunende Diensten van de Vlaamse overheid

Foto cover:

Grote modderkruiper
R. Verlinde / Vilda

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:

Agentschap Natuur en Bos

AGENTSCHAP
NATUUR & BOS



Haalbaarheidsstudie (her)introductie grote modderkruiper – Luik 1a. Habitateisen

Literatuurstudie naar habitateisen

Claude Belpaire en Johan Coeck

INBO.R.2016.11407313

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Dankwoord/Voorwoord

Onze dank gaat uit naar de ANB collega's Maurits Vandegheuchte en Chris Van Liefferinge van de begeleidingscommissie van dit project voor hun adviezen en opbouwende commentaren.

Graag danken wij hier de technische ploeg van het INBO Groenendaal, die ons dagelijks bijstond met praktische hulp. Zeer uitdrukkelijk willen we hier Adinda De Bruyn danken die ons hielp bij het opzoeken en ter beschikking stellen van de talrijke literatuur.

Verder willen wij ook Lon Lommaert en Niko Boone bedanken voor de commentaren op het manuscript.

Dank ook aan de collega's van de Vlaamse Milieumaatschappij, (Ward De Cooman, Maarten De Jonge, Bart Vervaeke, Christophe Maes en Marc Van der Weeën) en het INBO (Jan Stuyck).

Een woord van dank ook aan Marc Fourier (ANB en conservator van Het Wik) voor het delen van de observaties van de grote modderkruiper in Het Wik, Elodie Fauconnet (Fédération du Nord pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique) voor de informatie uit Noord-Frankrijk en alle anderen die ons in de loop der jaren observaties van deze soort doorgaven.

Samenvatting

Dit rapport is een eerste onderdeel van een bredere studie naar de opportuniteit, mogelijkheden en haalbaarheid van de (her)introductie van de grote modderkruiper *Misgurnus fossilis* in Vlaanderen. Deze brede studie kadert in de internationale Natura 2000 richtlijnen om de soort en zijn habitat te beschermen/herstellen. Ze omvat (1) een literatuurstudie van de habitateisen van de soort, (2) een veldstudie naar de geschiktheid van Natura 2000 gebieden voor succesvolle (her)introductie, (3) een studie naar de mogelijkheden om met e-DNA technieken de verspreiding en populaties beter in beeld te brengen, en tenslotte (4) een studie naar de haalbaarheid van de kweek van grote modderkruiper ten behoeve van (her)introductieprojecten. Voorliggend rapport betreft de literatuurstudie rond de habitatvereisten van de soort.

In een eerste hoofdstuk geeft dit rapport een update van de kennis van de verspreiding van de grote modderkruiper in Vlaanderen. Zowel historische informatie over de verspreiding, als de meer recente inventarisatiegegevens voor Vlaanderen worden samengevat. Over de laatste vijf jaar werden slechts op één locatie in Vlaanderen (nl. de Demermeander Prinsenhof te Kuringen) nog grote modderkruipers visueel waargenomen. Een kort hoofdstuk gaat in op mogelijke onderzoeks- en inventarisatiemethodes.

Verder worden zowel de drukken op de populaties als de mogelijke beheermaatregelen behandeld.

De habitatvereisten van de soort worden aan de hand van een literatuurstudie besproken.

Een hoofdstuk wordt besteed aan de identificatie van de kennisleemtes over de soort in Vlaanderen.

Tenslotte wordt op basis van het literatuuronderzoek naar de habitatvereisten een methode voor evaluatie van de potentiële herintroductiegebieden voorgesteld.

Aanbevelingen voor beheer en/of beleid

Dit werk is een literatuurstudie over de grote modderkruiper in Vlaanderen. Het vat de beschikbare informatie samen over de historische en actuele verspreiding van de soort, en biedt een overzicht van de inventarisatietechnieken bruikbaar bij toekomstige verspreidingsstudies.

In functie van toekomstig beheer biedt dit rapport informatie over de ecologische vereisten en habitatbinding van de soort, alsook over de belangrijkste antropogene en natuurlijke drukken. Het geeft een overzicht van de belangrijkste beheermaatregelen naar behoud en herstel van de populaties.

Een methode voor de evaluatie van potentiële herintroductiegebieden wordt voorgesteld.

Tenslotte worden de kennisleemtes van de soort in Vlaanderen gekoppeld aan een actieplan.

English abstract

This report is the first part of a broader study assessing the appropriateness, the possibilities and the feasibility of the (re) introduction of the weatherfish *Misgurnus fossilis* in Flanders. This study relates to the Natura 2000 international directives to protect and restore the species and its habitat. It includes (1) a literature review of the habitat requirements of the species, (2) a field study on the suitability of a selection of Natura 2000 areas for successful (re)introduction, (3) a study to explore the possibilities of e-DNA techniques in assessing the distribution of Flanders' weatherfish population, and finally (4) a feasibility study of its culture in view of (re)introduction projects.

In a first chapter, this report provides an update on the knowledge of the spreading of the weatherfish in Flanders. Both historical information concerning its distribution, as the more recent inventory data for Flanders are presented. Over the last five years weatherfish has only been observed in one location in Flanders (Demermeander Prinsenhof Kuringen). A short chapter is devoted to potential research and survey methods.

The habitat requirements of the species are discussed on the basis of a literature review.

Further, environmental and antropogenic pressures on the populations and possible management and restoration measures are discussed.

The following chapter proposes a method for evaluating the potential (re)introduction areas, based on the literature review on the habitat requirements.

Finally, this report identifies knowledge gaps on this species, with special attention to the situation in Flanders.

Inhoudstafel

1	Inleiding	10
2	Doelstelling.....	11
3	Algemeen	12
4	Historische en actuele verspreiding van de grote modderkruiper in Vlaanderen.....	13
5	Inventarisatietechnieken.....	19
5.1	Elektrovisserij	19
5.2	Slibruiming.....	19
5.3	Visteeltvijvers	19
5.4	Diverse fuiken en andere passieve vangtuigen	19
5.5	Schepnetbemonstering	20
5.6	e-DNA	21
5.7	Herkenning en telemetrie.....	21
6	Habitatvereisten.....	22
7	Drukken	29
8	Mogelijke beheermaatregelen	32
9	Ontwikkeling van een methode voor de evaluatie van potentiële (her)introductiegebieden.	37
10	Identificatie van kennisleemtes met betrekking tot habitatbinding	41
11	Referenties	43
	Bijlage 1: Veldprotocol voor de evaluatie van de habitatgeschiktheid voor grote modderkruiper	50

Lijst van figuren

Figuur 1. De grote modderkruiper, *Misgurnus fossilis* (Foto Rollin Verlinde, Vildaphoto).

Figuur 2. Staalnameplaatsen van e-DNA in de Zig (links) en de Goort (rechts) waarbij beide mengmonsters positief bleken voor e-DNA van grote modderkruiper (overgenomen uit Janse en Herders, 2016).

Figuur 3. Habitat voorkeuren van juveniele (0C) en oudere groter modderkruiper in het 'Grenzgraben', bepaald door Ivlev's electivity index (D). Mogelijke waarden liggen tussen +1 (totaal voorkeur) en -1 (totaal vermijden) van microhabitat of habitat parameter (van Meyer en Hinrichs, 2000).

Figuur 4. Afstanden van terugvangsten, ten opzichte van de terugzetplaats van grote modderkruipers (n = 67). (naar Meyer en Hinrichs, 2000).

Figuur 5. Potentiële chronische effecten – aantal bestrijdingsmiddelen waarvoor de gemiddelde norm of PNEC overschreden wordt (overgenomen uit VMM, 2010).

Figuur 6. Beslissingsschema voor de keuze van potentiële herintroductiegebieden voor grote modderkruiper in Vlaanderen.

Figuur 7. Schematische weergave van het traject bestudeerd tijdens de habitatevaluatie van grote modderkruiper met aanduiding van de lengte van de waterloop en locatie van meetpunten voor diepte-, sediment- en vegetatieopnames (Belpaire et al., 2016).

Lijst van tabellen

Tabel 1. Data van vangsten van grote modderkruiper in de INBO V.I.S.-databank (1 juli 2015).

Tabel 2. Milieukwaliteitsvariabelen van waters met grote modderkruiper, gecompileerd door van Beek (2003) op basis van data van Bohl, 1993; Van der Winden et al., 2002; Leuven et al., 1987; OVB, 1988).

Tabel 3. Vereisten voor de grote modderkruiper op basis van literatuurgegevens naar Schneiders et al. (2009).

1 Inleiding

Dit document is een onderdeel van de studie “Haalbaarheidsstudie (her)introductie grote modderkruiper – Luik 1. Habitatieisen en habitatgeschiktheid”, uitgevoerd door INBO in opdracht van ANB.

Dit rapport omvat een literatuuronderzoek naar habitatbinding, de identificatie van kennisleemtes met betrekking tot habitatbinding, en de ontwikkeling van een methode voor de evaluatie van potentiële herintroductiegebieden.

De bredere studie naar de haalbaarheid van de (her)introductie van de grote modderkruiper (GMK) omvat drie luiken:

Luik 1 – Habitatieisen en habitatgeschiktheid.

- Wat zijn de habitatieisen van grote modderkruiper en hoe kan de bestaande kennis hierover gebruikt worden om de geschiktheid van een gebied te beoordelen voor succesvolle (her)introductie?
- Welke gebieden in Vlaanderen zijn geschikt voor onmiddellijke herintroductie?
- Welke gebieden in Vlaanderen zijn geschikt voor (her)introductie mits gebiedsherstel/aanpassing en welke maatregelen tot herstel dienen genomen te worden?

Luik 2 – Genetica en verspreiding via e-DNA technieken

- Is er in Vlaanderen een bronpopulatie met voldoende genetische diversiteit en/of moeten broeddieren (deels) uit het buitenland gehaald worden?
- Kan er met de nieuwste technieken een actualisering van de verspreiding van de grote modderkruiper in Vlaanderen worden gemaakt?

Luik 3 – Kweek

- Kan grote modderkruiper efficiënt gekweekt worden en wat zijn de hieraan verbonden kosten?

Luik 1 omvat volgende specifieke aspecten en verwacht resultaat:

Literatuuronderzoek naar habitatbinding, identificatie van kennisleemtes met betrekking tot habitatbinding, ontwikkeling van een methode voor de evaluatie van potentiële herintroductiegebieden.

Verwacht resultaat: Rapport met habitatieisen en een evaluatiemethode voor geschiktheid van potentiële biotopen (dit rapport, Luik 1a)

Evaluatie van de geschiktheid van SBZ's voor (her)introductie en analyse van eventueel te nemen maatregelen voor gebiedsinrichting.

Verwacht resultaat: Rapport met een overzichtskaart met (potentieel) geschikte gebieden in Vlaanderen en de eventuele noodzakelijke herstelmaatregelen (rapport van Luik 1b, Belpaire et al., 2016)

Bijkomend aan luik 1 van het project zullen op een beperkt aantal potentieel geschikte plaatsen waterstalen nemen die bewaard worden voor latere e-DNA bepaling.

Verwacht resultaat: Monsters beschikbaar voor latere analyse

De studie loopt van 1 juli 2015 tot 31 december 2015.

2 Doelstelling

Dit rapport (Luik 1a) beoogt het uitvoeren van literatuuronderzoek naar habitatbinding, en de identificatie van kennisleemtes met betrekking tot habitatbinding. Het rapport wil ook een methode ontwikkelen voor de evaluatie van potentiële herintroductiegebieden.

Gezien de relevantie wordt ook een actualisatie uitgevoerd van de verspreidingsgegevens van grote modderkruiper, zowel op basis van historische gegevens als van recentere studies.

In de context van de bredere studie leek het ons ook nuttig om een korte bespreking te maken van de inventarisatietechnieken bruikbaar voor het in beeld brengen van de populatie van de GMK, met inbegrip van een voorstelling van de mogelijkheden van de nieuwe e-DNA technieken. Ook de drukken op de populaties en de mogelijke beheersmaatregelen worden kort behandeld.

Een tweede rapport (Luik 1b) zal de geschiktheid van speciale beschermingszones (SBZ's) voor (her)introductie van GMK evalueren en eventueel te nemen maatregelen voor gebiedsinrichting voorstellen.

3 Algemeen

De grote modderkruiper, *Misgurnus fossilis* (Linnaeus, 1758), is een soort behorende tot de familie van de Cobitidae (Fig. 1). Deze familie uit de orde van de Cypriniformes worden gekenmerkt door een lang rolrond, wormachtig lichaam. Verder bezitten soorten van de Cobitidae 3 tot 6 paar baarddraden, een erectiele doorn onder het oog, een rij keeltanden en is er de afwezigheid van echte schubben. Zij hebben een onderstandige muil en een benthische levenswijze.

De grote modderkruiper bezit 10 baarddraden en wordt morfologisch gekenmerkt door 3 dorsale stekels, 5-6 zachte dorsale stralen, 2 anale stekels, 8-11 zachte anale stralen en 49-50 wervels. Er loopt een brede midlaterale streep van het oog tot aan de basis van de staartvin en een smalle streep van het kieuwdeksel tot minstens aan de basis van de buikvin. De staartvin bezit 14-16 vinstralen.

Zijn verspreiding situeert zich in Europa en een deel van Azië. De soort is afwezig in het Verenigd Koninkrijk en Ierland. Voorts is de grote modderkruiper afwezig zowel in het Noorden als in het Zuiden van Europa, hetgeen kan wijzen op een levenswijze met een vrij nauw temperatuuroptimum. Voor een kaart van zijn verspreiding wordt verwezen naar Lelek (1987) en FishBase en voor een meer gedetailleerde beschrijving van zijn verspreidingsareaal naar Van Liefvering en Meire (2003).

Hartvich et al. (2010) geven een summiere overzichtsfiche van de biologische kenmerken, de status, de verspreiding en densiteiten, habitat en ecologie, reproductie, de milieudrukken op de soort en de potentiële maatregelen voor herstel.



Figuur 1. De grote modderkruiper, *Misgurnus fossilis* (Foto Rollin Verlinde, Vildaphoto).

Goed gedocumenteerde literatuuroverzichten van de ecologie van de grote modderkruiper zijn beschikbaar onder andere vanuit Nederland in de studies van van Beek (2003) en de Bruin en Kranenbarg (2009), en vanuit Vlaanderen in Ercken (1996) en Van Liefvering en Meire (2003).

De grote modderkruiper wordt vaak omschreven als een soort die weinig eisen stelt aan zijn leefmilieu. Hoewel deze soort aan extreme milieumomstandigheden is aangepast, wordt ze in geheel Europa bedreigd (Lelek, 1987). Echter volgens IUCN wordt de soort als LC (*Least Concern*) gecatalogeerd. In Vlaanderen wordt grote modderkruiper opgenomen in de Rode Lijst als CR (*Critically Endangered*) (Verreycken et al., 2013). De soort is opgenomen in Bijlage II van de Habitatrichtlijn.

4 Historische en actuele verspreiding van de grote modderkruiper in Vlaanderen

Dit hoofdstuk omvat een overzicht van het historisch en actueel voorkomen van de grote modderkruiper in Vlaanderen. Het is vooral gebaseerd op de werken van Belpaire (1995), Ercken (1996), Beyens en Belpaire (1999), Vrielynck et al. (2003), Van Liefferinge en Meire (2003). Wij verwijzen naar Beyens en Belpaire (1999); Van Liefferinge en Meire (2003); <https://www.natura2000.vlaanderen.be/soort/grote-modderkruiper> en Baert (2007) voor verspreidingskaarten.

Belpaire (1995) en Vrielynck et al. (2003) compileerden gegevens over het historisch voorkomen van de grote modderkruiper in Vlaanderen. Verschillende bronnen kunnen informatie aangeven: resultaten van archeologische opzoekingen waar in resten van nederzettingen visresten teruggevonden worden, allerhande documenten (pachtcohiers, tolbriefen, e.d.) van abdijen, vroeg-wetenschappelijke (voor 1840) visserijrapporten. Wat betreft het voorkomen van de grote modderkruiper is de oudste referentie waarschijnlijk de vermelding in de soortenlijst van Van Den Bogaerde (1825) in Van Damme en De Pauw (1996). Het werk van Van Den Bogaerde is een verslag van 1825 over het visbestand van de Zeeschelde. Later worden wetenschappelijke rapporten beschikbaar zoals werken van Edm. de Selys-Longchamps (1842), Gens (1885), Lameere (1895), Bamps en Geraets (1897), Maes (1898), Raveret-Wattel (1900), Van Aelbroeck en Rentiers (1913) en Poll (1945). Onderzoek van museumcollecties kunnen interessante gegevens aanleveren, en zijn er een aantal exemplaren van de grote modderkruiper aanwezig in de KBIN collecties. Ook informatie verkregen door mondelinge overlevering kan uitermate waardevol zijn. Een van de meest belangrijke bronnen aan informatie is het tijdschrift *Pêche et Pisciculture* (periode 1890 tot 1943) dat ca. 10 000 bladzijden visserijgegevens bevat.

Hier is ook een inleidende opmerking geciteerd door Louette et al., 2002 op zijn plaats: "Het inheems voorkomen van bittervoorn *Rhodeus sericeus* en grote modderkruiper *Misgurnus fossilis* wordt eveneens in twijfel getrokken door het ontbreken van archeologische resten van deze soort in onze gebieden (Van Damme en De Pauw, 1996; Vandellanoot et al., 1998). Deze soorten worden inderdaad niet aangetroffen in de soortenlijst uit Van Neer en Eryvynck (1994), maar deze schijnbare afwezigheid is waarschijnlijk een aberratie (Van Neer, pers. mededeling)." De grote modderkruiper wordt daarom in Vlaanderen niet als een uitheemse soort beschouwd (Verreycken et al., 2007). Recent werk (Tang et al., 2008) heeft aangetoond dat *Misgurnus fossilis* (en de meeste Cobitidae) phylogenetisch hun afkomst in Oost-Azië hebben; de grote modderkruiper (of zijn voorloper) zou vanuit Oost-Azië ca. 17 Mio jaar geleden Europa bereikt hebben. Bohlen et al. (2007) voerden een fylogeografische studie uit op grote modderkruipers van diverse plaatsen over een groot deel van zijn verspreidingsgebied (N=43). Ondanks de grote geografische afstand tussen de meetplaatsen werden er slechts acht nauw verwante haplotypen in de sequenties van het gehele mitochondriale cytochroom b gedetecteerd. De auteurs besluiten dat de Donau een refugium gebied was voor GMK tijdens de ijstijd in het Pleistoceen. Vanuit dit overlevingsgebied, zou de soort vermoedelijk Midden- en Oost-Europa opnieuw gekoloniseerd hebben.

IJzerbekken

De grote modderkruiper wordt samen met het biermpje, de regenboogforel en de rietvoorn afgebeeld in de IJzer, in het werk van Van Aelbroeck en Rentiers (1913). De soort werd verder door geen enkele auteur vermeld en er zijn ook geen referenties gevonden voor GMK in de andere waterlopen uit het IJzerbekken, zodat deze referentie misschien met de nodige voorzichtigheid dient te worden geïnterpreteerd. Talrijke latere visbestandsopnames in het bekken van de IJzer door IBW en INBO, zowel met fuiken als met elektrovisserij, hebben de aanwezigheid van GMK in dit bekken nooit kunnen bevestigen.

Scheldebekken

In de soortenlijst van Van Den Bogaerde (1825) voor de Zeeschelde (!) geciteerd in Van Damme en De Pauw (1996) wordt de grote modderkruiper opgenomen (vermeld als *govie*, *Cobitis fossilis*). Men kan zich vragen stellen over de waarschijnlijkheid dat de observatie op de Zeeschelde zelf is gebeurd (saliniteit), eerder kan het hier wellicht gaan om de afwateringsgrachten of vijvers in de nabijheid van de Zeeschelde? de Selys-Longchamps (1842) schrijft dat de soort voorkomt op de Schelde en zijrivieren met modderige bodem. Ook Maes (1898) vermeldt de soort op de Schelde en zijrivieren. Een ander rapport stelt dat de soort voorkomt op sloten en grachten in communicatie met de Schelde, de Leie en het kanaal Gent-Terneuzen (Anoniem, 1894). Ook Maes (1910) vermeldt zeer grote populaties van grote modderkruiper op Schelde en Leie en op het Kanaal Gent-Terneuzen. Later neemt ook Poll (1945) de soort op in zijn lijst voor de Beneden-Zeeschelde. Bovendien zijn er exemplaren van grote modderkruiper in de KBIN collecties van met name "Benedenschelde in Fort Filip (1942)" en "Moulin de Doel (1942)" (Vrielynck et al., 2003).

