

## **Advies betreffende de habitatvereisten van de doelsoorten van de IHD Zeeschelde in de vallei van de Grote Nete**

Nummer:	<b>INBO.A.2011.37</b>
Datum advisering:	<b>27 september 2012</b>
Auteurs:	<b>Tom Van den Neucker, Koen Van Den Berge</b>
Contact:	<b>Lon Lommaert (<a href="mailto:lon.lommaert@inbo.be">lon.lommaert@inbo.be</a>)</b>
Kenmerk aanvraag:	<b>Overeenkomst in onderaanneming dd. 29 juni 2012</b>
Geadresseerden:	<b>Technum-Tractebel Engineering NV T.a.v. Mattias Vansteenwegen Coveliersstraat 15 2600 Antwerpen</b>  <b><a href="mailto:mattias.vansteenwegen@technum-tractebel.be">mattias.vansteenwegen@technum-tractebel.be</a></b>
Cc:	<b>Agentschap voor Natuur en Bos Carl De Schepper <a href="mailto:carl.deschepper@Ine.vlaanderen.be">carl.deschepper@Ine.vlaanderen.be</a> Koen Deheegher <a href="mailto:koen.deheegher@Ine.vlaanderen.be">koen.deheegher@Ine.vlaanderen.be</a></b>

## AANLEIDING

De inrichting van de vallei van de Grote Nete in het kader van het geactualiseerde Sigmaphan gebeurt enerzijds in functie van de veiligheid, anderzijds in functie van natuurdoelen rond habitattypen en rond soorten. Bij de inrichting wordt getracht deze vereisten zo optimaal mogelijk te combineren.

In de besluitvorming rond de instandhoudingsdoelstellingen voor het Schelde-estuarium (Adriaensen *et al.*, 2005) zijn een aantal riviergebonden soorten opgesomd waarvoor de doelstellingen deels in de vallei van de Grote Nete moeten worden gerealiseerd. Het beheerplan voor de vallei van de Grote Nete dient met deze soorten rekening te houden zodat ze in een gunstige staat van instandhouding komen.

## VRAAGSTELLING

Welke habitateisen stellen de doelsoorten (bever, otter, kwabaal, kleine en grote modderkruiper, elft, spiering, rivierdonderpad, paling, zeeforel, bittervoorn, Europese meerval, rivierprik en fint) om tot een leefbare populatie te komen? In het bijzonder de habitatvereisten rond hydrologie zijn belangrijk, omdat ze interfereren enerzijds met habitattypen, anderzijds met waterberging in functie van veiligheid.

Welke specifieke aanbevelingen kunnen gemaakt worden voor de doelsoorten m.b.t. de inrichting van de vallei van de Grote Nete?

## TOELICHTING

### 1. Inleiding

In de besluitvorming rond de instandhoudingsdoelstellingen voor het Schelde-estuarium (Adriaensen *et al.*, 2005) zijn een aantal riviergebonden soorten opgesomd waarvan de doelstellingen deels in de vallei van de Grote Nete moeten worden gerealiseerd:

- Bever en otter:
  - Creëren/onderhouden van potentieel leefgebied voor minimaal 1 leefbare populatie.
  - Het studiegebied<sup>1</sup> dient afdoende connectiviteit te kennen om de verschillende deelleefgebieden van bever en otter functioneel met mekaar te verbinden. Migratieknelpunten dienen vermeden/opgeheven te worden. Voor de bever dienen prioritair de migratiemogelijkheden tussen het huidige verspreidingsgebied in Vlaanderen en het studiegebied geoptimaliseerd te worden.
  - Otter
    - Het studiegebied dient voldoende ruimte en geschikt habitat te omvatten binnen strikt beschermde natuurgebieden, om potentieel een leefbare kernpopulatie van de otter te onderhouden. Er dient minimaal potentie aanwezig te zijn voor de vestiging van 20-25 individuen verspreid over 3-4 deelgebieden.
  - Bever:
    - Het studiegebied dient voldoende ruimte en geschikt habitat te omvatten binnen strikt beschermde natuurgebieden voor een potentiële populatie bevers van ca. 40 families (ca. 160 individuen), verspreid over verschillende deelgebieden.

---

<sup>1</sup> De definitie van het studiegebied van de Instandhoudingsdoelstellingen Schelde-estuarium (Adriaensen *et al.*, 2005) is weergegeven in bijlage 1.

- Bittervoorn, elft, Europese meerval, fint, grote modderkruiper, kleine modderkruiper, paling, rivierdonderpad, rivierprik, spiering, zeeforel
  - Het studiegebied dient afdoende waterkwaliteit en voldoende structurele kwaliteit te kennen om minimaal potentiële, leefbare kernpopulaties van volgende vissoorten te herbergen: bittervoorn, elft, Europese meerval, fint, grote modderkruiper, kleine modderkruiper, paling, rivierdonderpad, rivierprik, spiering, zeeforel.