Uit de KBIN collectie is ook bekend dat de grote modderkruiper voorkwam te Overmeire in 1915 (Vrielynck et al., 2003).

Gentse polderwaterlopen

Er zijn referenties voor de grote modderkruiper op het kanaal Gent-Terneuzen (Anoniem, 1894; Pêche et Pisciculture, 1932). In dit laatste artikel van de hand van Lestage staat dat de grote modderkruipers afkomstig uit waters in communicatie met de Schelde, de Leie en het kanaal Gent-Terneuzen lekker zijn. Hiermee citeert Lestage het anoniem werk uit 1894. Het artikel werd geschreven naar aanleiding van een toevloed aan exemplaren die werden opgezonden naar het Aquarium aan de Louisalaan, waar Lestage destijds directeur was. In dit artikel antwoordt hij de vissers dat het "nochtans slechts om de grote modderkruiper gaat".

In 1996 werd een exemplaar gevangen in de Lieve te Waarschoot (Vandelannoote et al., 1998).

Leiebekken

De grote modderkruiper werd ook in het Leiebekken gesignaleerd. De Selys-Longchamps (1887) en Anoniem (1894) stellen dat de grote modderkruiper, afkomstig van de waterlopen in communicatie met onder andere de Leie zeer lekker is. Of de grote modderkruiper ook effectief op de Leie werd aangetroffen is niet duidelijk.

Vermeldenswaardig is de rapportering van grote modderkruiper in het Franse deel van het Leiebekken kort over de grens. Deze informatie werd verzameld bij bestandsopnames met behulp van elektrovisserij door of in opdracht van de Franse "Fédération du Nord pour la pêche et la Protection du Milieu Aquatique" (E. Fauconnet, pers mededeling). In juni 2013 werden 18 grote modderkruipers gevangen bij een geschatte densiteit van 2.4 individuen/100m² op de Mark (La Marque Urbaine, RGF coördinaten x 708668 en y 7063918) te Wasquehal. In de buurt, op de Deûle te Wambrechies (RGF coördinaten x 703794 en y 7065750) werd in september 2014 één exemplaar bemonsterd. Mogelijk kan deze populatie ook de lager gelegen gebieden in Vlaanderen koloniseren.

Dijlebekken

de Selys-Longchamps, 1842 geeft aan dat de grote modderkruiper in Vlaanderen en Brabant voorkomt en algemeen is rond Leuven.

Volgens Van Liefvering en Meire (2013) zou in de periode 1970-1975 de grote modderkruiper ook zijn waargenomen in het kanaal Leuven-Dijle te Kampenhout-Sas (pers. mededeling M. Janssens).

In de jaren '80 werden er nog enkele exemplaren gevangen in het Dijlebekken, in de Grote Laakbeek en de Platte Beek (Bruylants et al., 1989). Ook Coussement et al. (1988) vermelden de grote modderkruiper in de Grote Laak (Werchter- Tremelo), alsook in de Platte Beek (1986-87) te Mechelen (Belpaire, 1995).

De heer Willy Ceulemans signaleerde ons het voorkomen van grote modderkruiper op de Boeimeer (zijloop van Dijle te Bonheiden) rond 1957. Het betrof een zelf gevangen exemplaar (mondelinge mededeling Willy Ceulemans, 1 februari 2002). Mogelijk is dat een individu afkomstig van een populatie op het Mechels Broek.

In de zomer van 1998 zou grote modderkruiper gesignaleerd zijn in een van de vijvers van de Zoete Waters (Oud-Heverlee, Dijlebekken)(mondelinge mededeling Jos Beyens gemeld op 16 maart 1999).

Demerbekken

De grote modderkruiper wordt vermeld als aanwezig in vijvers en kleinere waterlopen van de Demervallei (Bamps en Geraets, 1897, de Selys-Longchamps, 1887). Er zijn geen referenties van meldingen van GMK op de Demer gevonden.

Half de jaren '90 werden enkele exemplaren gevangen in een aantal sloten gelegen in de alluviale vlakte van de Demer. Zo werd in de Houwersbeek, de bovenloop van het Zwart Water te Linkhout (Lummen) 4 exemplaren aangetroffen (De Charleroy en Beyens, 1998). Er werden grote modderkruipers gevangen in het Snijken te Schulen, in de Zonderikbeek of Valdemer te Stokrooie (Hasselt) en in de Herk te Herk-de-Stad (Beyens en Belpaire, 1999). Steeds ging het hier om slechts één exemplaar.

Van Liefferinge en Meire (2003) vermelden ook nog getuigenissen van mensen die de soort tussen 1980 en 2000 nog enkele keren hebben waargenomen in de Demervallei tussen Diest en Werchter, meestal als bijvangst van het scheppen naar muggenlarven voor visaas (pers. mededeling Luc Vervoort). Deze waarnemingen situeerden zich o.a. in de Grote Laakbeek stroomafwaarts Aarschot, de Leigracht te Zichem en de Weerdelaak te Aarschot. Dit suggereert dat op bepaalde locaties de populaties vrij hoog konden zijn. Ook Coussement et al. (1988) vermelden de grote modderkruiper in de Grote Laak (Werchter- Tremelo) (Belpaire, 1995).

Van Liefferinge en Meire (2003) vermelden enkele exemplaren van GMK tijdens de paaiperiode aangetroffen in een muskusrattenfuik in het natuurgebied Vorsdonkbos-Turfputten te Gelrode (Aarschot) in het begin van de jaren negentig (pers. mededeling L. Vervoort). In de Demervallei werden nog modderkruipers aangetroffen stroomopwaarts Diest, met name in het Lobos te Zelem (t.h.v. de samenvloeiing met de Zwarte Beek) en het Schulensbroek (Breine et al., 1999 in Beyens en Belpaire, 1999). Ook nabij het Schulensmeer in een beek werd een exemplaar aangetroffen (Beyens en Belpaire, 1999, Simoens et al., 2002). De verschillende observaties in en nabij het Schulensmeer werden samengevat en gekarteerd door Baert (2007). Bij gerichte inventarisaties door middel van elektrovisserij (4 plaatsen) en amfibiefuiken (15 plaatsen) in het Schulensbroek in juli 2006 kon geen grote modderkruiper waargenomen worden (Van Liefferinge et al., 2006). Ook inventarisaties in juni 2008 door ANB op 10 trajecten in en rond het Schulensbroek konden de aanwezigheid van grote modderkruiper in het Schulensbroek niet meer bevestigen. In 2013 werd echter via e-DNA de aanwezigheid van GMK in het Schulensbroek wél aangetoond (Gora en Moermans, 2013), dit via een mengmonster waarbij 19 verschillende locaties waren samengevoegd. In 2015 werd opnieuw een e-DNA studie uitgevoerd, ditmaal op 25 e-DNA monsters verzameld op meetplaatsen verspreid over het Schulensbroek. In geen enkel monster werd e-DNA van de grote modderkruiper aangetroffen (Janse en Herder, 2016).

Bij visbestandsonderzoek werd GMK door Bruylants et al. (1989) in de Demer niet gerapporteerd. Wel werd de soort in 1995 aangetroffen in de Herk (Demerbekken), maar niet op de Demer zelf. Bruylants et al. (1989) vermelden tevens het voorkomen van de grote modderkruiper in Hagelandse natuurreservaten (BNVR) in het Demerbekken. Breine et al. (1999a), inventariseerden de Demer over gans zijn verloop (23 locaties) en vangen de soort op één locatie (nabij de Grote Steunbeer te Diest). In augustus 1999 werd tijdens een onderzoek na de lozing van titaandioxide (Breine et al., 1999b) op de Demer op twee locaties (nl. op de staalnameplaatsen te Linkhout (stuw Schulensmeer) en Kermt (Veldekermolen)) met elektrovisserij telkens één exemplaar van de grote modderkruiper gevangen. Bij latere bestandsopnames in 2003 en 2006 op die locaties werd de soort niet meer aangetroffen (Van Thuyne en Breine, 2003; Van Thuyne en Breine, 2007). Ook op andere plaatsen op de Demer (Verreycken et al., 2002; Van Thuyne en Breine, 2007) werd de soort niet meer aangetroffen. Tot in 2009 waar bij een inventarisatie van de Demer op 15 locaties de soort werd aangetroffen op een zijarm van de Demer (molen Prinsenhof). Toen konden maar liefst 15 exemplaren van de soort bemonsterd worden (Van Thuyne en Breine, 2010). Op diezelfde plaats werden in 2012 twee GMK's gevangen (Van Thuyne en Maes, 2013). Zeer recent gericht

en intensief onderzoek heeft in mei 2016 de aanwezigheid van 8 exemplaren kunnen aantonen (Belpaire, ongepubliceerd).

Van Liefveringe en Meire (2003) vatten de verspreiding van GMK in de vijvers van Limburg samen. In het park Midden Limburg werden in 1998 grote modderkruipers waargenomen door viskwekers te Zonhoven. Het betreft een vijver die nu ligt in het Vlaams natuurreservaat Wijvenheide / Platwijers (pers. mededeling T. Verschraegen). Bij recente bemonsteringen werden geen exemplaren meer aangetroffen. Dit sluit echter niet uit dat er geen grote modderkruipers meer aanwezig zijn in het Limburgs vijvercomplex. Blijkbaar wordt de grote modderkruiper momenteel veel minder frequent waargenomen in het gebied, maar toch duidt de vangst van enkele grote modderkruipers half de jaren negentig in de Valdemer of de Zonderikbeek (een waterloop die in verbinding staat met zowat alle vijvertjes in het gebied) er op dat de soort zich hier wel kan handhaven (Beyens en Belpaire, 1999). In 2015 werden in het vijvergebied Zonhoven e-DNA onderzoek uitgevoerd, waarbij één mengmonster genomen werd van vier wateren. Dit monster bleek negatief (Janse en Herder, 2016).

Enkele exemplaren van deze soort werden in 1992 teruggevonden in de vijvers van het Provinciedomein Bokrijk. In het vijvergebied van Bokrijk werd eind 1999 bij het droogzetten van de vijver 'Het Groot Wik' in het natuurreservaat Het Wik 7 grote modderkruipers aangetroffen (Beyens en Belpaire, 1999). Enkele jaren terug zou ook in Het Wik paaiactiviteit van grote modderkruipers gesignaleerd zijn (pers. mededeling Marc Fourier, 20 augustus 2015). Ook in de vijvers van Terlamen te Zolder zou de grote modderkruiper eind jaren '90 nog gesignaleerd zijn (Beyens en Belpaire, 1999). In 2015 werd in het Westelijk vijvergebied Bokrijk en Het Wik e-DNA onderzoek uitgevoerd, er werden 2 mengmonsters genomen, van respectievelijk 3 en 8 wateren. Echter beide monsters bleken negatief voor e-DNA van de grote modderkruiper (Janse en Herder, 2016).

In het natuurreservaat De Maten te Genk werden eind jaren '80 ook enkele grote modderkruipers aangetroffen, maar bij recentere inventarisaties in het gebied werden geen exemplaren meer aangetroffen (pers. mededeling S. Declerck, Beyens en Belpaire, 1999).

Hieronder geven wij de gegevens van grote modderkruiper zoals beschikbaar in de V.I.S. databank (Vis Informatie Systeem, <http://vis.inbo.be>, toestand 1 juli 2015). De bemonsteringsmethode was op alle plaatsen, elektrovisserij, wadend met 2 elektroden. Alle V.I.S. data hebben betrekking op vangsten van de GMK in het Demerbekken.

Tabel 1. Data van vangsten van grote modderkruiper in de INBO V.I.S.-databank (1 juli 2015).

Datum	Omschrijving	X	Y	Waterloop	Gemeente	L	N
30/11/1995	molen	206615	181827	Herk	Herk-de-Stad	100	1
13/04/1999	Grote Steunbeer	198807	186902	Demer	Diest	200	1
13/10/1994	/	203171	183183	Houwersbeek	Lummen	50	4
7/11/1995	Schulen, langs spoorweg	206808	184266	Snijken	Herk-de-Stad	100	1
10/06/2009	zijarm molen Prinsenhof	216058	182203	Molenarm Demer	Hasselt	300	15
4/06/2012	zijarm molen Prinsenhof	216058	182203	Molenarm Demer	Hasselt	150	2
18/08/1999	Veldekermolen	210910	183994	Demer	Hasselt	500	1
18/08/1999	stuw Schulensmeer	205843	184483	Demer	Lummen	500	1

N: aantal gevangen grote modderkruiper; L: lengte afgevist traject in m (elektrovisserij, wadend met 2 elektrodes)

Netebekken

Volgens de Selys-Longchamps (1887) kwam de grote modderkruiper voor in de Nete. Verschillende historische bronnen vermelden de soort in de 2^{de} helft van de 19^{de} eeuw in "de vijvers van de Kempen" (Gens, 1885).

Van Liefveringe en Meire (2003) vermelden het volgende voor het Netebekken. Viskweker J. Vercaigne trof de Grote modderkruiper in de jaren '50 nog veelvuldig aan in de bovenlopen van de Kleine Nete (Looiendse Nete, Zwarte

Nete, ...) evenals in de meeste broeken en grachten in de omgeving van Retie en Arendonk (pers. mededeling R. Yseboodt). De Backer (1972) trof na een intensieve vangstcampagne in de waterlopen van de Antwerpse Kempen slechts twee grote modderkruipers aan. Beiden werden gevangen in het bekken van de Kleine Nete: in de Wamp (Arendonk) en de Derde Beek (Vorselaar). In de Wimp te Herenthout werd ook ooit een grote modderkruiper aangetroffen (bekken van de Grote Nete) (Beyens en Belpaire, 1999). Ook in Postelse viskweekvijvers werd GMK wel eens waargenomen (Belpaire, 1995).

Bruylants et al. (1989) vermelden ook enkele exemplaren tijdens inventarisaties van in 1981 en 1982 in het bekken van de Kleine Nete (Kleine Beek te Viersel, de Witte Nete te Retie en de Desselse Nete te Dessel). In 1991 werd een grote modderkruiper aangetroffen in de Wamp (Bekken van de Kleine Nete) ter hoogte van Het Goorcken (niet gepubliceerde data). In 1992 is er een melding van een grote modderkruiper in de Veeweiloop, nabij de bovenloop van de Grote Nete te Eksel (Beyens en Belpaire, 1999).

Op de Grote Nete te Hulshout werd in 2003 op 22 augustus één grote modderkruiper gerapporteerd tijdens monsternames van benthos met behulp van een handnet voor het biologisch meetnet van de VMM (pers. mededeling Christophe Maes (VMM) op 15/12/2015). Er kon echter niet meer nagegaan worden of het hier niet eerder om een kleine modderkruiper ging, welke in het gebied aanwezig is.

De best gedocumenteerde informatie over de GMK populaties in Vlaanderen is beschreven in de studie van de GMK populatie in Het Goorcken (Arendonk) door Van Liefferinge en Meire (2003). In dit onderzoek werden niet minder dan 716 vangsten van GMK gerealiseerd.

Zeer recent gericht en intensief onderzoek in de kerngebieden van Het Goorcken en de Wamp te Arendonk in mei 2016 heeft de aanwezigheid van GMK niet meer kunnen aantonen (Belpaire, ongepubliceerd).

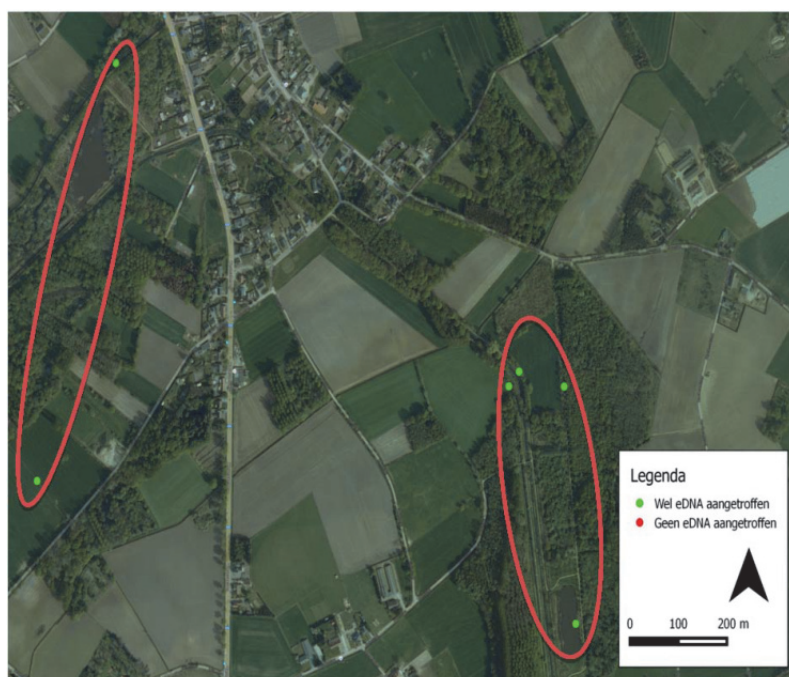
Wel werd één grote modderkruiper waargenomen tijdens het leeglaten van een private visvijver op de Watering in Arendonk op 16 april 2016 (pers. mededeling Willy Verdonck).

Maasbekken

In de tweede helft van de 19e eeuw werd de soort niet aangetroffen in het bekken van de Maas en de Moezel (De Selys-Longchamps 1842). Ook Maes (1898) stelt dat grote modderkruipers nog niet geobserveerd werden in het Maasbekken. De Selys-Longchamps (1867) schrijft wel "*.... Ils sont négligées à cause de la difficulté de les prendre*".

De eerste melding van de soort in het Maasbekken dateerde pas van eind jaren '70. In 1979 werd 1 exemplaar waargenomen door een hengelaar in de Luikse Maas (Philippart en Vranken, 1981). Half de jaren '80 trof Philippart (1986) enkele exemplaren aan in de Maas tussen Namen en Luik. De soort zou volgens hem vermoedelijk nog voorkomen in de Maas, zowel stroomafwaarts van Luik als stroomopwaarts van Namen. In Wallonië zou GMK ook lokaal voorkomen in Maas en Samber (Philippart en Vranken, 1983).

Ook Bruylants et al. (1989) vingen 1 exemplaar in het Maasbekken, nl. in de Renne te Kinrooi. In een zijgrachtje van de Grote Renne werd deze vangst bevestigd tijdens een elektrische vangstcampagne in 2003 door B. Denayer. In het Maasbekken was er in 1998 een waarneming in het Groot Broek te Molenbeersel, met name in de Oude Lossing (Beyens en Belpaire, 1999). In 2015 werd in dit gebied e-DNA onderzoek uitgevoerd door Janse en Herder (2016). In de Goort en de Zig zijn 2 mengmonsters verzameld van een mix van respectievelijk 4 en 2 wateren (Fig. 2). In beide mengmonsters is e-DNA van de grote modderkruiper aangetroffen. De hoeveelheid aangetroffen e-DNA in de mengmonsters was desondanks laag. In de Goort was één van de twaalf PCR replica's positief, in de Zig waren twee van de twaalf PCR replica's positief. Dit is een indicatie dat de dichtheid grote modderkruipers laag is op de locaties (Janse en Herder, 2016).



Figuur 2. Staalnameplaatsen van e-DNA in de Zig (links) en de Goort (rechts) waarbij beide mengmonsters positief bleken voor e-DNA van grote modderkruiper (overgenomen uit Janse en Herders, 2016).

Coussement et al. (1988) vermelden de grote modderkruiper in de Aabeek (Limburg). Latere visbestandsopnames op de Aabeek konden dit niet meer bevestigen (Belpaire, 1995).

Van Liefferinge en Meire (2003) beschrijven verder dat er evenwel nog mogelijkheden zijn om de soort in de Antwerpse Noorderkempen te vinden. Vanuit een rondvraag naar landgebruik en natuurlijke rijkdommen in de Vallei van de Mark te Hoogstraten- Baarle-Breda en informatie-uitwisseling met oudere inwoners bleek dat de soort veelvuldig voorkwam in deze streek in veedrinkkuilen, turfgraten en ondiepe grachtencomplexen in hooilanden. Eén locatie daarvan, waar zeer regelmatig grote modderkruipers gevangen werden, is nog steeds bestaande in die vooroorlogse condities, waar bijgevolg nog grote modderkruiper aangetroffen kan worden. Het betreft een serie van 4 lange turfgraten (8m op 50m) gelegen in een weiland langs de 'Leyloop' te Maxburg (Hoogstraten) (pers. mededeling T. Verschraegen).

Inventarisaties specifiek gericht naar de verspreiding van grote modderkruiper in Vlaanderen in de periode mei-augustus 2003 in een groot aantal stilstaande waters kon enkel de aanwezigheid van de soort in Het Goorken (Arendonk) bevestigen. In volgende waters werd de soort dus niet aangetroffen: het Mechels Broek te Mechelen (Antwerpen), de Zegge te Geel (Antwerpen), het Broek te Willebroek (Antwerpen), het Malesbroek te Geel (Antwerpen), de Ronde Put te Mol (Antwerpen), het Schulensmeer op de grens tussen Lummen en Herk-de-Stad (Limburg), het Limburgs vijvercomplex (Limburg), het Molsbroek te Lokeren (Oost-Vlaanderen), de Torfbroekvijver te Kampenhout (Vlaams Brabant), het Donkmeer te Lokeren (Oost-Vlaanderen), den Diel in Mol (Antwerpen), de Boerekreek en de Bentillekreek in Sint-Laureins (Oost-Vlaanderen), het Webbekombroek te Diest (Vlaams Brabant), het Plateaux Hageven in Neerpelt (Limburg) (Van Liefferinge en Meire, 2003).

Er zijn geen meldingen van de GMK in waarnemingen.be (Natuurpunt).

In conclusie moet gesteld worden dat over de laatste vijf jaar slechts op één locatie in Vlaanderen (nl. de Demermeander Prinsenhof te Kuringen) nog grote modderkruipers visueel waargenomen werden.

5 Inventarisatietechnieken

De grote modderkruiper is in Vlaanderen sterk achteruitgegaan en waarnemingen van grote modderkruiper zijn tegenwoordig zeldzaamheid. De verspreidingsgegevens zijn meestal gebaseerd op vangsten van 1 of 2 specimens. Gezien zijn leefwijze is het niet uitgesloten dat klassieke visbestandsopnames niet doeltreffend zijn om zijn aanwezigheid op te sporen en is zijn verspreiding mogelijk algemener dan bekend. Het is dan ook wenselijk om na te gaan of er geen andere manieren zijn om een beter beeld te krijgen van de verspreiding van deze soort. Hier geven we een kort overzicht met bespreking van mogelijke inventarisatietechnieken.

5.1 Elektrovisserij

De visfauna in Vlaanderen wordt sedert ca. 1985 vrij intensief gevolgd via inventarisaties door INBO, ANB en universiteiten. Veelal gebeurt dit met behulp van elektrovisserijtechnieken. Over die 25 jaar visbestandsopnames zijn observaties van GMK met behulp van elektrovisserij eerder een zeldzaamheid. Wellicht is het gebruik van elektrovisserij enkel succesvol wanneer de bemonsteringen uitgevoerd worden bij gunstige condities, namelijk wanneer grote modderkruipers actief zijn en niet ingegraven in het sediment. Deze activiteiten zijn vooral 's nachts te verwachten, of in periodes van (nakend) onweer. In Vlaanderen is er geen ervaring met elektrovisserij georiënteerd op die specifieke gevallen (mede omwille van veiligheidsoverwegingen). Bovendien lijkt ook het seizoen van de bemonstering een effect te hebben op het vangstsucces.

Echter, uit onderzoek in Nederland blijkt dat de bemonsteringsmethoden met elektrovisserij en schepnetten wél effectiever zijn dan met fuiken (Spikmans et al., 2008, Heesakkers, 2009).

Ook in de Vlaamse populatie van Het Goorke werden via elektrovisserij goede vangsten van GMK gerealiseerd (Van Liefferinge en Meire, 2003).

Tenslotte is het belangrijk om aan te geven dat de kans om een grote modderkruiper te vangen sterk beïnvloed wordt door de wijze waarop de vangtuigen gehanteerd worden. Ervaring op dit gebied vergroot de vangkans (Spikmans et al., 2008).

5.2 Slibruiming

Gericht onderzoek naar het voorkomen van grote modderkruiper werd succesvol uitgevoerd via controle van het op de oever aangevoerde slib tijdens de slibruiming van een waterloop (Hinrichs (1998) en Meyer en Hinrichs (2000)). In Vlaanderen is hier echter geen tot weinig ervaring mee. Het verdient aanbeveling om bij slib- en kruidruiming in waterlopen waarvoor de soort is aangemeld bij ruimingswerkzaamheden gerichte controles te organiseren.

5.3 Visteeltvijvers

Nogal wat waarnemingen zijn afkomstig van observaties van de soort bij het beheer en leeglaten van visteeltvijvers (bv. Postel en Bokrijk). Het betrekken van de visteeltsector bij het in kaart brengen van de soort is zeker een nuttig en goedkoop middel om toekomstige informatie te bekomen.

5.4 Diverse fuiken en andere passieve vangtuigen

De klassieke kleinere palingfuiken en grotere schietfuiken zoals gebruikt door het INBO lijken bruikbaar voor GMK vangsten. Meestal zijn de potentiële GMK vindplaatsen kleinere waterlopen en wellicht is het gebruik van de kleinere palingfuik meest opportuun om gericht naar de GMK te zoeken. Let wel, zoals hoger aangehaald zijn alle recentere observaties door INBO in V.I.S. het resultaat van elektrovisserij en niet van fuiken. De Bruin en Kranenbarg (2009) geven seizoensale trends van GMK fuikvangsten in de grote rivieren in Nederland. Ook historische informatie verzameld uit Nederland illustreert dat GMK vaak in fuiken gevangen werd door beroepsvissers ('fuiken vol met grote modderkruipers' (de Bruin en Kranenbarg, 2009)). Wel dient er op gelet dat de modderkruipers in de fuik ook toegang hebben tot het wateroppervlakte, voor hun ademhaling.

Van Liefferinge en Meire (2003) gebruikten flesvallen om GMK populaties te bestuderen. Deze flesvallen werden geconstrueerd uit petflessen van verschillend volume, waarbij de flessenhals verwijderd en omgekeerd terug gemonteerd wordt. Er werd afgezien van deze methode omwille van te hoge mortaliteiten in de flessen. Er werden goede resultaten behaald met amfibiefuiken (fuiken voorzien van een kegel, waarbij gevangen dieren lucht aan de oppervlakte kunnen happen, zie Van Liefferinge en Meire (2003) voor een beschrijving).

In een studie naar de meest efficiënte methode om te bemonsteren, werd onderzocht welk type fuik het beste toegepast wordt. Heesakkers (2009) vergeleek drie fuiktypes: de piramidefuik, de blokfuik en de verbeterde piramidefuik (Zie Heesakkers, 2009 voor een beschrijving en foto van de fuiktypes). Uit de studie wordt geconcludeerd dat de verbeterde piramidefuik de beste vangstresultaten geeft, en dus van de geteste fuiken meest geschikt is voor inventarisatie van de grote modderkruiper.

Uit ervaringen in het buitenland is gebleken dat grote modderkruiper kan aangetroffen worden in fuiken gebruikt voor de rattenvangst. In 1995 werd het uitgangsmateriaal (de kweekdieren) voor experimenten naar de artificiële reproductie van *Misgurnus fossilis* (onderzoek van Roelants et al. (1995) in functie van een mogelijke herintroductie in Vlaanderen) verkregen via rattenvangers in Nederland. Van Liefferinge en Meire (2003) vermelden dat enkele exemplaren van GMK aangetroffen werden in een muskusrattenfuik in het natuurgebied Vorsdonkbus-Turfputten te Gelrode (Aarschot) in het begin van de jaren negentig (pers. mededeling Luc Vervoort). In Vlaanderen zijn er ca. 80 rattenbestrijders (VMM) actief. Er worden nog heel wat rattenfuiken gelegd aan waterlopen, kanalen, rivieren, beken, grachten en vijvers (sommige ook nabij natuurreservaten). Het aantal rattenfuiken gebruikt in de rattenbestrijding is de laatste jaren sterk gedaald, ten gunste van alternatieve bestrijdingsmethoden. Bijvangsten van vis in rattenfuiken worden momenteel enkel op papier bijgehouden en de data zijn niet bevroegbaar via databank. Navraag bij VMM leert dat het door VMM gebruikte type rattenfuiken van die aard is dat eventuele grote modderkruiper door de mazen kunnen ontsnappen (de romp van de muskusratfuiken heeft draadmazen van 25 mm x 50 mm, de opening in de kelen is ca. 8 cm (mededeling Marc Van der Weeën). Hoe dan ook, het verdient aanbeveling om na te gaan hoe de eventuele observaties van modderkruipers (en andere vissoorten) in rattenfuiken beter gestroomlijnd worden.

5.5 Schepnetbemonstering

Ook het gebruik van het schepnet wordt als een efficiënte methode beschouwd om de verspreiding van GMK te bestuderen. In Nederland wordt deze methode aangemoedigd en er werd een meetnet uitgewerkt rond de ecologische monitoring van beek- en poldervissen, waaronder de grote modderkruiper. De methodiek hiertoe werd zoveel mogelijk gestandaardiseerd. In het kort wordt aangeraden om voor elke aanbevolen meetplaats (kilometerhok) over het groeiseizoen (april – oktober) vier telronden uit te voeren waarbij telkens 60 minuten bemonsterd wordt met behulp van een schepnet van gestandaardiseerde grootte (55x70 cm, maaswijdte 3mm). Voor een verdere beschrijving van het hanteren van het schepnet verwijzen we naar het RAVON rapport (Spikmans et al., 2011).

In Vlaanderen worden in het kader van het biologisch meetnet van de Vlaamse Milieumaatschappij ook monsters voor benthos genomen. Het meetnet omvat 501 staalnameplaatsen, waarbij 195 meetplaatsen (Vlaamse waterlichamen) om de drie jaar bemonsterd worden en 306 meetplaatsen (lokale eerste orde waterlichamen) om de zes jaar. Via een benthos-schepnet worden invertebraten verzameld. Regelmatig worden hier ook visjes in gevangen. Ook dit schept mogelijkheden naar het verzamelen van informatie. Bermpjes, kleine modderkruipers en (vooral kleine exemplaren van) de grote modderkruiper zijn soorten die zeker via deze methode in het schepnet kunnen aangetroffen worden. Rondvraag bij VMM gaf aan dat er in 2003 één grote modderkruiper gemeld werd uit de benthosstalen genomen voor het biologisch meetnet (Grote Nete te Hulshout, pers. mededeling Christophe Maes, VMM), doch deze observatie kon niet bevestigd worden. Er waren echter geen indicaties van het voorkomen van GMK in de Oost- en West-Vlaamse bekkens (Dender, Bovenschelde, Gentse kanalen, IJzer, Leie en Brugse Polders) (pers. mededeling Bart Vervaeke, VMM), noch in de Brabantse en Limburgse bekkens (Demer, Dijle/Zenne en Maas) (pers. mededeling Maarten De Jonge, VMM) werden er vondsten van grote modderkruiper geregistreerd. Dit biologisch meetnet van VMM bezit echter potenties voor een valorisatie van de resultaten van deze bemonsteringsinspanningen ten gunste van het visverspreidingsonderzoek.

5.6 e-DNA

De traditionele inventarisatiemethoden via gerichte bevissingen zijn vrij inefficiënt, tijdrovend en waarschijnlijk vrij gevoelig voor fouten te wijten aan non-detectie.

In Nederland werd onderzoek verricht naar e-DNA toepassingen bij de inventarisatie van de grote modderkruiper (Herder, 2011, Herder et al., 2012). Het onderzoek gebeurde in samenwerking met het Franse bedrijf Spygen. Soortspecifieke primers werden ontwikkeld op basis van acht verschillende populaties grote modderkruipers binnen Nederland en uitgetest. Twaalf wateren werden onderzocht (vier wateren met hoge GMK-dichtheden en vier wateren met lage GMK-dichtheden en vier controles zonder GMK). Zowel water- als sedimentstalen werden genomen. Van de acht sites werd de aanwezigheid van GMK via waterstalen op 6 plaatsen bevestigd. Ook via sedimentanalyse waren zes van de acht stalen positief. Met de combinatie van beide analyses is de grote modderkruiper aangetoond in zeven van de acht wateren (detectiescore van 87,5 procent). Herder et al. (2012) geven meer informatie over de technische beschrijving van de bemonsterings- en analysetechniek.

Ook Thomsen et al. (2012) vergelijken resultaten van e-DNA onderzoek naar GMK met elektrovisserijvangsten in sites in Polen, Duitsland en Estland. Ze vinden voor beide methodes een vergelijkbaar aandeel aan positieve resultaten.

Het nut van e-DNA onderzoek als alternatieve of aanvullende methode voor de monitoring van de grote modderkruiper werd recentelijk ook aangetoond in Denemarken door Sigsgaard et al. (2015). De Deense populatie werd verondersteld te bestaan uit één lokale populatie van niet meer dan 50 individuen. In 2008, werd de meerderheid van de historische Deense vindplaatsen van grote modderkruiper geïnventariseerd met behulp van traditionele vistechnieken. Op een aantal van deze sites aangevuld met andere mogelijke plaatsen werden e-DNA monsters genomen. Hieruit bleek de soort aanwezig op de bekende locatie, maar bijkomend bleek via e-DNA de soort ook voor te komen in een andere historische vindplaats waar de soort niet meer waargenomen werd sinds 1995. De studie onderstreept het belang van e-DNA screening als bijkomende goedkopere en minder arbeidsintensieve methode om bepaalde vissoorten in beeld te brengen. Sigsgaard et al. (2015) beschrijven echter ook enkele factoren die kunnen interfereren met de e-DNA screening en de conclusies bemoeilijken.

In een vervolgonderzoek in Nederland rapporteert de Bruin et al. (2014) over een vergelijkende studie waarbij de efficiëntie van e-DNA en elektrovisserij op 48 locaties onderzocht werd. Op alle sites werd met beide methodes bemonsterd. Met e-DNA is de grote modderkruiper op 25 locaties van de onderzochte locaties aangetroffen, terwijl met elektrovisserij GMK op slechts negen locaties werd aangetroffen. Op dezelfde negen locaties werd ook met e-DNA de aanwezigheid van grote modderkruiper aangetoond. de Bruin et al. (2014) besluiten dat een trefkans van grote modderkruiper met e-DNA tussen de 81 en 100% ligt.

In Vlaanderen werd heel recentelijk (2015) een screening uitgevoerd van e-DNA monsters op een vrij groot aantal (25) locaties in het Schulensbroek, en een beperkte set van mengmonsters in vijvergebieden te Bokrijk, Het Wik, Zonhoven en twee plaatsen in het Maasbekken (de Goort en de Zig) (Janse en Herder, 2016). Enkel in de stalen van de Goort en de Zig bleken de stalen positief.

5.7 Herkenning en telemetrie

Heesakkers (2009) concludeert uit veldonderzoek in Nederland dat het mogelijk is om op basis van uiterlijke kenmerken, individuele GMK exemplaren te herkennen. Via foto's kunnen individuen die eerder gevangen zijn, worden herkend op basis van hun pigmentpatroon.

Recent onderzoek toont aan dat ook telemetrische methodes (bv. met PIT tags) bij GMK kunnen aangewend worden in het kader van studies naar de populatiedynamiek van de soort (bv. Kranenbarg en de Bruin, 2014).

6 Habitatvereisten

Het typische leefgebied van de grote modderkruiper zijn moerassen, kanalen, traag stromende grote rivieren, grachten, sloten en waterlopen in de polders en uiterwaarden van grotere rivieren. Steeds zijn ze te vinden in watersystemen met modderige bodem en een rijke onderwatervegetatie en/of structuurrijke verlandingsvegetaties.

Zelden worden de vissen aangetroffen in zuurdere wateren als hoogvenen. Meldingen van Nederlandse grote modderkruipers in vennen zijn zeer schaars; bekend zijn waarnemingen uit de Overasseltse en Haterse vennen (Strijbosch, 1982) en Rabbinge. Uit de literatuur komt sterk naar voor dat modderkruipers niet of nauwelijks in vennen en hoogvenen voor zouden komen (Demoll, 1962; van der Gaag, 1992). In laagveengebied komt deze vis in plassen, veensloten en verlandingsputten voor. In de deelstaat Beieren blijken dit zelfs zeer geliefde wateren te zijn voor deze vis. Echter, het onderzoek van Van Eijk en Zekhuis (2001) geeft voldoende indicaties dat de grote modderkruiper ook in vennen en hoogvenen kan gedijen. (Van Eijk en Zekhuis, 2001).

Van Liefferinge en Meire (2003) stellen dat de soort een belangrijke pionier is voor de (her)kolonisatie van wateren en bovendien goed bestand is aan omstandigheden waarbij andere vissen verdwijnen. Of de soort een pioniersrol inneemt – in de biologische zin van het woord – kan betwijfeld worden. De soort is zeker zeer tolerant voor extreme omstandigheden. Voorbeelden van dergelijke omstandigheden zijn hoge temperaturen, vorst, tijdelijk droogvallen en lage zuurstofgehalten (Van der Winden et al., 2002). Wellicht kan ook een vrij grote pH-tolerantie aan dit lijstje toegevoegd worden. De grote modderkruiper wordt bijgevolg vaak omschreven als een soort die weinig eisen stelt aan zijn leefmilieu.

van Beek (2003) stelt dat het water niet zuurstofrijk hoeft te zijn, daar de GMK beschikt over verschillende vormen van ademhaling. De soort kan in zuurstofarm water uitstekend overleven. Ook perioden van grote droogte, waarin de watertemperatuur behoorlijk kan oplopen of het water zelfs geheel opdroogt, kunnen door de grote modderkruiper overleefd worden. In de bodem ingegraven wacht hij dan op het aanbreken van gunstigere leefomstandigheden (van Beek, 2003).

Microhabitat preferenties

Meyer en Hinrichs (2000) voerden onderzoek uit naar de microhabitat preferenties van de grote modderkruiper in de regio van de rivier Havel, meer bepaald op een populatie van een draineerkanaal nabij Berlijn. Deze populatie was gekenmerkt door een geschatte populatiegrootte van 0.247 individuen/m² of 0.626 individuen per m oeverlengte. In vergelijking tot andere populaties is dit een dens bestand. Geslachtsverhouding was 97 mannetjes voor 109 vrouwtjes. De totale lengte schommelde tussen 140 en 279 mm voor de vrouwtjes, en tussen 140 en 220 mm voor de mannetjes. Het microhabitat van de modderkruiper was plaatselijk gekenmerkt door een lage watersnelheid (<0.1 m/s), een modderige bodem en dichte vegetatie (Fig. 3). De onderwater vegetatie had een bedekkingsgraad van 80% van het waterlichaam (Meyer en Hinrichs, 2000).

Juvenielen verkozen duidelijk habitats met ondiep water (onder 0.1 m) terwijl oudere exemplaren zones van zeer ondiep water vermeden (Meyer en Hinrichs, 2000).

Grote juvenielen en adulten verkozen stroken met waterpest (*Elodea canadensis*), soms in combinatie met een (geringe) hoeveelheid riet. Hier was hun abundantie groter dan in stroken met uitsluitend riet (Meyer en Hinrichs, 2000). Vegetatiestroken bieden schuilplaatsen en voedselvoorziening voor de vissen, welke zich voeden met bodemdieren, macroinvertebraten en afval (Sterba, 1958; Blohm et al., 1994).