Een andere typische stroomminnende soort is kwabaal. Deze soort was uitgestorven in Vlaanderen. Op de Grote Nete (in Meerhout) werd in 2005 en 2006 een pilootintroductie uitgevoerd (Coeck *et al.*, 2006). In 2010 werd reproductie van de soort vastgesteld. De geplande inrichting kan een positief effect hebben op het slagen van de herintroductie. Kwabaal wordt daarom mee besproken in dit advies.

## **2. Soortbespreking**

### **2.1 Rivierprik**

#### **2.1.1 Habitatvereisten rivierprik**

##### **2.1.1.1 Adulte levensstadium**

Nadat rivierprikken een metamorfose hebben ondergaan van larve naar adult, migreren ze naar zee. De stroomafwaartse migratie gebeurt 's nachts en vindt plaats tussen de late winter en de vroege zomer. In het Schelde-estuarium worden in de periode februari-maart recent gemetamorfoseerde rivierprikken waargenomen in koelwaterstalen van de kerncentrale van Doel. In zee voeden rivierprikken zich met bloed en weefsel van vis (parasitaire fase). Deze parasitaire fase duurt 18 tot 33 maanden. Aan het eind van de parasitaire fase zijn de dieren tussen 20 en 50 cm lang (Stevens *et al.*, 2009b).

##### **2.1.1.2 Paaimigratie**

Na de parasitaire fase keren rivierprikken terug naar het zoete water om zich voort te planten. De anadrome paaimigratie van rivierprik start verschillende maanden voor het tijdstip van paaien en varieert met de breedtegraad, de temperatuur en de waterafvoer. In Noord- en West-Europa begint de paaimigratie gewoonlijk tijdens de zomer of de herfst (juli-september) van het jaar voordat er gepaaid wordt en kan doorgaan tot de lente (juni). Uit koelwaterstalen van de kerncentrale van Doel blijkt dat de grootste aantallen adulte rivierprikken de Schelde optrekken in de periode oktober-januari. Een toegenomen waterafvoer van de rivier naar het estuarium brengt de paaimigratie op gang. Bij zeer hoge afvoer neemt de migratieactiviteit echter opnieuw af. De paaimigratie gaat voornamelijk 's nachts door. Overdag verbergen rivierprikken zich onder stenen en tussen vegetatie. Gemiddelde dagelijkse watertemperaturen tijdens de migratie kunnen variëren tussen 1,5 en 14,5°C en gemiddelde dagelijkse opgeloste zuurstofgehalten tussen 72 en 120 %. Een zuurstofverzadiging van 20 % blijkt de kritische ondergrens voor adulte rivierprik. Rivierprikken keren niet noodzakelijk terug naar de plaats waar ze uit het ei gekomen zijn. Adulte rivierprikken worden aangetrokken door stoffen die worden afgegeven door de larven. De aanwezigheid van larvale rivierprikken vormt dus meer dan waarschijnlijk één van de prikkels die bepalen in welke rivier gepaaid zal worden. Rivierprikken eten niet tijdens de stroomopwaartse migratie, ze verliezen hun osmoregulatorisch vermogen en er treedt atrofie van de darm op. Hierdoor atrofiëren ook de meeste andere organen en weefsels, terwijl de gonaden zich ontwikkelen (Stevens *et al.*, 2009b).