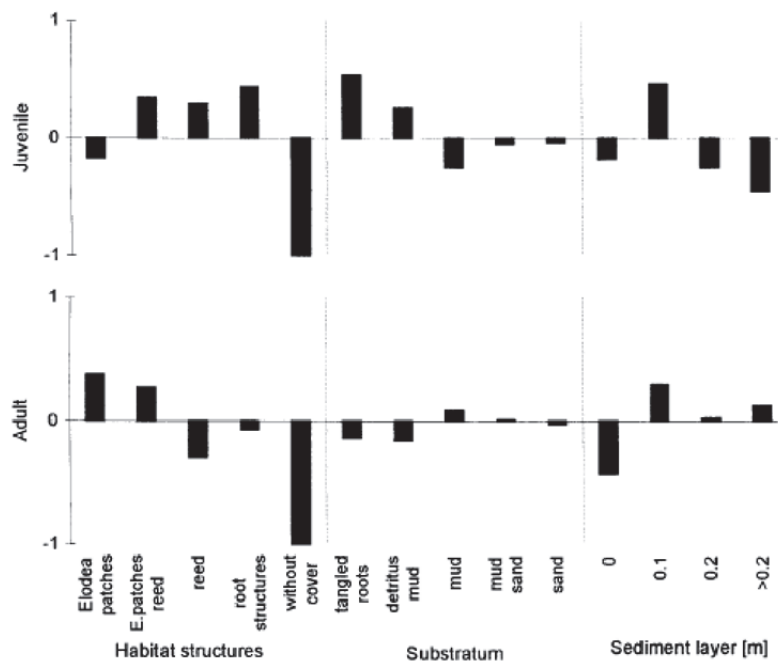
Juvenielen (leeftijdsgroep 0+) hebben een voorkeur voor zeer ondiep water (<0.1m) in de rietzones, waar ze zich verbergen in vegetatie of grof afval.

Käfel (1991) meldt een duidelijke migratie van jonge exemplaren naar periodiek overstroomde gebieden (Lake Pommer (Oostenrijk)) in periodes van stijgend waterpeil. Adulten verlaten de periodiek overstroomde gebieden bij stijgende watertemperaturen en dalend waterpeil.

Deze voorkeur voor 'amfibische' microhabitats vermindert het risico van predatie (Sterba, 1958, Blohm et al., 1994).

Bij dalende waterpeilen in de zomer kan de grote modderkruiper een soort van zomerslaap aangaan, ingegraven in het sediment. Ook in de winter is er een soort van winterrust waarbij de dieren in modderig sediment verblijven gemiddeld op een diepte van 30 cm (Meyer en Hinrichs, 2000).

Modderkruipers hadden duidelijk een voorkeur voor habitats met een sediment met een laagdikte van ten minste 0.1 m, maar vermeden plaatsen waarvan het sediment een hoge verhouding van wortels, grof detritus of zand bevatte, wat voor volwassen modderkruiper de mogelijkheid belemmert om zich in het sediment in te graven (Meyer en Hinrichs, 2000).



Figuur 3. Habitat voorkeuren van juveniele (0C) en oudere grote modderkruiper in het 'Grenzgraben', bepaald door Ivlev's electivity index (D). Mogelijke waarden liggen tussen +1 (totaal voorkeur) en -1 (totaal vermijden) van microhabitat of habitat parameter (van Meyer en Hinrichs, 2000).

Juveniele modderkruipers werden aangetroffen in verschillende microhabitats met dichte vegetatie, echter ze verkozen habitats met rietzones of wortelstructuren nabij de oever. Hun voorkeur microhabitat was gekenmerkt door een dunne laag sediment in associatie met ineen gegroeide wortels of grof detritus (Meyer en Hinrichs, 2000).

Beide leeftijdsklassen (juvenielen en adulten) vermeden open habitats zonder vegetatie (Meyer en Hinrichs, 2000).

Voortplanting

De ecologische karakteristieken van de voortplanting werden samengevat door Van Eijk en Zekhuis (2001) en de Bruin en Kranenbarg (2009). Potentiële paaiplassen zijn ondiepe zones langs oevers, tussen pitruspollen en rietstengels of onder de beschutting van overhangende begroeiing of drijvende watervegetatie. Vooral plekken met ondergedoken en drijfbladplanten als waterpest, kroos, hoornblad, fonteinkruiden en een wirwar aan wortels van els en wilg schijnen de voorkeur te hebben voor het afzetten van de tijdelijk kleverige eitjes.

Modderkruipers paaieren van april tot juni (Grieb, 1937; Kryzanovskij, 1949; Kotlyarevskaja, 1967) afhankelijk van de watertemperatuur (Kryzanovskij (1949) en Kotlyarevskaja (1967) vermelden temperaturen van 13–14 °C). 70.000 tot 150.000 eitjes worden afgezet op waterplanten, tussen wortels van oeverplanten of rechtstreeks op de bodem. Andere bronnen citeren voor het aantal eieren wat per vis wordt afgezet van 16.000 tot maximaal 150.000 stuks (Sterba, 1958). Afhankelijk van de temperatuur komen ze na enkele dagen tot ruim een week uit. De paaitijd van deze vissen, loopt van begin maart tot eind juni, met een duidelijke piek omstreeks eind april. Het

voortplantingswater heeft dan een temperatuur van rond de 13 à 14 graden Celsius bereikt (Philippart en Vranken, 1983; de Nie, 1996). De thermische tolerantie voor de vroege ontogenese ligt tussen 9 en 24 °C (optimaal 15-24 °C). Temperaturen boven 24 °C worden beschouwd als lethaal tijdens de embryonale periode (Drozd et al., 2009).

De larven zijn lichtschuw en schieten bij het geringste licht weg in de modder (Den Hollander, 1922) (Van Eijk, 2002). De larve komt na 8 à 9 dagen uit het ei en behoudt zo'n twee weken lang uitwendige kieuwen. Ook deze larvale aanpassing duidt op een levenswijze waarin zuurstof een sterk beperkende factor is. Bij een lengte van 36 mm lijkt het uiterlijk op die van de volwassen modderkruipers (Grieb, 1937). Käfel (1991) vermeldt dat de juveniele het hele jaar op de paaiplaatsen aanwezig blijven, terwijl de adulten enkele weken na de paai vertrekken om het volgend voorjaar terug te keren.

Zelfs onder redelijk zure omstandigheden (pH 4.0 - 5.0) kan de grote modderkruiper zich nog succesvol voortplanten (Leuven et al., 1987). Bij een pH lager dan 5.5 beginnen bij de meeste vissen schadelijke effecten op te treden. Een pH van 6.2 - 7.8 wordt echter als optimaal beschouwd (Bohl, 1993). Van Eijk en Zekhuis (2001) rapporteren pH-waarden tussen 5.0 en 5.3 op drie voortplantingswateren. Zij beschrijven voortplantingswateren als voedselarme tot matig voedselrijke zwakzure, zuurstofarme wateren met kwelinvloeden en een zeer rijke bedekking van oever- en watervegetatie.

Andere vissoorten

De grote modderkruiper deelt zijn leefgebied met weinig andere vissoorten en wordt verdrongen in "suboptimale" wateren (Bohl, 1993). Karpers bijvoorbeeld, kunnen de voortplanting verstoren door het afgrazen van de onderwatervegetatie en afgezette eieren (Klupp en Popp, 1992) (Van Eijk en Zekhuis, 2001). Nochtans zijn er nogal wat waarnemingen waarbij de soort ook duurzaam lijkt voor te komen in associatie met andere vissoorten.

Beyens en Belpaire (1999) beschrijven de begeleidende vissoorten bij de waarneming van de zeven grote modderkruipers bij het aflaten van 'het Groot Wik' in het natuurreservaat Het Wik (november 1999) (met zowel jonge (± 10 cm) als volwassen exemplaren). Vooral rietvoorn en blankvoorn, naast wat karpers, zonnebaarzen, bruine Amerikaanse dwergmeerval) en zelfs enkele snoeken waren op de vijver aanwezig.

In het Haaksbergerveen worden veel grote modderkruipers waargenomen en leven waarschijnlijk geen andere vissen (Van Eijk en Zekhuis, 2001; Van Eijk en Zekhuis, 2002). In de Zouweboezem zijn hoge dichtheden vastgesteld van de grote modderkruiper in combinatie met relatief lage dichtheden van enkele ander soorten, vooral kleine modderkruiper (Van der Winden et al., 2002). Bohl (1993) geeft, voor de situatie in de Duitse deelstaat Beieren, aan dat de wateren waar grote modderkruiper kon worden vastgesteld hydrologisch sterk geïsoleerd zijn. Op 80 % van de locaties met grote modderkruiper zijn maximaal 3 andere vissoorten aangetroffen. Maximaal kwamen 7 andere soorten voor (Bohl, 1993; van Beek, 2003).

Uit experimenten van Bohl (1993) met uitzetting van grote modderkruiper in verschillende watertypen concludeerde hij dat kleine, snel opwarmende wateren met een hoge bedekking van vegetatie en liefst zonder vis het meest geschikte biotoop is voor GMK.

Onderzoek in Slowakije (Pekarik et al., 2008) geeft aan dat daar de typische begeleidende soortgemeenschap voor de GMK bestaat uit *Rhodeus sericeus*, *Proterorhinus marmoratus* and *Umbra krameri* in het Donauebekken en *Percottus glehnii* in het bekken van de Tisza.

In Kroatië beschrijven Mrakovčić et al. (2008) goede GMK-populaties in de rivieren Gacka en Lika, in de eerste met enkel twee zalmachtigen, in de tweede met een gemengde visfauna.

Grondsoort en bodemtype

Volgens Bohl (1993) heeft de GMK een sterke voorkeur voor slib en modder als sediment waarin ook grotere delen als turf, blad en plantenwortels aanwezig mogen zijn. Sediment met zand, veel wortels of grove detritus worden gemeden (Meyer en Hinrichs, 2000). De modderlaag moet minstens 10 cm dik zijn.

de Bruin en Kranenbarg (2009) beschrijven vanuit de Nederlandse situatie het voorkomen van de grote modderkruiper in relatie tot habitatvariabelen. Wat betreft grondsoort en bodemtype kwam de GMK voor in waters met als grondsoort zavel of klei voor (>50% van de vindplaatsen), zand (25%), en veen (14%). Op basis van de hoogtekaart blijkt dat de grote modderkruiper vooral voor te komen in laag Nederland en het rivierengebied, 75 % van de opnamen bevindt zich tussen de -1 en +10 meter NAP. Bovendien lijkt er een relatie te zijn met het voorkomen van grote modderkruipers in kwelgebieden.

In een studie in Slovaakse besloten Pekarik et al. (2008) dat de substraatvoorkeur van GMK bestaat uit een bodem van detritus, vegetatie en bladafval.

Onderzoek van Kranenbarg en de Bruin (2014) met gezenderde dieren wees uit dat binnen een sloot met diverse bodemstructuur plaatsen met zandbodem met minder modder gemeden werden ten gunste van zones met kleibodem met veel modder.

Vegetatie

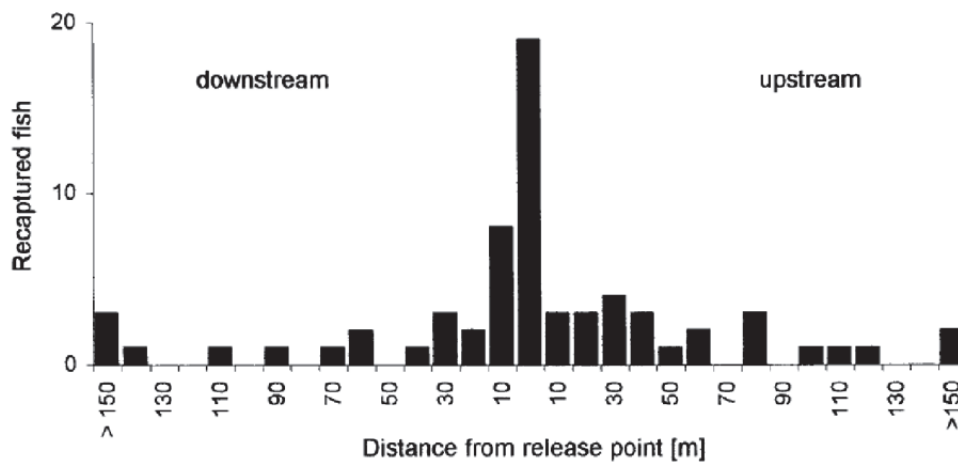
Bohl (1993) vindt op vrijwel alle locaties waar grote modderkruipers werden aangetroffen een hoge bedekking van waterplanten. De dominerende soorten behoorden tot de geslachten *Nuphar* (Gele plomp), *Lemna* (eendenkroos), *Veronica* (ereprijs), *Elodea* (smalle en brede waterpest), *Potamogeton* (fonteinkruiden) en soms *Fontinalis* (Bronmos). In de zomer prefereren de volwassen dieren de dichtbegroeide delen met brede waterpest (*Elodea canadensis*) waarbij ze soms dicht bij het water- oppervlak in de vegetatie hangen (van Beek, 2003).

Het verband tussen het voorkomen van de GMK en vegetatietypes werd geanalyseerd in Nederland door Bruin en Kranenbarg (2009). GMK presentie per km-hokken werd vergeleken met de aanwezige waterplantengemeenschappen. Het waterlelieverbond, het rietverbond en het kikkerbeet verbond (met groot blaasjeskruid en krabbenscheer) bleken de vegetatietypes waar de kans op GMK voorkomen het grootst was. Kikkerbeet verbond en waterscheerling verbond (drijftillen) komen relatief weinig voor in Nederland, maar daar is er een grote trefkans voor GMK.

Onderzoek uitgevoerd in de Alblasserwaard en Vijfheerenlanden vond ook een sterke relatie van GMK voorkomen met het waterscheerling verbond en met het voorkomen van kraggenvormende vegetaties (Spikmans en Van Eekelen, 2006).

Migratie-activiteit

Meyer en Hinrichs (2000) bestudeerden ook de bewegingen van gemerkte en teruggevangen modderkruipers. Van de 166 gevangen en gemerkte modderkruipers werden er 48 teruggevangen (Fig. 4). Meestal (in 70% van de gevallen) werden de vissen teruggevangen binnen een straal van 50 m van hun terugzetplaats (stationaire individuen). In 28 % van de gevallen werden de vissen teruggevangen op de plaats van terugzet. De stationaire vissen hadden een gemiddelde afstand van 15.8m afgelegd tussen plaats van terugzet en terugvangst. 30% van de teruggevangen vissen was iets meer mobiel (gemiddelde afgelegde afstand 124 m). Blijkbaar zijn vrouwtjes iets mobieler dan mannetjes (45 m versus 29 m respectievelijk).



Figuur 4. Afstanden van terugvangsten, ten opzichte van de terugzetplaats van grote modderkruipers (n = 67). (naar Meyer en Hinrichs, 2000).

Stroomsnelheid

Het leefgebied van de GMK wordt getypeerd door stilstaand en langzaam stromend water (Sterba, 1958; Lelek, 1980; Gaumert, 1986) met stroomsnelheden van 0 tot 10 cm/s. Water met een grotere stroomsnelheid is minder geschikt. In snelstromend water wordt de grote modderkruiper zelden aangetroffen (Sterba, 1958; Gaumert, 1981, 1986).

Doorzicht

van Beek (2003) stelt dat de helderheid van het water weinig invloed op het foerageersucces heeft. Daar de grote modderkruiper namelijk met behulp van tast- en smaakzintuigen van de baarddraden naar voedsel zoekt.

Anderzijds is helder water wel een conditie voor de handhaving van een dichte submerse aquatische vegetatie.

Ook de voorkeur van de grote modderkruiper voor eutroof water (Sterba, 1958; Gaumert, 1986) doet vermoeden dat het doorzicht niet groot hoeft te zijn.

Waterkwaliteit

van Beek (2003) compileerde een lijst van milieukwaliteitsvariabelen van waters met grote modderkruiper (Tabel 2), op basis van data van Bohl, 1993; Van der Winden et al., 2002, Leuven et al., 1987, OVB, 1988). Ook voor Vlaanderen werden waterkwaliteitscriteria opgesteld voor vissen, waarbij ook aandacht ging naar de criteria voor de grote modderkruiper (Schneiders et al., 2009) (Tabel 3).

Het bereik van thermische tolerantie voor de fasen van de vroege ontogenese in termen van overleving ligt tussen 9 en 24 °C (optimaal 15-24 °C). GMK is dus een warm-mesotherme soort. Temperaturen boven 24 °C worden beschouwd als lethaal tijdens de embryonale periode (Drozd et al., 2009).

Tabel 2. Milieukwaliteitsvariabelen van waters met grote modderkruiper, gecompileerd door van Beek (2003) op basis van data van Bohl, 1993; Van der Winden et al., 2002, Leuven et al., 1987, OVB, 1988).

Parameter	eenheid	minimum	maximum	optimum	opmerking
Watertemperatuur	°c	0.0	26	?	Voor voortplanting minimaal 13-14
pH	-	4.0	8.4	?	
EGV	$\mu\text{S cm}^{-1}$	320	850	?	
Ca	mg l^{-1}	9.2	90.6	?	
Fe	mg l^{-1}	0.0	0.4	?	
Si	mg l^{-1}	1.5	7.74	?	
Cl ⁻	mg l^{-1}	2.2	34.3	?	Geen brak water, < 300?
O ₂ concentratie	mg l^{-1}	4.6	13.1	?	Jonge stadia hebben het meeste nodig
O ₂ verzadiging	%	10.0	122	?	
BZV ₅	mg l^{-1}	1.44	4.3	?	
NH ₄ -N	mg l^{-1}	0.0	0.1	?	
NO ₃ -N	mg l^{-1}	0.0	2.8	?	
NO ₂ -N	mg l^{-1}	0.0	0.03	?	
Totaal PO ₄ -P	mg l^{-1}	0.07	0.4	?	
Ortho PO ₄ -P	mg l^{-1}	0.02	0.09	?	
Micro's (zoals bestrijdingsmiddelen)		?	?	?	Geen waarden bekend
Doorzicht	cm	?	?	?	Submerse vegetatie moet wel kunnen ontwikkelen
Stroomsnelheid	cm s^{-1}	0	?	0-10?	Vrijwel alleen in (vrijwel) stilstaand water
Waterdiepte	cm	0	?	0-50	Snelle opwarming van ondiep water vergroot broedsucces
Sediment		10 cm slib	Nvt	75 cm? Slib	Vissen moeten in de bodem kunnen schuilen
Bedekking onderwatervegetatie	%	?	100	100?	Wordt vooral aangetroffen waar veel vegetatie aanwezig is

Tabel 3. Vereisten voor de grote modderkruiper op basis van literatuurgegevens naar Schneiders et al. (2009).

parameter		referentie
minimale watertemperatuur	13-14 °C (paai)	Philippart en Vranken, 1983
	0° C	OVB ,1998; Gaumert ,1986, Leuven et al., 1987
maximale watertemperatuur	24 °C	Alabaster en Lloyd, 1982
	26 °C	OVB, 1998, Gaumert, 1986, Leuven et al., 1987
	< 24 °C	Van Liefferinge en Meire, 2003
gemiddelde watertemperatuur	20 °C (larven)	OVB, 1988
	13 °C	OVB, 1998, Gaumert, 1986, Leuven et al., 1987
zuurstofgehalte	in staat om in vrijwel zuurstofloos water in leven te blijven > 2mg/l	Sterba, 1958; Van Beeck, 2003 Van Liefferinge en Meire, 2003
zuurgraad	voorkeur gaat niet uit naar zure milieus	Sterba, 1958, Gaumert 1981
	in het pH-traject van 4.5-7.5 aangetroffen	OVB, 1988
	6.5-9.0 is optimaal	Alabaster en Lloyd, 1982
stroomsnelheid	stilstaand en langzaam stromend water	Sterba, 1958; Lelek, 1980; Gaumert, 1986
	'brasemzone', met stroomsnelheden van 0 tot 10 cm/s in snelstromend water wordt de grote modderkruiper dan ook zelden aangetroffen brasemzone	de Groot, 1991 Sterba, 1958; Gaumert, 1981, 1986 de Groot, 1991
bodemsubstraat	dikke, zachte modderbodems waarin GMK zich goed kan ingraven	Ruting, 1958; Sterba, 1958; Muus, 1968; Lelek, 1980; Cihar en Maly, 1981; Philippart en Vranken, 1983; RIN, 1983; Gaumert, 1986
	dikke, zachte modderbodems	Ruting, 1958
	organische afzettingen	Sterba, 1958; Muus, 1968; Lelek, 1980 ; Philippart en Vranken, 1983 RIN, 1983 ; Gaumert, 1986; Van Liefferinge en Meire, 2003
waterkwaliteit	kan in 'aanzienlijk belast' water voorkomen	Gaumert, 1981
	de (industriële) vervuiling is één van de belangrijkste oorzaken van de achteruitgang van deze soort	Schouten, 1992

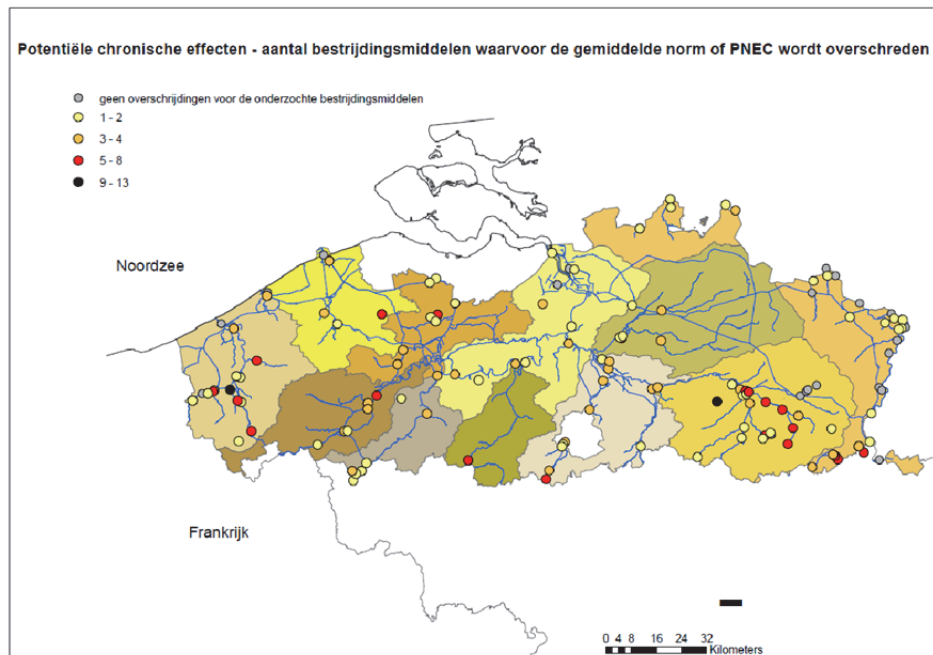
7 Drukken

De voornaamste drukken op de populaties van GMK zijn de regulering van rivieren en het landbouwgebruik van de voormalige uiterwaarden, gecombineerd met het gebruik van pesticiden in de landbouw. Dit leidde tot een significante reductie van de populaties. Daarnaast wordt onoordeelkundig beheer van waterlopen en grachten (slibruiming en kruidruiming) als een belangrijke factor van de populatiedruk vermeld.

De bedreigingen op de soort zijn gedetailleerd besproken op basis van literatuur in Van Liefvering en Meire (2003) en de Bruin en Kranenbarg (2009). We gaan hier enkel in op die aspecten die in voornoemde werken minder aan bod komen. Samengevat hebben de populaties te lijden onder:

- De chemische en industriële verontreiniging van kanalen en traag stromende benedenlopen van rivieren evenals de verhoogde verontreinigingsgraad van sedimenten. Merk op dat er betrekkelijk weinig geweten is van de impact van chemicaliën op GMK. Russisch onderzoek toonde aan dat Chloorpromazine verschillende storingen in de normale ontwikkeling van de embryo's van grote modderkruiper veroorzaakt (Ivashkin en Voronezhskaya, 2011). Chloorpromazine is een fenothiazinederivaat dat bekend staat als klassiek antipsychoticum (onder de merknaam Largactil).
- Endocriene verstoring. In tal van vissoorten is dit fenomeen beschreven (zie voor recente overzichten onder andere de werken van Vethaak et al. (2002), Tyler en Jobling (2008), Wayne en Trudeau (2011), Söfker en Tyler (2012), McNair et al. (2012)). Er zijn ons geen studies bekend over endocriene verstoring bij *Misgurnus fossilis*. Bij de verwante soort, de Chinese modderkruiper (*Misgurnus anguillicaudatus*) werden mannelijke dieren blootgesteld aan 17 β -oestradiol (E2). De studie concludeert dat deze Chinese modderkruiper gevoelig is voor oestrogene stoffen en geschikt is als potentiële indicatorsoort in het veld en in laboratoriumstudies (Xuefei et al., 2006). Gelijkaardige resultaten werden verkregen na blootstelling van dezelfde soort aan bisphenol A (BPA) (Xuefei et al., 2007) en endosulfan (Min et al., 2010). Deze studies op een verwante soort lijken aan te geven dat het geslacht *Misgurnus* gevoelig is voor hormonaal verstorende stoffen, en wellicht is dit in Vlaanderen ook het geval. Door de beperkte verspreiding en moeilijke vangbaarheid van de soort is het echter wellicht niet haalbaar om op deze soort onderzoek naar de toestand en effecten van endocriene verstoorders in veldpopulaties uit te voeren (Belpaire, 2013).
- Verzuring en vermisting van water met directe gevolgen voor de aquatische vegetatie
- Het gebruik van pesticiden in de landbouw

Er is een ganse reeks van effecten van pesticiden op vissen beschreven, waarbij de impact meetbaar is op individueel niveau (genotoxisch, immunologisch, endocriene verstoring) en zich doorzet naar het populatie- en gemeenschapsniveau. Specifieke studies onder gecontroleerde omstandigheden naar effecten van bepaalde pesticiden op grote modderkruiper zijn eerder zeldzaam. De toxische impact van een pesticide kan sterk verschillen van stof tot stof, en toxiciteitsgegevens zijn schaars en beperkt tot slechts enkele stoffen. De aard en intensiteit van pesticidenvervuiling in Vlaanderen is vaak heel hoog, gebaseerd op bioaccumulatiegegevens in paling en in vergelijking met andere internationale studies. Er zijn echter grote plaatselijke verschillen zelfs binnen beeksystemen wat wijst op het diffuse karakter van pesticidenvervuiling. De Vlaamse Milieumaatschappij meet op regelmatige basis de aanwezigheid van een aantal bestrijdingsmiddelen op haar meetplaatsen (www.vmm.be). Gemeten concentraties worden getoetst aan PNEC (Predicted No Effect Concentration) en MAC (Maximum Allowable Concentration) waarden. Onder de PNEC waarde wordt geen enkel nadelig biologisch effect verwacht. De metingen geven aan dat er in het meetnet eerder weinig meetplaatsen zijn waar er geen overschrijding zijn van de PNEC waarden (zie Fig. 5) (Belpaire, 2013). Het is daarom aannemelijk dat pesticidengebruik een ernstige hypotheek legt op de Vlaamse GMK-populaties.



Figuur 5. Potentiële chronische effecten – aantal bestrijdingsmiddelen waarvoor de gemiddelde norm of PNEC overschreden wordt (overgenomen uit VMM, 2010).

- Herinrichting en versnippering van het buitengebied
- Onoordeelkundig uitgevoerde natuurinrichtingsprojecten (waarbij geen rekening werd/wordt gehouden met specifieke behoeften van de grote modderkruiper)
- Migratiebelemmeringen en pompgemalen in polderwaterlopen
- Drainage, drooglegging of demping van moerassen
- Demping van oude weilandslootjes, poelen, of oude meanders.
- Herprofileringen en rechttrekkingen van waterlopen. Verlies aan rustige riviertrajecten met traag stromend water en rijke vegetatie. Verlies aan laterale connectiviteit van de hoofdstroom met de overstromingsvlakten.
- Verdwijnen/verlanden van visteeltvijvers
- Onaangepaste slib- en kruidruiming met directe sterfte van GMK's of verlies aan geschikt habitat als gevolg van kruid- of slibuiming.
- Ziekten, parasieten, virussen

Er is zeer weinig bekend over de ziekten en parasieten van de grote modderkruiper. Echter in 2008 wordt een checklist van parasieten gepubliceerd door Popiotek en Kotusz (2008). De parasitaire wormen van GMK over zijn natuurlijke verspreidingsgebied worden bestudeerd en gastheerspecificiteit en geografische spreiding worden besproken. De lijst van parasieten van de grote modderkruiper omvat 37 wormachtige soorten, waarvan een groot aandeel (15) digenetische Trematoda, en 10 Monogenea. Het is echter onduidelijk in hoeverre deze parasieten een bedreiging voor hun gastheer kunnen vormen. Wel stellen de auteurs dat het specifieke habitat van de GMK ook een optimale omgeving is voor de meeste parasieten, waardoor de vissoort bijzonder bedreigd lijkt door permanente ichtyoparasitosen. Het

onderzoek suggereert bovendien dat sommige parasieten mee genieten van de toenemende antropogene druk op GMK.

- De genetische isolatie van populaties.

De mate waarin populaties genetisch geïsoleerd zijn kan onderzocht worden, o.a. met behulp van met microsatelliet analyse en sequentie bepaling. Mendel et al. (2008) onderzocht specimina van verschillende bekkens van de Tsjechische Republiek en Slowakije (N=49). Alle onderzochte populaties bleken van elkaar te onderscheiden. Anderzijds wezen de resultaten ook grote gelijkenis in haplotype tussen de populaties, wat zou wijzen op verspreiding van de soort vanuit één bronpopulatie.

Ploidie analyses van 116 grote modderkruipers afkomstig uit het Czech Republic (Drozd et al., 2010) onthulde de sympatrische aanwezigheid van triploïde, tussentijdse aneuploïde en tetraploïde exemplaren in een 1: 1: 4 verhouding. De betekenis voor reproductie(succes), overleving en verspreiding van de verschillende ploidie vormen in de populatie blijft onbekend. Wellicht is dit een aspect waar rekening mee gehouden dient te worden bij het overwegen van kunstmatige reproductie voor herintroductietoepassingen.

Het is bovendien niet uitgesloten dat er hybriden bestaan met Aziatische soorten. van Bochove en Herder (2015) melden recentelijk de aanwezigheid van een hybride van kleine modderkruiper in Nederland, ontstaan door hybridisatie tussen de kleine modderkruiper (*Cobitis taenia*) en twee verwante soorten, *C. elongatoides* en *C. tanaitica*. Er zou een exemplaar van *Misgurnus anguillicaudatus* waargenomen zijn op het Donkmeer (2008?) (pers. mededeling Chris Van Liefferinge en Tim Audenaert).

8 Mogelijke beheermaatregelen

de Bruin et al. (2014) beschrijven vier mogelijke algemene beheersstrategieën voor het duurzaam instandhouden van de soort, afhankelijk van de toestand van de populatie en hun leefgebied. Criteria hierbij zijn de omvang van de populatie, de spreiding van de populatie, de drukken op de populatie(s), de mate van verbondenheid met naburige populaties (versnippering en barrières tussen populaties), metapopulatiestructuur,

Deze vier strategieën zijn veiligstellen, versterken, verbinden en verbreiden.

- *Veiligstellen*
In de actuele situatie zijn er (potentiële) bedreigingen aanwezig die een druk leggen op de populatie. Deze bedreigingen worden weggenomen.
Doel: optimalisatie van het huidige leefgebied.
- *Versterken*
In de actuele situatie worden mogelijkheden in de directe omgeving aangegrepen om het leefgebied uit te breiden.
Doel: creëren van een grote populatie waaruit dispersie plaatsvindt.
- *Verbinden*
Geïsoleerd gelegen leefgebieden worden door de aanleg van een ecologische infrastructuur met elkaar verbonden.
Doel: genetische uitwisseling en kolonisatie van onbezette leefgebieden.
- *Verbreiden*
Nieuwe leefgebieden worden door middel van ecologische infrastructuur aangetakt aan bestaande complexen van leefgebieden.
Doel: creëren van nieuwe kerngebieden.

Deze beheersstrategieën zijn uiteraard enkel relevant voor regio's waar GMK populaties voorkomen. In Vlaanderen is er over de omvang van de huidige populaties zeer weinig bekend. Wellicht kunnen deze strategieën enkel toegepast worden op de meest bekende populaties van Het Goorke/de Wamp, Het Wik en de Demer.

Bij het uitvoeren van deze strategieën zijn onder andere volgende beheerinstrumenten of -maatregelen nuttig:

- Het verbeteren van de waterkwaliteit en de zuurstofhuishouding, het vermijden van alle vormen van (diffuse) verontreiniging en waterzuivering

Van Liefveringhe en Meire (2003) stellen dat waterkwaliteit en zuurstofhuishouding vermoedelijk een redelijk beperkte rol hebben gespeeld in de achteruitgang van deze (zuurstoftolerante) soort. Het verlies van het typische habitat is waarschijnlijk veel bepalender geweest. Toch is het duidelijk dat het wegwerken van vervuilingbronnen of het zuiveren van afvalwateren in het agrarisch buitengebied in Vlaanderen, een hoge prioriteit moet blijven hebben. Nog altijd hebben veel van die watersystemen een te hoge organische, fosfaat- of nitraatbelasting, met verpauperde of volledig ontbrekende visgemeenschappen tot gevolg.

- De aanleg van bufferstroken langs waterlopen

Bufferstroken zijn begroeide stroken langs waterwegen in agrarisch gebied, waar een ander beheer wordt gevoerd dan in de aangrenzende landbouwpercelen. Dergelijke stroken beperken de drift van gewasbeschermingsmiddelen, de af- of uitspoeling van nutriënten en de sedimenttoevoer naar de waterloop. Andere meerwaarden zijn het stabiliseren van oevers, het verbeteren van waterberging, het vormen van landschappelijke meerwaarde en een corridor of habitat voor fauna en flora (met een mogelijke impuls voor functionele agrobiodiversiteit) (Debien et al., 2012; Amery en Vandecasteele, 2015). Het toepassen van codes van goede landbouwpraktijk en de bedrijfsvoering afstemmen op een goede water- en milieukwaliteit, zijn elementen die opgenomen kunnen worden in eventuele beheerovereenkomsten met landbouwers.

- Fysische scheiding tussen het vee en de waterloop

Vraat aan waterplanten en vertrappeling van de oeverzone kunnen lokaal het habitat van de GMK verstoren. Het plaatsen van een fysische scheiding tussen de waterloop en weiland kan opgenomen worden in codes van goede landbouwpraktijk en beheerovereenkomsten.

- Herstel van moerasen of de aanleg van brede moeraszones, of andere vormen van natuurtechnische oeverstructuur

Door aanleg van brede moeraszones kunnen de populaties van grote modderkruiper verder versterken. Een brede, geleidelijke overgang tussen de land- en waterzone resulteert in een hogere diversiteit aan oever en waterplanten, zowel emergente als drijvende. Dit versterkt de potenties van het leefgebied van de grote modderkruiper. Een geleidelijke gradiënt van ondiep naar diep water is belangrijk, juvenielen verkiezen duidelijk habitats met ondiep water (< 0,1 m) terwijl oudere exemplaren zones met ondiep water vermijden (Meyer en Hinrichs, 2000). Van Eekelen en Van den Berg (2006) vonden een significante relatie tussen het voorkomen van grote modderkruipers en structuurrijke verlandingsvegetaties. Stilstaande achterwateren die volledig toegegroeid zijn met submerse vegetaties zijn belangrijk voor het vormen van stabiele populaties (Lelek, 1987).

- Watergangen als verbinding van actuele of potentiële leefgebieden

Aanleg, inrichting en/of beheer van oude of nieuwe waterdoorgangen (bv. grachten) kunnen bijdragen tot verbinding en uitwisseling tussen bestaande populaties. Aangelegde afwateringsgrachten worden beschouwd als belangrijke potentiële habitats voor de soort (Sterba, 1957, Käfel, 1991). Geldhauser (1992) omschrijft deze afwateringsgrachten zelfs als hoofdbiotop voor de soort.

- Oplossen van migratiebarrières

Algemeen wordt aangenomen dat de soort sedentair is en slechts een vrij beperkte migratie vertoont (Bohl, 1993). Ook Meyer en Hinrichs (2000) bestudeerden de bewegingen van gemerkte en teruggevangen modderkruipers (Zie hoger onder hfst. 6 Habitatvereisten). Migratie is vooral verbonden met voortplantingsactiviteiten, waarbij de soort ondiepe zones langs oevers, tussen pitruspollen en rietstengels of onder de beschutting van overhangende begroeiing of drijvende watervegetatie opzoekt (de Bruin en Kranenbarg, 2009). Käfel (1991) vermeldt dat de juvenielen het hele jaar op de paaiplaatsen aanwezig blijven, terwijl de adulten enkele weken na de paai vertrekken om het volgend voorjaar terug te keren (de Bruin en Kranenbarg, 2009). Uit een studie van Kranenbarg en de Bruin (2014) met ge-PIT-tagde modderkruipers bleek dat de waargenomen migratieafstanden van gezenderde dieren aanzienlijk konden verschillen. In één sloot bedroeg de gemiddelde maandelijkse migratie nooit veel meer dan 100 m. Eén dier verplaatste zich over 381 m. In een andere sloot migreerden de dieren tussen maart en juli vele honderden meters tot ruim 1,5 km per maand. Gemiddeld varieerde de migratie in deze maanden van circa 300 tot circa 800 m. Deze migraties kunnen dus wel gehinderd worden door kleinschalige migratiebarrières (bv. terugslagkleppen of stuwtjes in poldergebieden). Ook de verspreiding van de soort en de kolonisatie van nieuwe gebieden wordt wellicht gehypothekeerd door allerhande migratiebarrières.

- Mitigeren van de impact van pompgemalen, turbines en watervangen

Bepaalde mechanische barrières vormen niet alleen obstructies voor de migrerende vissen, zij veroorzaken ook rechtstreeks schade aan de vis. Voornaamste voorbeelden hiervan zijn pompgemalen en waterkrachtcentrales waarvan de turbines een hoge mortaliteit veroorzaken, maar ook watervangen (van bijvoorbeeld energiecentrales, waterzuiveringseenheden of koelwaterbehoevende industrieën). Bij dergelijke watervangen komen de ingezogen vissen op roosters of filters terecht en sterven. Wellicht heeft de grote modderkruiper, gezien zijn leefgebied, het meest te lijden van pompgemalen in de laag gelegen poldergebieden (in West- en Oost-Vlaanderen, Germonpré et al., 1994). Recent onderzoek in Vlaanderen heeft significante schade veroorzaakt door pompgemalen kunnen aantonen bij zoetwatervis zoals paling (Buysse et al., 2014; Buysse et al., 2015). Gezien de zeldzaamheid van GMK, is de eventuele schade door pompgemalen aan deze soort niet bekend. Het is mogelijk om ter hoogte van die mechanische obstructies infrastructuur- of beheersmaatregelen te treffen ten einde de schade te mitigeren (Buysse et al., 2015). De aard van die maatregelen is echter sterk afhankelijk van lokale omstandigheden.

- Verbinding tussen lenthische en lotische waterecosystemen

In het algemeen strekt het tot aanbeveling om stromende rivier- of beektrajecten te verbinden met stilstaande poelen, vijvers, moerassen of andere afgesloten waters in de nabijheid. In principe is dit bevorderlijk voor de verbreiding van de soort en/of uitwisseling van populaties (genetische uitwisseling). Genetische uitwisseling tussen populaties vergroot de kans op het behoud van de populaties (Beyens en Belpaire, 1999). Deze maatregelen kunnen echter ook negatieve effecten hebben op bestaande GMK-populaties. Dat is het geval wanneer via de verbinding, water met een slechtere kwaliteit in het voorheen afgesloten leefgebied terechtkomt. Ook kunnen andere vissoorten, waaronder predatoren en/of voedselconcurrenten, zo het habitat van de GMK bereiken. De connectiviteit kan zowel in ruimte (fysisch beperkt) als in de tijd (bv. alleen bij hoogwaterpeilen) beperkt zijn. In de overstromingsvlakten van de Donau delta wordt de grote modderkruiper aangetroffen in geïsoleerde wateren met een geringe connectiviteit met de rivier (Schiemer et al., 2000, in de Bruin en Kranenbarg, 2009)).