### 2.1.1.3 Paaigedrag en -habitat

De watertemperatuur is wellicht de doorslaggevende factor die de start van de paai bepaalt. Een toename van de watertemperatuur kan de verplaatsing naar de paailocaties op gang brengen. De timing van het paaiseizoen is bijgevolg afhankelijk van de breedtegraad en klimatologische factoren. Afhankelijk van de geografische regio, paaien prikken tussen eind maart en begin juni. Soms worden rivierprikken al enkele maanden voor de aanvang van de paaiperiode waargenomen in de omgeving van de paailocaties. Het uitgraven van de nestkuilen kan al beginnen bij een watertemperatuur van 8°C, maar paaiactiviteit wordt meestal pas waargenomen bij een watertemperatuur van 10 à 11°C. De paaiperiode is vrij kort, 20 tot 42 dagen. Belangrijke factoren die het paaisucces beïnvloeden zijn de gradiënt van de bedding, het substraattypen, de stroomsnelheid, de waterdiepte en de aanwezigheid van migratieknelpunten. Als paaihabitat is een grindbodem met snelstromend water vereist. Tevens moeten kleine hoeveelheden zand aanwezig zijn waaraan de eieren kunnen blijven kleven, zodat ze vervolgens kunnen worden ingebed tussen het grind en de keien. Op plaatsen waar geen natuurlijk paaisubstraat aanwezig is, kan ook kunstmatig aangebracht substraat voldoen. De optimale stroomsnelheid boven de nestkuilen is 0,2 à 0,4 m/s, maar mag variëren tussen 0,04 en 0,6 m/s. Aan het wateroppervlak kan de stroomsnelheid variëren van 0,5 tot 0,8 m/s. De nestkuilen kunnen op een diepte van 16 tot 150 cm liggen, waar de beddinggradiënt bij voorkeur tussen 0,2 en 0,9 m/km ligt en de rivier tot 25 m breed is. Het zuurstofgehalte ter hoogte van de paailocaties moet hoog zijn, om en bij de 10,8 mg/L (98 %). Paaiplaatsen liggen vaak onmiddellijk onder barrières, die een verdere stroomopwaartse migratie verhinderen. Rivierprik verkiest beschaduwde locaties voor het uitgraven van de nestkuil, maar het substraattypen is belangrijker dan beschaduwing. De eieren worden afgezet in een nestkuil die door beide geslachten wordt uitgegraven. De grootte van de nestkuil varieert sterk naargelang de paailocatie. De breedte kan variëren van 20 tot 200 cm en de lengte van 10 tot 100 cm. De uitgegraven diepte ligt tussen 5 en 10 cm. Rivierprikken blijven hooguit enkele dagen op de paailocatie en sterven kort na het afzetten van de eieren. Als er geen geschikt paaihabitat binnen bereik is, dan sterven rivierprikken zonder te paaien. Adulte rivierprikken graven een nestkuil of een ondiepe depressie in het bodemmateriaal, waarin de bevruchte eieren worden afgezet (Stevens *et al.*, 2009b).

### 2.1.1.4 Larvale levensstadium

De vroege ontwikkelingsstadia voltrekken zich in de rand van de nestkuil. Vervolgens drijven de larven stroomafwaarts om zich te vestigen op plaatsen met kalm water, in slibrijk substraat dat rijk is aan organisch materiaal. Hoe ver de larven zich daarna in het stroomgebied verplaatsen ten opzichte van de nestkuil, hangt af van de gradiënt en de stroomkarakteristieken van de rivier. De stroomafwaartse verplaatsing is ook afhankelijk van het seizoen en de temperatuur en gebeurt hoofdzakelijk 's nachts. Oudere larven zijn meestal dominant aanwezig t.o.v. jongere exemplaren in de meer stroomafwaarts gelegen gebieden. Ze graven zich in het substraat in en plaatsen zich met de kop in stroomopwaartse richting. Ze voeden zich daarbij met organisch detritus en micro-organismen, waaronder diatomeeën. De mond van de larven functioneert als filter en is bedekt door een kapvormige bovenlip. De diepte van ingraven hangt af van de grootte van de larven. Rivierpriklarven kunnen tijdelijk zeer lage zuurstofconcentraties verdragen. Ze kunnen aangetroffen worden op plaatsen waar de stroomsnelheid lager is dan gemiddeld in de rivier, in de binnenbochten of achter obstructies en waar organisch materiaal accumuleert. Vaak zijn deze locaties deels beschaduwd. Op plaatsen waar larven worden aangetroffen varieert de dikte van de sedimentlaag doorgaans van enkele cm tot 30 cm of meer en bestaat dan uit slib of zand met een hoog gehalte aan organisch materiaal. Rivierpriklarven vertonen een voorkeur voor habitats met enige waterplantenbedekking, maar ze worden ook aangetroffen in plantenvrij substraat. Sterk eutroof water is nadelig voor rivierpriklarven, evenals een hoog ijzergehalte en een lage

pH. In de meer centraal gelegen delen van waterlopen worden larven aangetroffen op plaatsen met een stroomsnelheid van 0,01 tot 0,05 m/s, met een bovengrens van ongeveer 0,5 m/s. Kleinere larven zijn talrijker in de rivierdelen met hoge stroomsnelheden. Vaak worden larvale prikken langs de oevers van waterlopen waargenomen, op rustige plaatsen waar de stroming soms in tegenovergestelde richting verloopt, met een snelheid van ongeveer 0,1 m/s. De gemiddelde beddinggradiënt ter hoogte van locaties waar rivierprikklarven worden aangetroffen is 0,2 tot 0,6 m/km. De waterdiepte in de opgroeigebieden van de larven is meestal 10 tot 50 cm, maar kan variëren van 0 tot meer dan 700 cm. De duur van het larvale stadium van rivierprik loopt uiteen van 4,5 tot 9 jaar. Verschillen in de duur van de larvale fase zijn wellicht een reflectie van verschillen in breedtegraad en andere factoren, zoals voedselbeschikbaarheid. Juveniele rivierprikken zijn meestal 7 à 8 cm lang, met een maximum van 13 cm. Rivierprikklarven kunnen op dezelfde locaties worden aangetroffen als de larven van zeeprik en beekprik, maar de aanwezigheid van migratieknelpunten verhindert vaak het voorkomen in de bovenlopen (Stevens *et al.*, 2009b).

### **2.1.1.5 Metamorfose**

De ontwikkeling van het juveniele naar het adulte stadium wordt gekenmerkt door een metamorfose of overgangperiode. De ogen ontwikkelen zich volledig en de vinnen en tanden worden meer uitgesproken. De metamorfose begint gewoonlijk tijdens de zomermaanden. De belangrijkste externe veranderingen die gepaard gaan met de metamorfose, worden geïnitieerd vanaf half juli tot september. De aanzet hangt mogelijk samen met een veranderende watertemperatuur en een sterke verandering in de daglengte in de lente en zomer, vlak voor de transformatie. Wanneer alle uitwendige adulte kenmerken aanwezig zijn worden ze transformers of macrophthalmia genoemd. In dit stadium voeden ze zich niet en migreren ze verder stroomafwaarts naar gebieden met grofkorreliger substraat, om schade aan de kieuwen te vermijden. In september kunnen volledig getransformeerde rivierprikken gevangen worden met een lengte die meestal 9 à 10 cm bedraagt. De ontwikkeling van seksuele maturiteit gaat dus gepaard met een afname van gewicht en lichaamslengte (Stevens *et al.*, 2009b).

### **2.1.2 Bedreigingen**

Migratieknelpunten:

Constructies zoals dammen en stuwen vormen obstakels voor de stroomopwaartse migratie van prikken. Behalve echte barrières, moeten belangrijke veranderingen aan de waterloop en vormen van beheer die beschutting wegnemen, vermeden worden. Daarnaast moeten trajecten met een grote stroomsnelheid (> 2 m/s) vermeden worden langs de migratieroutes. Ondiep water door een te beperkte waterafvoer, al dan niet als gevolg van menselijk ingrijpen, kan de stroomopwaartse migratie bemoeilijken. Ook verschillen in watertemperatuur en samenstelling van het bodemmateriaal kunnen barrières zijn, net als verontreiniging en felle straatverlichting. Sommige types van vispassages blijken niet geschikt voor prikken (Stevens *et al.*, 2009b).

Habitatdegradatie:

Kanaliseren van waterlopen kan schadelijk zijn voor prikken, voornamelijk wegens vernietiging van hun habitat. Een te grote waterafvoer ter hoogte van de paailocaties kan ervoor zorgen dat eieren en larven weggespoeld worden. Kanaliseren van delen van een waterloop in combinatie met snelle fluctuaties van het waterpeil, kan erosie veroorzaken, zodat het aanwezige habitat ongeschikt wordt voor prikken. Het verwijderen van riffles en de hiermee samengaande paailocaties kunnen prikken volledig doen verdwijnen. Ingrepen waarbij de stroomsnelheid afgeremd wordt, kunnen het aantal geschikte habitats doen afnemen. Het verwijderen van slib in gebieden met larven kan een hoge mortaliteit veroorzaken. Ook het verwijderen van grindsubstraat dat gebruikt wordt als

paaiplaats is nadelig. Geschikt paaihabitat kan vernietigd worden door sedimentatie van slib en te lage stroomsnelheden. Verbreden of uitdiepen van de rivier kan een nadelige hydrologische toestand opleveren voor prikken. Door het verwijderen van stenen en ander bodemmateriaal wordt beschutting weggenomen voor zowel optrekkende adulten als voor juvenielen. Zowel het onttrekken van water als drainage van omliggend gebied, kunnen nadelig zijn voor prikpopulaties. Zulke ingrepen leiden tot onstabiele habitats met variabele waterstanden. Te ondiep water bemoeilijkt niet alleen de stroomopwaartse migratie van adulte prikken, maar kan ook het effect van een slechte waterkwaliteit versterken. In slibbodems die tijdelijk droog komen te staan, kunnen larven niet overleven. Aangezien zowel zee prik- als rivierprik larven een voorkeur hebben voor habitats met enige waterplantenbedekking, lijkt het volledig plantenvrij maken van waterlopen niet aangewezen. Het gebruik van een maaiboot op rupsbanden bij kruidruiming kan ook directe slachtoffers maken. Bovendien kan maaibeheer de kleinschalige variatie in de bodem tenietdoen, waardoor geschikt habitat kan verdwijnen (Stevens *et al.*, 2009b).

#### Waterkwaliteit:

Verontreiniging en hoge temperaturen, die vaak gepaard gaan met lage zuurstofconcentraties, vormen dodelijke factoren. Op de paaiplaatsen is een hoog zuurstofgehalte vereist voor een succesvol uitsluipen van de eieren. Eutrofiëring van het water kan extreme bloei van algen en bacteriën veroorzaken. De algen en bacteriën overwoekeren paailocaties en slibbodems die gebruikt worden door de larven. Hierdoor ontstaan zuurstofloze condities, zodat eieren en larven sterven. Larven zijn wel in staat om een tijdelijk verlaagd zuurstofgehalte te overleven (Stevens *et al.*, 2009b).