Van Liefveringe en Meire (2003) stellen dat het terug in open verbinding stellen van oude meanders en vijvermoeras-systemen maatregelen kunnen zijn om opnieuw geschikte biotopen te creëren. In Vlaanderen biedt bijvoorbeeld de Demer met haar talrijke afgesneden meanders potenties voor herstel van leefgebied voor de grote modderkruiper.

- Vermijden van visbepotingen.

Wij citeren hier een samenvatting uit het werk van de Bruin en Kranenbarg (2009) waar de impact van andere vissoorten op de GMK behandeld wordt. De grote modderkruiper lijkt weinig concurrentiekrachtig ten opzichte van andere vissoorten (Bohl, 1993). Op 80 % van de wateren met grote modderkruipers werden maximaal drie andere vissoorten aangetroffen (Bohl, 1993). In de Neusiedler See (Oostenrijk) wordt voor het lokaal uitsterven van de grote modderkruiper de introductie van exoten, zoals de zonnebaars, en de jaarlijkse uitzet van vier miljoen glasalen als een van de oorzaken genoemd (Mikschi et al., 1996). Experimenten in vijvers (Bohl, 1993) wijzen op de hoge kwetsbaarheid van eieren, larven en broed van de grote modderkruiper. Karper en zeelt kunnen de grote modderkruiper in deze levensfasen sterk prederen, waardoor een hoge mortaliteit ontstaat. Ook brasem, libellenlarven en roofwantsen (ruggewimmer, staafwants en waterschorpioen) worden genoemd als predatoren van jonge grote modderkruipers. Het is daarom van groot belang om geen visuitzettingen uit te voeren op plaatsen waar populaties van GMK vermoed worden.

- Aangepast peilbeheer. Vernatting en gebruik van gebieden als overstromingszones.

In het algemeen zal een aangepast peilbeheer gericht op een maximale vernatting van de poldergebieden, gunstig zijn voor de soort. Daarbij worden nieuwe habitats en voortplantingszones gecreëerd. De soort kan zich zo verbreiden en er is meer uitwisseling tussen de populaties mogelijk. Dit is wel afhankelijk van de lokale situatie, en de voor- en nadelen van deze beheersmaatregel moeten op voorhand onderzocht worden.

Volgens Käfel (1991) is er bij stijgende waterpeilen migratie van juvenielen naar periodiek overstromde gebieden. Adulten trekken zich terug uit deze overstromde gebieden bij stijgende watertemperaturen en dalend waterpeil. In de zomer bij dalende waterpeilen kan de grote modderkruiper een zomerslaap houden, ingegraven in het sediment. Ook in de winter is er een soort van winterrust waarbij de dieren in modderig sediment verblijven op een diepte van gemiddeld 30 cm (Meyer en Hinrichs, 2000). Dit illustreert het groot belang van periodieke overstromingen voor het behoud van de soort.

Ook Kranenbarg en de Bruin (2014) besluiten, na het volgen van gezenderde dieren in twee sloten in Nederland, dat het waterpeilverloop een belangrijke factor is. In de sloot met grote peilveranderingen en droogval, migreren volwassen dieren in het voorjaar vanuit een diepe kom met een dikke modderbodem naar ondiepe vegetatierijke plaatsen. Wanneer het waterpeil daalt en de sloot grotendeels droogvalt, keren ze weer terug naar de diepe kom. Tijdens de droogteperiode verdwijnt een groot deel van de dieren (44%). Predatie door vogels en zoogdieren speelt hierbij waarschijnlijk een grote rol. In de sloot met geringe peilveranderingen en geen droogval, migreren grote modderkruipers gedurende het jaar relatief weinig en verdwijnen relatief weinig dieren (10%). Voor een uitgebreide discussie over peilbeheer, en de negatieve impact van het gebrek aan overstromingen op de GMK, verwijzen we naar Kranenbarg en de Bruin (2014).

- Slib- en kruidruiming enkel toepassen op een oordeelkundige manier.

De grote modderkruiper is afhankelijk van de aanwezigheid van een modderige bodem en van dense submerse vegetaties. Dit is essentieel voor het vormen van stabiele populaties (Lelek, 1987). Slib- en kruidruiming zijn dus te vermijden.

Een ecologisch verantwoord ruimingschema kan een betere bescherming garanderen van de aanwezige levensgemeenschappen (Bervoets et al., 1989, Meyer en Hinrichs, 2000). Van Liefvering en Meire (2003) adviseren om geen kruidruiming uit te voeren voor eind september omwille van hun vrij late paaiperiode, hun (massale) aanwezigheid in dense vegetatie (en riet) en vanwege de 'droogteslaap' in de zomer. Aangeraden wordt om de grachten en sloten waar de soort voorkomt slechts in kleine gedeelten te schonen. Het moet dan gaan om een kruidruiming waarbij de submerse vegetatie boven het sediment afgesneden wordt. Bij slibuiming verdwijnt (tijdelijk) het leefgebied van de grote modderkruiper. Ruiming kan enkel uitgevoerd worden indien ze echt noodzakelijk zijn. Daarbij worden best minimaal en enkel over korte afstanden geruimd, liefst in een mozaïekpatroon. Op die manier zijn er nog steeds refugia aanwezig waar de dieren zich ('s winters) in de modder kunnen ingraven (Meyer en Hinrichs, 2000). Bij kruid- en slibuimingswerken in gebieden waarvan vermoed wordt dat GMK er voorkomt, dient er bij de werkzaamheden controle te gebeuren. De habitats van de bekende populaties in Het Goorcken/de Wamp en de Demermeander Prinsenhof worden best niet geruimd. Indien dit toch nodig zou zijn, kan eventuele manuele ruiming overwogen worden, in voorkomend geval is steeds een voorstudie noodzakelijk.

- Kweek en (her)introductions

Verscheidende auteurs geven kweektechnische informatie over de teelt van grote modderkruiper. Makarova et al. (2012) geven een korte beschrijving van de kunstmatige reproductie. Mature eieren werden verkregen 40–42 uur na injectie van 100 ME chorionic gonadotropine in vrouwelijke dieren (oorsprong Rusland). Hliwa et al. (2011) beschrijven vergelijkend onderzoek naar de meest geschikte methodiek van kunstmatige reproductie. Ovopel (een mGnRH – 'mammalian gonadotropin-releasing hormone') bleek het meest efficiënte GnRH analoog te zijn voor de maturatie van de kweekdieren. Het biedt o.a. de beste synchronisatie van de ovulatie, het hoogste percentage van spermiation, het grootste relatieve gewicht aan verkregen eitjes en de hoogste overleving aan larven. Dit onderzoek kaderde in een studie naar de mogelijkheden voor herintroductie van GMK in Poolse wateren. Drozd et al. (2009) beschrijven in hun experimenten naar de optimale temperatuur voor ontwikkeling van eitjes en larven, het gebruik van karperhypofyse bij de kunstmatige voortplanting. Spermiation en ovulatie werden gestimuleerd met karperhypofyse (gonadotropin), intramusculair geïnjecteerd bij een dosis van 5 mg.kg⁻¹ lichaamsgewicht bij mannelijke dieren en in twee doses van 0,5 en 4,5 mg.kg⁻¹ lichaamsgewicht voor vrouwtjes. Een significant aantal studies beschrijft onderzoeken naar de vroege ontwikkeling van GMK eieren en embryo's (bv. Isuev, 2009). De larvale teelt verloopt vrij vlot, in tegenstelling tot de meeste vissoorten kunnen de larven van de grote modderkruiper van het begin af aan gevoederd worden met inerte diëten gemengd met gedecapsuleerde artemia zodat er geen kweek van levend voer dient opgezet te worden (Roelants et al., 1995).

Een preliminaire studie naar de kweek van GMK in Vlaanderen ten behoeve van herintroductions toont aan dat de reproductie en opkweek van deze soort onder gecontroleerde omstandigheden mogelijk is, en dat het praktisch haalbaar wordt om deze kweek op ruimere schaal (kwekerij-niveau) toe te passen (Roelants et al., 1995). Het is evident dat deze teelt een elementair basisonderdeel uitmaakt van een herintroductieprogramma. De herintroductie van een soort is aan welomlijnde voorwaarden onderworpen en kan enkel na een gedegen voorstudie en mits het volgen van een concreet stappenplan (zie verder).

Lelek (1987) vermeldt de mogelijkheid voor herintroductions in gebieden waar vroeger de soort nog voorkwam, indien indirecte maatregelen niet voldoende zijn om de soort terug te krijgen. In ieder geval moet nagegaan worden of het leefgebied nog of terug geschikt is en de oorzaken die aanleiding gaven tot het uitsterven van de soort opgeheven zijn (Roelants et al., 1995). Daarnaast moet rekening gehouden worden met genetische constellatie van de populatie. Ook Keith en Allardi (2001) zijn van mening dat herintroductions in beschermde moerassen een gefundeerde maatregel is (Van Liefvering en Meire, 2003).

De haalbaarheid van de kweek van grote modderkruiper ten behoeve van (her)introductions is het onderwerp van een later luik van deze studie (zie inleiding).

- Belang van viskweekvijvers voor de soort

In gereguleerde waterlopen wordt de grote modderkruiper vaak aangetroffen in de nabijheid van visvijvers (Zalewski en Penczak, 1981). Ook in Slovakije wordt het belang van visvijvers voor de soort aangehaald (Kosco et al., 2008). Dit is ook in Vlaanderen het geval. Beyens en Belpaire (1999) geven een overzicht van het belang van extensieve visteeltvijvers voor het behoud van de soort. Heel wat observaties in het Limburgs vijvergebied, maar ook in de Antwerpse Noorderkempens, zijn afkomstig van viskwekers. Blijkbaar heeft de grote modderkruiper zich, ondanks of dankzij de extensieve uitbating van visteeltvijvers over verschillende generaties viskwekers, in die gebieden weten te handhaven. De specifieke bedrijfsvoering, waarbij de kweekvijvers om de drie jaar worden leeggelaten en afgevisd, biedt klaarblijkelijk kansen aan deze soort. Het in stand houden en beheren van die visteeltvijvers op een GMK-vriendelijke manier (code van goed visteeltpraktijk) en beheerovereenkomsten met de sector zijn wellicht maatregelen die substantieel kunnen bijdragen tot het duurzaam behoud van de soort in Vlaanderen.

9 Ontwikkeling van een methode voor de evaluatie van potentiële (her)introductiegebieden.

Beslissingsboom

Voordat overwogen wordt om de grote modderkruiper te (her)introduceren, is een voorstudie over de opportuniteit van de maatregel aangewezen. In Fig. 6 wordt de beslissingsboom voor de keuze van potentiële herintroductiegebieden voor grote modderkruiper schematisch voorgesteld.

Het uitgangspunt is dat de gebieden waar herintroductie overwogen wordt, plaatsen zijn waar de soort historisch voorkwam, en ondertussen verdwenen is. Locaties waar de soort recent werd waargenomen of waar de recente aanwezigheid via e-DNA onderzoek werd bevestigd, komen in eerste instantie niet in aanmerking voor herintroductie. Dit om genetische vervuiling of verspreiding van ziektes tegen te gaan, hetgeen de bestaande populatie zou kunnen bedreigen. De kwaliteit en het duurzaam karakter van deze populaties dient echter onderzocht te worden. Dit houdt ook een genetische screening van de populaties in, daar populaties dermate geïsoleerd en genetisch verarmd kunnen zijn dat hun duurzaam voortbestaan weinig waarschijnlijk wordt. In dit laatste geval kan introductie van andere exemplaren wel overwogen worden. Criteria gebruikt bij de definiëring van de goede lokale stand van instandhouding kunnen aangewend worden om de goede en slechte toestand van GMK-populaties te kwalificeren (Van Thuyne et al., in press; Steinmann et al., 2006). Bij populaties in goede toestand is het beheer hoofdzakelijk gericht op het behoud of de bescherming van de huidige toestand (versterken, verbreiden, verbinden behoren tot de beheerstrategieën). Bij populaties in slechte toestand kunnen gerichte beheersmaatregelen overwogen worden om de populatie te herstellen (veiligstellen door de drukken op de populatie te verminderen).

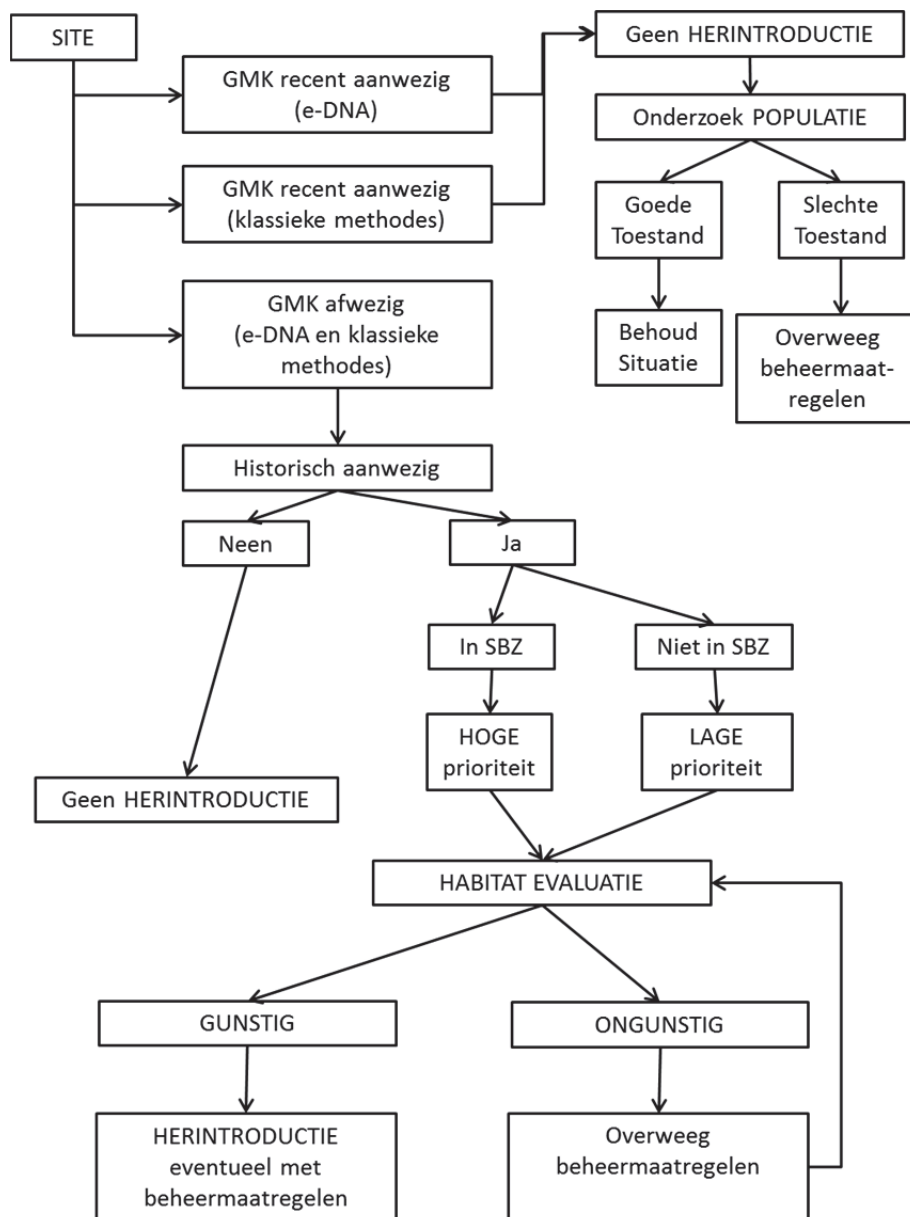
In sites waar de soort historisch aanwezig was, kan de prioriteit voor herintroductie afhankelijk gemaakt worden in functie van hun ligging in een SBZ-gebied. Omwille van de Natura 2000 doelstellingen kan er geopteerd worden om locaties in SBZ prioritair te behandelen.

Locaties die in aanmerking komen voor herintroductie moeten eerst aan een habitatevaluatie onderworpen worden. Bij een gunstige evaluatie kan herintroductie overwogen worden.

In het geval de habitatevaluatie resulteert in een ongunstig resultaat, kan - in functie van de haalbaarheid - overwogen worden om via gerichte beheersmaatregelen het habitat geschikter te maken. Na het nemen van de beheersmaatregelen moet opnieuw een habitatevaluatie uitgevoerd worden vooraleer herintroducties te overwegen.

In specifieke gevallen, bijvoorbeeld bij nieuw gecreëerde gebieden waarvan het habitat gunstig is voor de soort, kan van het beslissingsschema afgeweken worden.

Bij het herintroductieproces moet naast de habitatkwaliteit ook aandacht besteed worden aan zoöhygiënische (kwaliteit van het uitgezet materiaal m.b.t. ziekten en virussen) en genetische aspecten (herkomst kweekdieren). Deze thema's vormen een onderdeel van onderzoeksluik 3.



Figuur 6. Beslissingschema voor de keuze van potentiële herintroductiegebieden voor grote modderkruiper in Vlaanderen.

Habitat-evaluatie

Gelet op de ecologische behoeften van de soort en de kennis van de drukken (zie vorige hoofdstukken) dient naast algemene informatie over de situering en het gevoerde beheer op of nabij de meetplaats, de habitat-evaluatie volgende elementen te beschouwen:

Beschrijving van het gebied

- Status van het gebied (onder meer in de internationale richtlijnen Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn).
- Status van het gebied met betrekking tot het historisch en actueel voorkomen van de GMK.
- Mate van isolatie, connectiviteit, overstromingsintensiteit.
- Historiek van bepotingen met vis.
- Gevoerd beheer met betrekking tot slib- en kruidruiming.
- Toestand toxische stoffen (pesticiden in water, waterbodembodem, en biota)

Habitat-evaluatie op terrein

- Stroomsnelheid
- Aanwezigheid en dikte van de modderlaag op de bodem
- Bodemsubstraat
- Vegetatie – aanwezigheid van stroken met vrij dense begroeiing van ondergedoken of drijvende waterplanten
- Vegetatie – plantengemeenschappen
- Aanwezigheid van een moeraszone
- Aanwezigheid van een rietzone
- Diepte, en variatie in diepte
- Doorzicht
- Waterkwaliteit
- Aanwezigheid van microhabitat voor paai en opgroei van juvenielen
- Temperatuur
- Andere soorten
- Peilbeheer, overstroming, droogvallen, overstromingsintensiteit
- Relatie tot waterloop -> verspreiding, mate van isolatie, connectiviteit,.

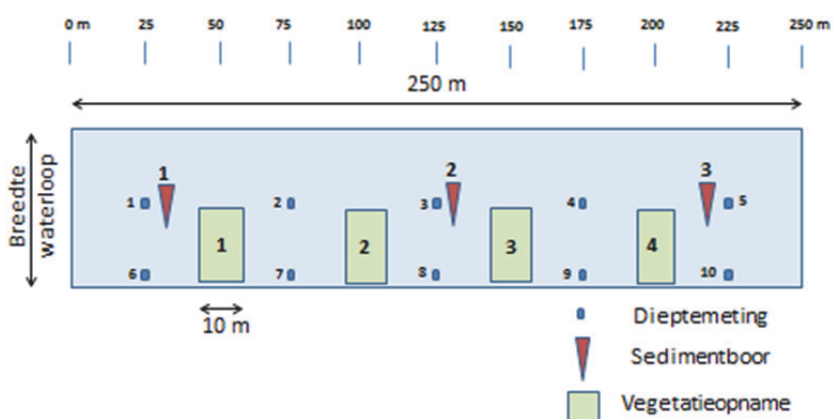
Praktische aspecten van de habitat-evaluatie.