#### Directe verstoring door mensen en visserij:

Wadende hengelaars kunnen nestkuilen met eieren vertrappelen. Rivierprik werd in het begin van vorige eeuw hoofdzakelijk als aas gebruikt. Grote groepen komen samen op voorspelbare paaiplaatsen, vaak vlak voor migratiebarrières, en laten zich gemakkelijk vangen met een handnet. Prikken die gevangen worden tijdens de stroomopwaartse migratie, kunnen geen enkele bijdrage leveren aan de instandhouding van de populatie, omdat ze zich slechts één keer in hun leven voortplanten (Stevens *et al.*, 2009b).

## 2.2 Fint

### 2.2.1 Habitatvereisten fint

#### 2.2.1.1 Adulte levensstadium

Adulte finten brengen het grootste deel van hun leven in zee door en trekken enkel naar de rivieren om te paaien. In zee leven finten in de kustgebieden, dicht bij de estuaria met paailocaties. Ze hebben een pelagische levenswijze en eten voornamelijk kreeftachtigen en kleine vissen. Finten bereiken seksuele maturiteit op een leeftijd van 2 tot 6 jaar. Mannetjes kunnen vanaf hun tweede levensjaar paairijp worden, vrouwtjes vanaf hun derde. De gemiddelde lengte van geslachtsrijpe mannetjes is 34,4 cm en die van vrouwelijke individuen 36,4 cm (Stevens *et al.*, 2009b).

#### 2.2.1.2 Paaimigratie

In de lente migreren finten naar de bovendelen van estuaria. Watertemperatuur en waterafvoer controleren de migratie. De watertemperatuur (> 12°C) is de belangrijkste bepalende factor voor het op gang brengen van de paaimigratie, die plaatsvindt in de periode april tot juli. Meestal valt de migratiepiek in mei. Afhankelijk van de watertemperatuur, de sterkte van het getij en de stroming in de rivier, kan aanzienlijke variatie in migratieactiviteit voorkomen. Finten migreren op diepten tussen 1,5 en 2,5 m.

Op diepten van minder dan 1 m worden geen finten aangetroffen. Ze migreren voornamelijk overdag en vormen scholen om de rivier op te trekken. Wellicht maken ze hierbij gebruik van de vloedstroom in de hoofdgeul. Mannetjes migreren eerder naar de paailocaties dan vrouwelijke finten. Paairijpe mannetjes die de rivieren optrekken, zijn gemiddeld jonger en kleiner dan vrouwtjes. Geslachtsrijpe finten hebben een lengte tussen 27 en 50 cm. De leeftijd van adulten die stroomopwaarts migreren, kan variëren van 2 tot 7 jaar (Stevens *et al.*, 2009b).

### **2.2.1.3 Paaihabitat**

Finten paaien meer dan één keer in hun leven, telkens in de periode mei tot juli. Vanaf half mei kunnen eieren aangetroffen worden, die pas afgezet worden als de temperatuur ongeveer 15°C (14,7-15,9°C) bedraagt. Meestal paaien ze in het zoetwater getijdengebied, maar soms ook verder stroomopwaarts, tot op 400 km van de monding. De oeverstructuur, de waterdiepte en het substraat ter hoogte van de paailocaties zijn wellicht van weinig belang voor fint. De oevers ter hoogte van de paailocaties kunnen steil of zwakhellend zijn. Zowel oevers met kunstmatige verstevigingen als natuurlijke oevers met inhangende takken komen voor. Op de meeste oevers zijn bomen aanwezig die voor enige beschaduwing zorgen. De optimale waterdiepte ter hoogte van de paailocaties zou minder dan 2 m zijn, maar kan gaan tot 10 m. Ook het substraat waarboven gepaaid wordt, kan sterk uiteenlopen, van zand tot grind en keien. Schoon substraat is van belang voor een succesvolle incubatie van de eieren. Finten paaien 's avonds en 's nachts, vaak nabij een samenvloeiing van rivieren. Ter hoogte van de paailocaties is de stroming langzaam, maar in de nabijheid zijn er ook plaatsen met iets sneller stromend water en andere met stilstaand water. Mogelijk maken finten gebruik van diepere rivierdelen met rustig water om te rusten alvorens ze paaien. Het paaien gebeurt aan het oppervlak, in het midden van de rivier. Vrouwelijke finten produceren 50.000 tot 200.000 eieren, met een diameter van 3,85 mm. Eieren worden direct in de waterkolom geloosd, waarna ze zinken tot op de rivierbedding. Alvorens te bezinken kunnen ze over enige afstand worden meegevoerd met de stroming en de getijbewegingen (tot 25 km stroomafwaarts en 15 km stroomopwaarts), waardoor zowel aan het oppervlak als op de bodem eieren worden aangetroffen. Na het afzetten van de eieren, verplaatsen de volwassen dieren zich individueel terug richting zee, in de periode begin juni tot begin juli. Vrouwtjes migreren onmiddellijk terug stroomafwaarts na de paai. De mannetjes blijven iets langer om nog met andere vrouwtjes te paaien. De stroomafwaartse migratie piekt 's avonds tijdens de schemering (Stevens *et al.*, 2009b).

### **2.2.1.4 Juvenile levensstadium**

De larven sluipen uit na 3 à 5 dagen. Ze hebben dan een lengte van 4,25 mm. Na het uitsluipen blijven ze enkele dagen onbeweeglijk op de bodem liggen en worden daarna met de stroming meegevoerd naar rustiger water. Fintlarven en -juvenielen (7,1 tot 29,1 mm) kunnen in de periode eind mei tot half juli talrijk worden aangetroffen in langzaam stromend, dieper water in de hoofdstroom en de zijlopen. Fintlarven verkiezen een maximale waterdiepte en afstand tot de oever. Pas uitgeslopen larven verkiezen temperaturen tussen 17 en 20°C, iets oudere larven 17 tot 21,5°C. Hogere temperaturen worden vermeden. De metamorfose van larve tot juveniel gebeurt bij een lengte van 24 tot 29 mm. Juvenile finten verschijnen voor het eerst rond half juli in de stroomopwaarts gelegen delen de waterloop. De hoogste densiteiten worden er meestal eind juli of begin augustus waargenomen, maar soms pas in september. Daarna verplaatsen ze zich stelselmatig verder stroomafwaarts. Ze verplaatsen zich ook naar de randen van de waterloop. In de bovendelen van de rivier verdwijnen ze volledig in de periode september-oktober en stroomafwaarts nemen de aantallen verder af gedurende de winter. Zodra de watertemperatuur lager is dan 9°C wordt bijna geen enkel juveniel exemplaar meer gevangen. De groei hangt wellicht af van de watertemperatuur, maar

tegen oktober hebben de juveniele finten meestal een lengte van ongeveer 60 mm bereikt. Grotere juvenielen migreren eerder zeewaarts dan kleinere exemplaren, maar de exacte timing is temperatuursafhankelijk. De 0+ leeftijdsklasse voedt zich met zoöplankton, voornamelijk roeipootkreeftjes en aasgarnalen. De voedselpreferentie verandert met het aanbod en naarmate ze zich verder ontwikkelen. Vanaf eind maart kunnen opnieuw juveniele finten worden aangetroffen in het estuarium, wanneer de watertemperatuur stijgt tot boven 7°C. In de lente of de zomer bereiken de aantallen een piek. De dieren zijn dan ongeveer één jaar oud en hebben een lengte tussen 14 en 18 cm bereikt. Na perioden met toegenomen waterafvoer zijn de vangsten iets groter. Dit heeft mogelijk te maken met het zoeken naar voedsel. In de magen van de jonge dieren worden voornamelijk aasgarnalen gevonden, welke in deze periode zeer talrijk zijn. Ze blijven in het estuarium tot de late zomer of vroege herfst en migreren dan opnieuw naar zee (Stevens *et al.*, 2009b; 2011).

### **2.2.2 Bedreigingen**

Migratieknelpunten:

Elke barrière die in het riviersysteem wordt aangebracht, kan een negatief effect hebben op de stroomopwaartse migratie van fint. Vooral barrières in het getijdengebied van rivieren vormen een groot probleem. Finten worden vaak gedwongen om te paaien vlakbij een barrière, die een verdere migratie verhindert. Fint blijkt gepulseerde geluidsfrequenties van 200 kHz te vermijden, zodat ook deze een migratiebarrière kunnen vormen. Sommige types van vispassages blijken niet geschikt voor fint (Stevens *et al.*, 2009b).

Habitatdegradatie en verminderde waterkwaliteit:

Vervuiling en de daarmee samengaande afname van het zuurstofgehalte, wordt aanzien als een belangrijke oorzaak van de achteruitgang van fintpopulaties. Draadalgen die zich ontwikkelen als gevolg van eutrofiëring van het water, kunnen de rivierbedding overwoekeren en gasuitwisseling in de eieren verhinderen. Pas uitgeslopen larven kunnen er in verstrikt raken. Naast vervuiling kunnen ook waterbouwkundige ingrepen habitat vernietigen (Stevens *et al.*, 2009b).

Visserij:

Fintpopulaties kunnen achteruit gaan door overbevissing. In de eerste helft van de 20ste eeuw was fint een belangrijke commerciële soort (Stevens *et al.*, 2009b).

## **2.3 Elft**

### **2.3.1 Habitatvereisten elft**

#### **2.3.1.1 Adulte levensstadium**

Adulte elften leven in de kustgebieden, dicht bij de estuaria met paailocaties. Over de levenswijze in zee is weinig geweten. In tegenstelling tot de meeste haringachtigen, zouden elften geen scholen vormen. Elften voeden zich met kreeftachtigen en kleine vissen (Stevens *et al.*, 2009b).