De habitat-evaluatie gebeurt op een traject dat voldoende groot is om een representatief beeld van de waterloop of vijver te geven. Elke onderzoekslocatie bestaat uit een traject van 250 m (Fig. 6). In vijvers of grachten kan hiervan afgeweken worden afhankelijk van de lokale omstandigheden. Om een idee te krijgen van de variatie van belangrijke variabelen worden meerdere metingen uitgevoerd over de lengte en breedte van het traject. Het aantal metingen is omwille van praktische redenen beperkt. Het is aangewezen de evaluatie te baseren op gegevens verzameld gedurende meerdere terreinbezoeken verspreid over het jaar. Zo kunnen wijzigingen van waterkwaliteit, peilen, vegetatie, ... beter in beeld gebracht worden.

Vóór het terreinbezoek dient algemene informatie verzameld te worden (beschermingsstatus van het gebied, historisch en actueel voorkomen van de GMK, mate van isolatie, connectiviteit, overstromingsintensiteit, gevoerd visstandsbeheer (bepotingen met vis), waterkwaliteitsbeheer, waterkwantiteitsbeheer (slib- en kruidruiming).

Praktisch gezien bestaat een habitat-evaluatie op terrein uit volgende stappen.

- Noteren van tijds- en plaatskenmerken van de habitatevaluatie: naam van de waterloop, gemeente, georeferenties, datum, uur, weersomstandigheden, leden van de meetploeg, duur van de meetactiviteiten, aspecten van bereikbaarheid, ...
- Opmeten en kartering van het traject, 250 m lang, met aanduiding van de meetplaatsen (zie Fig.7). Meten van de breedte van de waterloop ter hoogte van de meetplaatsen. Schets van de meetplaats met belangrijkste karakteristieken. Algemeen verloop van de waterloop (meandering). Aangeven van migratiebarrières op het traject of in de nabijheid ervan. Ook andere structuren (bv. nabijgelegen poelen). Foto's nemen en indexeren.
- Beschrijven van het antropogeen landgebruik (industrie, landbouw, etc.) in de nabijheid
- Bomen, bos op de oever.
- Beschrijven van de oeverstructuur (overall kunstmatig (verstevigd) / gedeeltelijk verstevigd / natuurlijk).
- Profiel van de oever en van de waterloop. Eventueel op meerdere plaatsen bij hoge variatie.
- Facultatief: Staalname e-DNA (moet gebeuren vooraleer door meetactiviteiten verstoring in het water optreedt).
- Staalname waterkwaliteit; meting waterkwaliteitsvariabelen, waaronder minimaal watertemperatuur, pH, zoutconcentratie, conductiviteit, doorzicht en zuurstofconcentraties. Eventueel kunnen nog andere variabelen gemeten worden.
- Stroomsnelheid meten.
- Dieptemetingen op vijf plaatsen in het midden van de waterloop, en op vijf plaatsen aan de oever (op ca. 30 cm van de oever)
- Boringen met een sedimentboor op drie plaatsen. Diepte (lengte) van het boorstaal. Onderscheid dikte van de verschillende sedimentlagen. Typen van de textuur van de verschillende lagen (modder / slib / zand / klei / grint / andere).
- Watervegetatie bepalen in vier zones van telkens 10 m over een oppervlakte reikend van de oever tot het midden van de waterloop. De vegetatieopname wordt door drie waarnemers onafhankelijk uitgevoerd. Bij geroutineerde opnemers kan dit beperkt worden tot 1 waarnemer. Per zone wordt de algemene bedekkingsgraad genoteerd, en de 3 meest voorkomende planten worden geïdentificeerd en hun bedekkingsgraad wordt geëvalueerd. Eventuele aanwezigheid van riet op de oever noteren.



Figuur 7. Schematische weergave van het traject bestudeerd tijdens de habitatevaluatie van grote modderkruiper met aanduiding van de lengte van de waterloop en locatie van meetpunten voor diepte-, sediment- en vegetatieopnames (Belpaire et al., 2016).

Bijlage 1 geeft een overzicht van een veldfiche die kan gebruikt worden voor de habitatevaluatie.

10 Identificatie van kennisleemtes met betrekking tot habitatbinding

de Bruin en Kranenbarg (2009) identificeerden drie belangrijke kennisleemtes voor Nederland:

- Onvoldoende inzicht in de lokale verspreiding en omvang van grote modderkruiperpopulaties en hiermee ook in het belang van deze gebieden voor deze soort.
- Onvoldoende inzicht in de ecologie en vooral in de dispersiemechanismen van de grote modderkruiper.
- Onvoldoende inzicht in de invloed van sturende factoren op het voorkomen van de grote modderkruiper en in de herstelmaatregelen die genomen kunnen worden voor het instandhouden en herstellen van deze soort.

Deze kennisleemtes zijn ook relevant voor Vlaanderen. In Vlaanderen lijkt de soort nog meer onder druk te staan. Meer nog dan in Nederland is het rivierenbuitengebied (uiterwaarden), versnipperd, verdroogd en onderhevig aan intensief landbouwgebruik. We weten weinig over de actuele overlevende populaties van grote modderkruiper. De meest recente studie dateert van 2003 (Van Liefveringe en Meire, 2003). Met de huidige informatie over de omvang van de populatie is het momenteel niet mogelijk een geloofwaardige populatieschatting uit te voeren. De nieuw ontwikkelde e-DNA technieken bieden echter mogelijkheden om een gebiedsdekkende screening uit te voeren. In een eerste fase kan dit een aanzet zijn om de populatie verder in beeld te brengen. Op basis van die resultaten kan dan met klassieke technieken gericht gezocht worden om tot een correcter/meer nauwkeurige inschatting van de populatie te komen. Ten slotte is het ook noodzakelijk om in het kader van de toekomstige beheermaatregelen (bv. herinintroductie) genetische karakterisaties van de bestaande populaties uit te voeren. Om hieraan tegemoet te komen wordt volgend actieplan voorgesteld:

1. Een **actualisatie van de verspreiding van de grote modderkruiper in Vlaanderen** via een aangepaste strategie. Het verspreidingsonderzoek voor grote modderkruiper vereist een specifieke benadering. Wij stellen hier een driesporen strategie voor:
 - Optimalisatie van de e-DNA techniek voor het inventariseren van de grote modderkruiper: ontwikkeling van de methode + aansluitend een screening op zo veel mogelijk locaties in Vlaanderen, indien mogelijk gebiedsdekkend.
 - Verspreidingsonderzoek en gegevensregistratie van reguliere bevissingen in kader van het Meetnet Zoetwatervis van het INBO (rapportage i.f.v. de Kaderrichtlijn Water) en het Referentiemeetnet. Gegevensregistratie van ander visstandsonderzoek (universiteiten, studie bureaus).
 - Betrekken van andere actoren voor gegevensgaring: ruime publiek (natuur liefhebbers (Waarnemingen.be) en vissers), ambtenaren (VMM benthosstaalnemers en rattenbestrijders, ANB boswachters, gemeentelijke en provinciale milieuambtenaren). Gegevens kunnen ook verzameld worden via controle van slib en kruidruiming (zeker in GMK gebieden). Sensibilisatie, coördinatie en stroomlijning noodzakelijk.
2. Slechts één populatie (Het Goorken, de Wamp) in Vlaanderen werd van nabij onderzocht (Van Liefveringe en Meire, 2003). Deze studie dateert van 2003 en een vervolgonderzoek is dringend nodig om de actuele toestand in beeld te brengen, conform de noden van de Habitatrichtlijn. Recente bestandsopnames kon de aanwezigheid van GMK in dit gebied niet meer bevestigen. De soort is ook in het Schulensbroek, de Demermeander Prinsenhof, 't Wik en de Grote Renne waargenomen, maar de staat van instandhouding van die populaties is niet gekend. Het is dus wenselijk om via **onderzoek naar de populatiedynamiek van de belangrijkste populaties**, kennis over de status van de populaties van grote modderkruiper in Vlaanderen te verkrijgen. Belangrijke elementen hierin zijn populatieomvang en – structuur, verspreidingsstrategieën en voortplanting. Telemetrische technieken kunnen hierbij van nut zijn.
3. Om te voldoen aan de basisvereisten voor het initiëren van herinintroductieprogramma's moeten de **bestaande populaties genetisch gekarakteriseerd worden**. In de studie van van Liefveringe en Meire

(2003) werd al genetisch materiaal van de populatie van Het Goorke verzameld. Dit materiaal is beschikbaar voor analyse.

11 Referenties

- Alabaster J.S., Lloyd R. (1982). Water Quality Criteria for Freshwater Fish. Second edition. Butterworth Scientific. London, Boston
- Amery F., Vandecasteele B. (2015). Wat weten we over fosfor en landbouw? Deel 3: Mogelijke maatregelen om fosforconcentraties in water te verlagen. Mededeling 197 Merelbeke, ILVO.
- Anoniem. (1894). Poissons et Crustacés des eaux douces et saumâtres de la Belgique. Vanbuggenhoudt. 50 p.
- Anoniem. (1932). La Loche d'étang: Pêche et Pisciculture 43: 22-23
- Baert P. (2007). Actieplan Herk-de-Stad: grote modderkruiper. Genk: Het Groene Huis.
- Bamps C., Geraets E. (1897). Faune des poissons de la province de Limbourg. 44 p.
- Belpaire C. (1995). Cursus visstandbeheer. Vis- en rondbeksoorten in Vlaanderen. Educatief Bosbouwcentrum Groenendaal. 22 p.
- Belpaire C. (2013a). Advies betreffende de invloed van pesticiden op beekprik, rivierdonderpad en kleine modderkruiper. Brussel, Instituut Natuur- en Bosonderzoek, INBO.A.2013.45. 18 p.
- Belpaire C. (2013b). Hormoonverstoring in vis. Impact op het behalen van de doelstellingen van de Habitatrichtlijn en de Kaderrichtlijn Water. Brussel, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.R.2013.34. 58 p.
- Belpaire C., De Bruyn A., Galle L., Halfmaerten D., Lambeens I., Maes Y., Verschelde P., Coeck J., 2016 in press. Haalbaarheidsstudie (her)introdactie grote modderkruiper – Luik 1b. Habitatgeschiktheid. Evaluatie van de geschiktheid van SBZ's voor (her)introdactie en maatregelen voor gebiedsinrichting. Brussel, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. In press.
- Bervoets L., Coeck J., Clement L., Verheyen R.F. (1989). Relatie van de visfauna tot de waterkwaliteit in de bovenlopen van bekken van de Kleine Nete. Water 8 (48): 195-199.
- Beyens J., Belpaire C. (1999). De Grote modderkruiper (*Misgurnus fossilis*): één van de merkwaardigste vissen in Limburg. Jaarboek Likona 1999: 53-57.
- Blohm H.-P., Gaumert, D., Kämmerleit, M. (1994). Leitfaden für die Wieder-und Neuansiedlung von Fischarten. Niedersächsisches Landesamt für Ökologie. Binnenfischerei in Niedersachsen, Heft 3, 90 S.
- Bohl E. (1993). Rundmäuler und Fische im Sediment: Ökologische Untersuchungen zur Bestands- und Lebensraumsituation von Bachneunauge (*Lampetra planeri*), Schlammpeitzger (*Misgurnus fossilis*), Steinbeisser (*Cobitis taenia*) in Bayern: Bayerische Landesanstalt für Wasserforschung. - München (Duitsland) : 129 p.
- Bohlen J., Šlechtová V., Doadrio I., Rab P. (2007). Low mitochondrial divergence indicates a rapid expansion across Europe in the weather loach, *Misgurnus fossilis* (L.). Journal of Fish Biology 71: 186-194.
- Breine J., Van Thuyne G., Belpaire C. (1999a). Visbestandsopnames op de Demer en de Laambeek in het kader van een evaluatie van de gevolgen van een Titaandioxidelozing op de Laambeek te Houthalen-Helchteren. Groenendaal, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, IBW.Wb.V.R.99.07. 10 p.
- Breine J., Van Thuyne G., Belpaire C., De Charleroy D., Beyens J. (1999b). Het visbestand in de Demer anno 1999. Groenendaal, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer. *Rapporten van het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer-sectie visserij, 1999* (069)
- Bruylants B., Vandelannoote A., Verheyen R.F. (1989). De vissen van onze Vlaamse beken en rivieren: hun ecologie, verspreiding en bescherming. WEL, Antwerp. 272 pp.

- Buyse D., Mouton A., Baeyens R., Coeck J. (2015). Evaluation of downstream migration mitigation actions for eel at an Archimedes screw pump pumping station. *Fisheries Management and Ecology* 22 (4): 286-294.
- Buyse D., Mouton A., Stevens M., den Neucker T., Coeck J. (2014). Mortality of European eel after downstream migration through two types of pumping stations. *Fisheries Management and Ecology* 21 (1): 13-21.
- Cihar J., Maly J. (1981). *Zoetwatervissengids. La Rivière & Voorhoeve*, Zwolle. 183 pp.
- Coussement M., Sanders D., Van Damme D. (1988). Ecologische inventarisatie en visserijbiologische kartering van de openbare beschermde viswateren van het Vlaamse Gewest: Onderzoeksproject Visserijfonds. Onderzoeksproject Visserijfonds Nr.V.F.88.1 (deelopdracht 3). U.I.Antwerpen, V.V.H.V., R.U.Gent,
- De Backer R.L., De Coninck L., Verheyen W. (1972). Studie van de verspreiding der vissen in de waterlopen van de Antwerpse Kempen. Thesis, Rijksuniversiteit Gent: 80 pp + annex.
- de Bruin A., Kranenbarg J. (2009). Fossiel uit een dynamisch deltagebied Verspreiding en achteruitgang van de grote modderkruiper in een historisch perspectief en aanbevelingen voor het behoud van deze soort. RAVON, Nijmegen. 59 p.
- de Bruin A., Spikmans F., Kranenbarg J., Herder J. (2014). Verspreidingsonderzoek grote modderkruiper. Waterschap Rivierenland. Actualisatie verspreiding en strategie instandhouding. RAVON, Nijmegen, rapport 2013.074
- De Nie H.W. (1996). Atlas van de Nederlandse zoetwatervissen. Doetinchem, Media publishing, 88-89 p.
- de Selys-Longchamps E. (1842). Faune Belge, 1re partie : Indication méthodique des Mammifères, oiseaux, reptiles et poissons observés jusqu'ici en Belgique,. Dessain, (editor). Liège Dessain. 310 p.
- de Selys-Longchamps E. (1867). Sur la pêche fluviale en Belgique. Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 579-610.
- de Selys-Longchamps E. (1887). Révision des poissons d'eau douce de la faune Belge. Bull Acad Roy Belg (3) 14:12.
- Debieen A., Cuppens A., Wyseure G., Gulinck H. (2012). Toepassingskader voor bufferstroken langs waterlopen in landbouwgebied in Vlaanderen. Deel 1: Technisch-wetenschappelijke literatuurstudie. Leuven, KU Leuven.
- De Charleroy D., Beyens J. (1998). Het visbestand in het Demerbekken, inventarisatie van de vissoorten en hun verspreiding. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, Groenendaal. Mededelingen 1998 – 2, 103 pp.
- De Groot, S.J. (1991). Herstel van riviertrekvisseren in de Rijn een realiteit? 5: De Barbeel. *De Levende Natuur* 1991 (3): 101-104.
- Demoll R., Maier H.N., Wundsch H.H. (1962). Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas (Vol. 6). Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.
- Den Hollander C.J. (1922). *Het Zoetwateraquarium, inrichting, onderhoud, beplanting en bevolking (visschen)*. . Zutphen, Velp. P. van Belkum Az., 205 p.
- Drozd B., Flajshans M., Rab P. (2010). Sympatric occurrence of triploid, aneuploid and tetraploid weatherfish *Misgurnus fossilis* (Cypriniformes, Cobitidae). *Journal of Fish Biology* 77(9): 2163-2170.
- Drozd B., Kouril J., Blaha M., Hamackova J. (2009). Effect of temperature on early life history in weatherfish, *Misgurnus fossilis* (L. 1758). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 392, 04
- Ercken D., Van Assche J. (1996). Verspreiding en bescherming van de grote modderkruiper (*Misgurnus fossilis* (L.)). Leuven: Katholieke Universiteit Leuven - Faculteit der toegepaste wetenschappen.

- Gaumert D. (1981). Süßwasserfische in Niedersachsen: Arten und Verbreitung als Grundlage für den Fischartenschutz: Niedersächsisches Ministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten.
- Gaumert D. (1986). Kleinfische in Niedersachsen: Hinweise zum Artenschutz. Hildesheim. Mitteilungen aus dem Niedersächsischen Landesamt für Wasserwirtschaft, 4
- Geldhauser F. (1992). Die kontrollierte Vermehrung des Schlammpeitzgers (*Misgurnus fossilis*, L.). *Fischer und Teichwirtschaft* 43 (1): 2-6.
- Gens E. (1885). Notions sur les poissons d'eau douce de Belgique: la pisciculture, l'exploitation, l'entretien, le repeuplement des eaux, suivies de la nouvelle loi sur la pêche. E. Guyot. Ministerie van Landbouw, Industrie en Openbare Werken, Brussel, 102 pp.
- Germonpré E., Denayer B., Belpaire C., Ollevier F. (1994). Inventarisatie van pompgemalen in het Vlaamse gewest en evaluatie van de impact op vissen. Groenendaal, Instituut voor Bosbouw en Wwildbeheer, IBW.Wb.V.R.94.21. 60p. met bijlagen.
- Gora L., Moermans H. (2013). CSI Schulensbroek onthult: een grote modderkruiper. <http://www.natuurpunt.be/news/csi-schulensbroek-onthult-een-grote-modderkruiper#VmbW73Yve00>.
- Grieb A. W. (1937). Die larvale Periode in die Entwicklung des Schlammbeisser (*Misgurnus fossilis* L., Cobitidae Cyprinoidea). *Acta Zoologica* 18 (3): 339 -344.
- Groot, S.J. de (1991). Herstel van riviertrekvisen in de Rijn een realiteit? 5: De Barbeel. *De Levende Natuur* 1991 (3): 101-104.
- Hartvich P., Lusk S., Rutkayova J. (2010). Threatened fishes of the world: *Misgurnus fossilis* (Linnaeus, 1758) (Cobitidae). *Environmental Biology of Fishes* 87 (1): 39-40.
- Heesakkers P.A.M. (2009). Fuikenvergelijking en individuele herkenning voor inventarisatie van de grote modderkruiper (*Misgurnus fossilis*). RAVON en Hogeschool Zeeland, 33p.
- Herder J. (2011). Pilot environmental DNA Grote modderkruiper. Stichting RAVON Rapport 2011-102.
- Herder J., Valentini A., Kranenborg J. (2012). Detectie van grote modderkruipers met behulp van Environmental DNA. *H₂O* 45(3): 25-27.
- Herder J.E., Valentini A., Bellemain E., Dejean T., van Delft J.J.C.W., Thomsen P.F., Taberlet. P. (2014). Environmental DNA - toepassingsmogelijkheden voor het opsporen van (invasieve) soorten. Stichting RAVON.
- Hinrichs D. (1998). Einfluss der Gewässerunterhaltung auf die Fischfauna von Meliorationsgräben. *Wasser und Boden* 50 (5): 22-25.
- Hliwa P., Krejszef S., Król J., Kozłowski K., Gomulka P. (2011). Out-of-season Spawning of Threatened Weatherfish *Misgurnus fossilis* (L. 1758) Using Commercial Preparations Containing GnRH Analogues. *Indian J. Sci. Technol.* 4 (8): 294.
- Isuev A.R. (2009). Stage-specific changes in membrane microviscosity in *Misgurnus fossilis* embryos. *Russian Journal of Developmental Biology* 40(4): 232-237.
- Ivashkin E.G., Voronezhskaya E.E. (2011). Chlorpromazine-Induced Changes of Endocytosis in Blastomeres of the Embryos of Pond Snail *Lymnaea stagnalis* L. and Eurasian Weather Loach *Misgurnus fossilis* L. *Biologicheskije Membrany* 28(4): 290-297.
- Janse, J en J.E. Herder, 2015. Grote modderkruiper in Limburg 2015 - eDNA onderzoek in het Schulensbroek, het Westelijk vijvergebied Bokrijk, het Wik, het Vijvergebied Zonhoven, de Zig en de Goort. Stichting Ravon Nijmegen, RAVON rapport 2015.076, 27p.