#### **2.3.1.2 Paaimigratie**

Elften keren wellicht terug naar de plaats waar ze uit het ei gekomen zijn, maar dit is nog niet onomstotelijk bewezen. Elften migreren iets eerder dan finten. Ze trekken de rivieren op vanaf eind februari tot half augustus, met maximale aantallen tussen eind april en half juni. Migrerende elft legt gemiddeld 25 km per dag af. De watertemperatuur



in de migratieperiode varieert tussen 10,5 en 23°C. Onder de 11°C vindt geen migratie plaats. De migratieactiviteit neemt toe bij stijgende temperatuur en dalende afvoer en vertraagt wanneer de temperatuur afneemt, ongeacht de waterafvoer. Migrerende elften eten niet. Mannetjes starten hun stroomopwaartse migratie één à twee weken eerder dan de vrouwtjes. De leeftijd van stroomopwaarts migrerende elften ligt tussen 3 en 7 jaar. Geslachtsrijpe elften zijn steeds groter dan 33 cm en mannelijke exemplaren zijn gemiddeld kleiner dan vrouwelijke (Stevens et al., 2009b).

### **2.3.1.3 Paaigedrag en -habitat**

In tegenstelling tot de nauw verwante fint, paaien elften over het algemeen slechts één keer in hun leven. De meeste elften sterven na het afzetten van de eieren. De ligging van de paailocaties van elft en fint verschillen, evenals de morfologie en de heersende stroomsnelheden. Elft paait ver stroomopwaarts in zoetwater, voorbij het estuariene deel van de rivieren. De paailocaties van elft worden gekenmerkt door een diep gedeelte, gevolgd door een ondieper deel net stroomafwaarts hiervan. De stroomsnelheid ligt rond 1 m/s, variërend tussen 0,5 en 2,0 m/s. De stroming is eerder turbulent en het substraat bestaat er uit grind of keien, waartussen de eieren kunnen bezinken. Ter hoogte van de paailocaties is de rivier breder en de helling van de bedding minder steil (7 cm/km) dan op naburige plaatsen. Het water is er ook dieper (gemiddeld 2 m). In naburige rivierdelen is het verval groter en de stroming sterker. Paaiactiviteit wordt beïnvloed door de stroomsnelheid en de watertemperatuur. Watertemperatuur initieert en controleert de paaiactiviteit, maar de limietwaarden kunnen variëren tussen rivieren. Paaiactiviteit wordt waargenomen vanaf eind april tot half juli. Er wordt niet gepaaid bij een watertemperatuur beneden 13,9°C. Over het algemeen stopt de paaiactiviteit als de stroomsnelheden boven 0,75 à 0,80 m/s ligt. De paai vindt 's nachts plaats, binnen een korte tijdspanne van 1 à 2 uur (Stevens et al., 2009b).

### **2.3.1.4 Juveniele levensstadium**

De larven van elft zijn ongeveer 10 mm lang als ze uit het ei komen. Na het uitsluipen worden larvale elften meegevoerd met de stroming naar plaatsen met rustiger water. Vooral tijdens de eerste twee weken na het uitsluipen blijken ze sterk onderhevig aan drift. Daarna verplaatsen ze zich naar de randen van de waterloop met rustig water. Er is nog weinig geweten over de ecologie van larvale elften, met name wat de opgroeihabitats betreft. Ook tijdens de zeewaartse verplaatsing houden ze zich op langs de randen van de rivier met langzaam stromend water. Het voedsel van de jonge dieren bestaat hier voornamelijk uit benthische ongewervelden, zoals muggenlarven en kleine kreeftachtigen. Na een jaar bereiken ze een lengte tussen 80 en 140 mm. Tegen die tijd hebben de meeste dieren de zee bereikt en de rest volgt in hun tweede levensjaar. Ze kunnen tot op een diepte van 300 m aangetroffen worden (Stevens et al., 2009b).

### **2.3.2 Bedreigingen**

Migratieknelpunten:

Vooraf barrières in het getijdengebied van rivieren vormen een groot probleem voor elften, omdat de paailocaties voorbij de estuariene zone dan onbereikbaar worden. In het Scheldebekken is elft volledig verdwenen door de aanwezigheid van migratiebarrières. Wanneer elften de paaiplaatsen niet kunnen bereiken door de aanwezigheid van barrières en zo gedwongen worden om zich buiten de traditionele paailocaties voort te planten, kunnen hybriden tussen elft en fint aangetroffen worden. Niet enkel de hybridisatie met fint heeft mogelijke gevolgen voor het soortbehoud. De verschuiving van de paailocaties brengt tevens met zich mee dat de kwaliteit van de habitats waarin juveniele elften moeten opgroeien verandert. Elften paaien normaal niet in de rivierdelen die onder

invloed staan van het getij. Als de pailocaties echter dicht bij de monding komen te liggen, kunnen de brakke zones al in een vroeg ontwikkelingsstadium bereikt worden door het afdrijven van de eieren en larven, met mogelijke gevolgen voor de overleving. Sommige types van visladders blijken niet passeerbaar voor elften (Stevens et al., 2009b).