- Käfel G. (1991). Autökologische Untersuchungen an *Misgurnus fossilis* im March-Thaya Mündungsgebiet. Dissertation der Universität Wien.
- Keith P., Allardi J. (2001). Atlas des poissons d'eau douce de France. Collection patrimoines naturels.
- Klupp R., Popp M. (1992). Erzeugung von Schlammpeitzgern in Karpfenteichen. *Fischer & Teichwirt* 1, 6-7.
- Kosco J., Lusk S., Pekárik L., Kosuthová L., Lusková V., Kosuth P. (2008). The occurrence and status of species of the genera *Cobitis*, *Sabanejewia*, and *Misgurnus* in Slovakia. *Folia Zoologica* 57 (1/2): 26.
- Kotlyarevskaja N.V. (1967). O srokach vyluplenija vjuna (*Misgurnus fossilis* L.) v zavisimosti ot kislorodnogo rezima [Hatching period in weatherfish (*Misgurnus fossilis* L.) in dependence on oxygen condition]. Dokl Akad Nauk SSSR, 177 (5): 1245-1248 (in Russian).
- Kranenbarg J., de Bruin A., Spikmans F., Herder J., de Jong J., Prudon B. (2014). Nieuwe inventarisatiemethode helpt bij behoud (beschermde) grote modderkruiper. H₂O:6.
- Kryzanovskij S. (1949). Ekologo-morfologicseskije zakonomernosti razvitija karpovykh, vjunovykh i somovykh ryb (Cyprinoidei i Siluroidei)[The rules of ecological and morphological development in cyprinid-, cobitid-and sheatfishes (Cyprinoidea and Siluroidea)]. *Trudy Instituta Morfologii Zivotnykh AN SSSR*. 5-332 p.
- Lameere A. (1895). Manuel de la faune de Belgique.I Animaux non insectes. Bruxelles
- Lelek A. (1987). The freshwater fishes of Europe, Vol. 9. Threatened Fishes of Europe Aula-Verlag, Wiesbaden.
- Lelek A. (1980). Threatened freshwater fishes of Europe: Council of Europe Strasbourg.
- Leuven R., Wendelaar Bonga S., Oyen F., Hagemeyer W. (1987). Effects of acid stress on the distribution and reproductive success of freshwater fish in Dutch soft waters. *Annales de la Société Royale Zoologique de Belgique*, 117: 231-242.
- Louette G., Anseeuw D., Gaethofs T., Hellemans B., Volckaert F.A.M., Verreycken H., Van Thuyne G., De Charleroy D., Belpaire C., Declerck S. et al. (2002). Ontwikkeling van een gedocumenteerde gegevensbank over uitheemse vissoorten in Vlaanderen met bijkomend onderzoek naar blauwbandgrondel. Groenendaal, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, 218p.
- Maes L. (1898). Notes sur la pêche fluviale et maritime en Belgique. Imprimerie scientifique. Ch. Bulens, Bruxelles, 295 pp.
- Maes L. (1910). Dispositions légales et réglementaires qui régissent la pêche fluviale en Belgique. Brussel. 146p.
- Mcnair Senior A., Jiahui Nat L., Shinichi N. (2012). The fitness consequences of environmental sex reversal in fish: a quantitative review. *Biological Reviews* 87(4): 900-911.
- Mendel J., Lusk S., Koščo J., Vetešník L., Halačka K., Papoušek I. (2008). Genetic diversity of *Misgurnus fossilis* populations from the Czech Republic and Slovakia. *Folia Zool* 57(1-2):90-99.
- Meyer L., Hinrichs D. (2000). Microhabitat preferences and movements of the weatherfish, *Misgurnus fossilis*, in a drainage channel. *Environmental Biology of Fishes* 58(3):297-306.
- Mikschi E., Wolfram G., Wais A. (1996). Long-term changes in the fish community of Neusiedler See (Burgenland, Austria). Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe: Springer. p 111-120.
- Min S.-K., Kim J.-H., Kim S., Kim B.-S., Yeom D.-H. (2010). Various biomarker and bioindicator responses in muddy loach (*Misgurnus anguillicadatus*) exposed to endosulfan for 21 days. *Toxicology and Environmental Health Sciences* 2 (2): 125-131.

- Mrakovčić M., Duplić A., Mustafić P., Marčić Z. (2008). Conservation status of the genus *Cobitis* and related genera in Croatia. *Folia Zool* 57(1):35-41.
- Muus B.J. (1968). A field method for measuring "exposure" by means of plaster balls: a preliminary account. *Sarsia* 34(1): 61-68.
- OVB. (1988). Cursus vissoorten. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Lelystad. p 914.
- Pêche et Pisciculture (1932). La Loche d'étang, 43: 22-23.
- Pekárik L., Kosco J., Kosuthová L., Kosuth P. (2008). Coenological and habitat affinities of *Cobitis elongatoides*, *Sabanejewia balcanica* and *Misgurnus fossilis* in Slovakia. *Folia Zoologica* 57(1/2): 172.
- Philippart J.C. (1986). Fish and their environment in large European river ecosystems. The river Meuse. *Sciences de l'eau* 7: 115-154.
- Philippart J.C., Vranken M. (1981). Voor het behoud van onze visfauna. Vogelreservaten/VO 8720/.
- Philippart J.C., Vranken M. (1983). Atlas des poissons de Wallonie: distribution, écologie, éthologie, pêche, conservation: Institut de zoologie de l'Université de Liège. 395p.
- Poll M. (1945). Contribution de la faune ichtyologique du Bas-Escaut. *Bull Mus Zool Nat Belgique*: 32.
- Popiołek M., Kotusz J. (2008). A checklist of helminth fauna of weatherfish, *Misgurnus fossilis* (Pisces, Cobitidae): state of the art, species list and perspectives of further studies. *Helminthologia* 45(4):181-184.
- Raveret-Wattel C. (1900). Atlas de poche des poissons d'eau douce de la France de la Suisse romande et de la Belgique avec leur description, moeurs et organization. Librairie des Sciences Naturelles, Paris, 164 pp.
- Roelants I., Noterdaeme L., Ollevier F., Verreycken H., Belpaire C. (1995). Artificiële reproductie van *Cobitis taenia* (kleine modderkruiper) en *Misgurnus fossilis* (grote modderkruiper) in functie van een mogelijke herintroductie van bedreigde vissoorten in Vlaanderen. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer en Katholieke Universiteit Leuven, IBW.Wb .V.R.95.037.
- Ruting J.B. (1958). Welke vis is dat?: Zoetwatervissen van West-en Midden Europa. Thieme, 216 p.
- Schneiders A.; Simoens I., Belpaire C. (2009). Waterkwaliteitscriteria opstellen voor vissen in Vlaanderen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2009 (22). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Schouten, W.J. (1992): Habitatgeschiktheidsindex model. De Grote modderkruiper *Misgurnus fossilis*, L. Organisatie ter verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein, 17p.
- Sigsgaard E.E., Carl H., Møller P.R., Thomsen P.F. (2015). Monitoring the near-extinct European weather loach in Denmark based on environmental DNA from water samples. *Biological Conservation* 183, 46-52.
- Simoens I., Breine J., Verreycken H., Belpaire C. (2002). Fish stock assessment of Lake Schulen, Flanders: a comparison between 1988 and 1999. In: Management and Ecology of Lake and Reservoir Fisheries (Ed Cowx) : 46-57.
- Söffker M., Tyler C.R. (2012). Endocrine disrupting chemicals and sexual behaviors in fish—a critical review on effects and possible consequences. *Critical reviews in toxicology* 42(8): 653-668.
- Spikmans F., de Jong T., Ottburg F., Kranenbarg J. (2008). Methodiek en richtlijnen voor verspreidingsonderzoek naar bittervoorn, kleine modderkruiper en grote modderkruiper. Stichting RAVON, Nijmegen.
- Spikmans F., de Jong T., van Eekelen R. (2006). Het waarnemen van zoetwatervissen. Stichting RAVON, Nijmegen.

Spikmans F., Kranenbarg J. (2008). Methodiek en richtlijnen voor verspreidingsonderzoek naar beekvissen. Stichting RAVON, Nijmegen.

Spikmans F., Kranenbarg J., Soldaat L., de Zeeuw M., van Strien A. (2011). Handleiding NEM-Meetnet Beek- en Poldervissen. Stichting RAVON, Nijmegen.

Steinmann I., Klinger H., Schütz C., Arzbach H.-H. (2006). Kriterien zur Bewertung des Erhaltungszustandes der Populationen des Schlammpeitzgers *Misgurnus fossilis* (LINNAEUS, 1758). In: Schnitter P., Eichen C., Ellwanger G., Neukirchen M., Schröder E. Empfehlungen für die Erfassung und Bewertung von Arten als Basis für das Monitoring nach Artikel 11 und 17 der FFH-Richtlinie in Deutschland. p. 220-220. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Halle) . Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Naturschutz, Halle (Saale).

Sterba G. (1957). Die Schmerlenartigen (Cobitidae). Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas Band IIIB. p 201-234.

Sterba G. (1958). Die Schmerlenartigen (Cobitidae). Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas. Stuttgart: A. Oelschläger'sche Buchdruckerei Calw.

Strijbosch H. (1982) De Overasseltse en Haterse vennen, een natuurgebied onder druk. *Natuur en Techniek*.

Tang Q., Freyhof J., Xiong B., Liu H. (2008). Multiple invasions of Europe by east Asian Cobitid loaches (Teleostei: cobitidae). *Hydrobiologia* 605 (1):17-28.

Thomsen P., Kielgast J., Iversen L.L., Wiuf C., Rasmussen M., Gilbert M.T.P., Orlando L., Willerslev E. (2012). Monitoring endangered freshwater biodiversity using environmental DNA. *Molecular ecology* 21 (11): 2565-2573.

Tyler C.R., Jobling S. (2008). Roach, sex, and gender-bending chemicals: The feminization of wild fish in English rivers. *Bioscience* 58 (11): 1051-1059.

Van Aelbroeck I., Rentiers E. (1913). Poissons des eaux douces et saumâtres dans leur habitat. Imprimerie Scientifique, Bruxelles, 117 pp.

van Beek G.C.W. (2003). Kennisdocument grote modderkruiper, *Misgurnus fossilis* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 01. OVB / Sportvisserij Nederland, Bilthoven 38 p.

van Bochove K., Herder, J. (2015). Bastaard modderkruipers ontdekt in Nederland. Internetartikel 16 september 2015. <http://www.datura.nl/blog/bastaard-modderkruipers-ontdekt-nederland/>.

Van Damme, D.; De Pauw, N. (1996). Ontwikkelingsplan voor de visserij op de Schelde beneden Gent. AMINAL, Afdeling Natuur & Universiteit Gent: Belgium. 158 p. Vakgroep voor toegepaste ecologie en milieubiologie, laboratorium voor biologisch onderzoek van de waterverontreiniging. AMINAL/BNO/WB/VD/94-2.

Van den Bogaerde A.J.L. (1825). Het distrikt St. Nikolaas, voorheen Land van Waes, provincie Oost-Vlaanderen, beschouwd met betrekking tot deszelfs natuur-, staat-en geschiedkunde; gevolgd door eene bijzondere beschrijving van elke stad, dorp of gemeente in hetzelfde gelegen: Dorey.

Van Eijk J.-L., Zekhuis M. (2001). Grote modderkruipers in het zuur? Paai van grote modderkruipers in het Haaksbergerveen. RAVON 10 4 (1): 6-11.

Van Eijk J.L. (2002). De switch van de grote modderkruiper: Zoetekauw krijgt zure smaak. *Grasduinen* 2002: 44-45.

Van Liefferinge C., Meire P. (2003). Onderzoek naar het voorkomen van de Grote modderkruiper in Vlaanderen en meer specifiek naar de populatiegrootte en de overlevingskansen in het natuurreserveaat het Goorken te Arendonk. Onderzoeksgroep Ecosysteembeheer Universiteit Antwerpen i.o.v. AMINAL, ECOBE 03-R55, 57 p.

- Van Liefferinge C., Van Pelt D., Meire P. (2006). Inventarisatie visbestanden in het Schulensbroek met speciale aandacht voor de Grote Modderkuiper. ECOBE 06-R. Studie uitgevoerd in opdracht van P. Rymen, Conservator Schulensbroek.
- Van Neer W., Eryvynck A. (1994). New data on fish remains from Belgian archaeological sites. Fish exploitation in the past. Proc. 7th meeting ICAZ Fish Remains Working Group. Van Neer (Ed) Ann. Mus. R. Afrique Centrale, Sc. Zool., 274 : 217-229.
- Van Thuyne G., Belpaire C., Coeck J., Stevens M., Van den Neucker T. In press. Lokale stand van instandhouding voor de rapportage voor de Habitatrichtlijn. Deel Vissen.
- Van Thuyne G., Breine J. (2003). Het visbestand van de Demer in Vlaams-Brabant (2003). . Groenendaal, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, 12 p.
- Van Thuyne G., Breine J. (2010). Visbestandopnames in Vlaamse beken en rivieren in het kader van het 'Meetnet Zoetwatervis' 2009. Brussel, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, 196 p.
- Van Thuyne G., Maes Y. (2013). Visbestandopnames op de Demer 2012. Brussel, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.IR.2013.21, 21p.
- Vandelannoote A., Yseboodt R., Bruylants B., Verheyen R., Coeck J., Belpaire C., Van Thuyne G., Denayer B., Beyens J., De Charleroy D. et al. (1998). Atlas van de Vlaamse beek- en riviervisen. Water Energik Vlario, Wijnegem, 303 p.
- Verreycken H., Anseeuw D., Van Thuyne G., Quataert P., Belpaire C. (2007). The non-indigenous freshwater fishes of Flanders (Belgium): review, status and trends over the last decade. *Journal of Fish Biology* 71 (Supplement D), 160-172.
- Verreycken H., Belpaire C., Van Thuyne G., Breine J., Buysse D., Coeck J., Mouton A., Stevens M., Van den Neucker T., De Bruyn L. et al. (2013). IUCN Red List of freshwater fishes and lampreys in Flanders (north Belgium). *Fisheries Management and Ecology* 21, 122-132. 0969-997X. 122-132 p.
- Verreycken H., Breine J.J., Belpaire C. (2002). Het visbestand van de Demer in Limburg - najaar 2001. Groenendaal, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, IBW.Wb.V.R.2002.86, 35 p.
- Vethaak A.D., Lahr J., Schrap S.M., Belfroid A.C., Rijs G.B., Gerritsen A., de Boer J., et al. (2005). An integrated assessment of estrogenic contamination and biological effects in the aquatic environment of The Netherlands. *Chemosphere* 59 (4): 511-524.
- VMM. (2010). Jaarrapport Water. 78 p.
- Vrielynck S., Belpaire C., Stabel A., Breine J., Quataert P. (2003). De visbestanden in Vlaanderen anno 1840-1950. Een historische schets van de referentietoestand van onze waterlopen aan de hand van de visstand, ingevoerd in een databank en vergeleken met de actuele toestand Groenendaal: Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer en Afdeling Water (AMINAL), IBW.Wb.V.R.2002.89, 271p. + bijlagen.
- Waye A., Trudeau V.L. (2011). Neuroendocrine disruption: more than hormones are upset. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B* 14 (5-7): 270-291.
- Xuefei L., Qunfang Z., Maoyong S., Guibin J., Jing S. (2007). Vitellogenic responses of 17 β -estradiol and bisphenol A in male Chinese loach (*Misgurnus anguillicaudatus*). *Environmental toxicology and pharmacology* 24(2): 155-159.
- Xuefei L.F., Shao J., Song M.Y., Zhou Q.F., Jiang G.B. (2006). Vitellogenic effects of 17 beta-estradiol in male Chinese loach (*Misgurnus anguillicaudatus*). *Comparative Biochemistry and Physiology C-Toxicology & Pharmacology* 143(1):127-133.
- Zalewski M., Penczak T. (1981). Characterization of the fish community of the Utrata River drainage basin, and evaluation of the efficiency of catching methods. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 28: 385-396.

Bijlage 1: Veldprotocol voor de evaluatie van de habitatgeschiktheid voor grote modderkruiper

Datum		
Naam waterloop		
XY coördinaten	X:.....	Y:.....
SBZ nr		Deelgebied
Gemeente + omschrijving		
Meetplaats nummer GMK		
Meetplaats nummer VIS meetplaats		
Verantwoordelijke op terrein		
Ploeg		
Opmerkingen/Bijzonderheden		
Neerslag	Ja / Nee	Ja / Nee
Bewolkt	Ja / Afwis./ Nee	Ja / Afwis./ Nee
Uur aankomst		
Uur vertrek		
GPS coördinaten en/of nummer		
Fotonummer(s)		

Te meten parameters

datum	
tijdstip van meting	
Zuurstof (mg/l en %)	
Watertemperatuur °C	
Conductiviteit (µS/cm)	
pH	

Turbiditeit (NTU)		
Secchi (cm)		

Schepnetvissen

Methode	schepnet, 10 minuten
Resultaat	één oever / beide oevers / totale breedte traject
Begintijd afvissingU.....Min
Eindtijd afvissingU.....Min

Kenmerken van de waterloop

Stroomsnelheid over 10m afstand (m/s)	1ste meting:.....2de meting:.....
Breedte waterloop (m)	
Diepte (m)	min:...../ max:.....
Lengte traject (m)	
Bodem	zand / klei / grint / modder / slib / stenen / andere
Waterpeil	laag (< 30 % van normaal) / normaal / hoog (> 30% van normaal)
Natuurlijke schuilplaatsen	zeer veel / veel / matig / weinig / geen
Poelen in traject	aantal:
Stroomversnellingen in traject	aantal:
Bochten in traject	aantal:
Oever	overall kunstmatig (verstevigd) / gedeeltelijk verstevigd / natuurlijk
Helling van de oever (talud)	flauw / matig / steil

Landbouw (velden) rond traject	tot 50 m van oever: geen / langs één oever / langs beide oevers
Weide rond traject (voor dieren)	tot 50 m van oever: geen / langs één oever / langs beide oevers
Bomen in omgeving traject	tot 20 m van oever: geen / < 10 / >10 & < 50 / > 50 of bos
Bebouwing in omgeving traject	tot 50 m van oever: geen / < 5 / >5 & <10 / >10
Industrie in omgeving traject	ja: precieseer...../ neen
Loop van het traject	zeer verstoord (kanaal) / matig / niet verstoord
Knelpunt in omgeving van het traject	ja: precieseer...../ neen
Vlottende waterplanten	aanwezig / afwezig
Bodem waterplanten	aanwezig / afwezig
Draaialgen	aanwezig / afwezig

Diepte			cm
	Midden	1	
	Midden	2	
	Midden	3	
	Midden	4	
	Midden	5	
	Oever	6	
	Oever	7	
	Oever	8	
	Oever	9	
	Oever	10	

Sedimentboor		wat? (slib/zand/klei/grint)	cm
Staal 1	Totale lengte staal	//////////	
	deel 1 (boven)		
	deel 2		
	deel 3		
Staal 2	Totale lengte staal	//////////	

	deel 1 (boven)		
	deel 2		
	deel 3		
Staal 3	Totale lengte staal	////////	
	deel 1 (boven)		
	deel 2		
	deel 3		

Watervegetatie % Bedekking	Naam	Zone	% Bedekking
Waarnemer 1		1	
		2	
		3	
		4	
Waarnemer 2		1	
		2	
		3	
		4	
Waarnemer 3		1	
		2	
		3	
		4	

Watervegetatie	Soort	%

Tekening en omschrijving trajectomgeving
duid stroomrichting, afstand gevist en methode, afvoerbuizen, brug, weg en opvallende kenmerken aan