Habitatdegradatie:

Paaihabitat kan verloren gaan door waterbouwkundige ingrepen zoals oeververharding, maar ook door vervuiling en grindwinning (Stevens et al., 2009b).

Waterkwaliteit:

Vervuiling is één van de oorzaken van het verdwijnen van elft (Stevens et al., 2009b).

Visserij:

Door overbeving kunnen elftbestanden sterk achteruit gaan (Stevens et al., 2009b).

## **2.4 Kwabaal**

### **2.4.1 Habitatvereisten kwabaal**

#### **2.4.1.1 Adulte levensstadium**

Rivierbewonende kwabalen verkiezen koele waterlopen. In meren ligt de optimale zomertemperatuur tussen 10 en 12°C, maar over de optimale temperaturen voor rivierbewonende kwabalen is weinig informatie te vinden. Bij hogere watertemperaturen worden ze minder actief. Kwabaal vereist een goede waterkwaliteit. De Chemische Index mag maximaal 7 bedragen. De optimale zuurstofverzadiging ligt tussen 91 en 110 %. Het biochemisch zuurstofverbruik ligt bij voorkeur lager dan 3 mg O<sub>2</sub>/L en het gehalte ammoniakale stikstof beneden 0,5 mg/L. Kwabalen zijn nachtactief. Volwassen kwabalen vestigen zich in de hoofdloop in trajecten die veel holle oevers bevatten, waarin ze zich overdag verschuilen. Ook andere types schuilplaatsen, zoals holten tussen grote stenen, zijn geschikt. Kwabalen voeden zich met bodemdieren en vis (Ferguson, 1958; Koops, 1959; Müller, 1960; Farkas, 1993; Lehtonen, 1998; Dillen *et al.*, 2005; Dixon & Vokoun, 2009; 2010).

#### **2.4.1.2 Paaimigratie**

Kwabalen planten zich voort in de winter. Vanaf december ondernemen ze een paaimigratie naar de zijbeken. Deze kan beperkt zijn in afstand, maar kan ook meerdere honderden kilometers bedragen. In november kunnen kwabalen al gedragswijzigingen vertonen, waarbij ze overschakelen van een nachtactieve naar een dagactieve levenswijze. De migratie komt op gang bij toegenomen waterafvoer, na een periode met afgenomen watertemperatuur, die nodig is voor de rijping van de gonaden. Kwabalen zijn geen krachtige zwemmers. Er mogen dus geen al te lange waterlooptrajecten of visdoorgangen met hoge stroomsnelheden aanwezig zijn (Koops, 1959; Müller, 1969; 1970; 1973; Sorokin, 1971; Jones et al., 1974; Friedrich & Arzbach, 2002; Dillen *et al.*, 2005; Van den Neucker et al., 2009; Vokoun & Watrous, 2009).

#### **2.4.1.3 Paaihabitat**

Het substraat ter hoogte van de pailocaties kan verschillen, maar de voorkeur gaat uit naar zandige en stenige bodems. Kwabalen paaien vaak in groepen. De eieren worden afgezet boven waterplanten en stenen. De waterdiepte op de pailocaties bedraagt 20 tot 50 cm. In Noordwest-Europese rivieren worden de eieren meestal begin januari afgezet,

bij watertemperaturen beneden 4°C, maar soms ook pas in maart. De eieren worden vrij in de waterkolom afgezet. Ze bevatten een oliedruppel, zijn halfzwevend en volgens sommige auteurs enigszins kleverig. Dit betekent dat de stroomsnelheid op de paailocaties laag moet zijn, anders worden ze meegevoerd met de stroming. In de literatuur worden stroomsnelheden van 3 tot 15 cm/s opgegeven. Tijdens de eerste week verdragen de eieren geen watertemperaturen boven 6°C. Vanaf de derde week verdragen ze tot 9°C (Schreitmüller, 1934; Cahn, 1936; Fabricius, 1954; Müller, 1960; Müller & Österdahl, 1970; Sorokin, 1971; Harsányi & Aschenbrenner, 1992; Patzner & Riehl, 1992; Farkas, 1993; McPhail & Paragamian, 2000; Hochleithner, 2002; Bunzel-Drüke *et al.*, 2004).

#### **2.4.1.4 Juveniele levensstadium**

Afhankelijk van de watertemperatuur, duurt de eiontwikkeling 30 tot 75 dagen, zodat de larven in februari of maart uitsluipen. Bij het uitsluipen zijn ze ongeveer 4 mm lang. De eerste dagen hangen ze aan stenen en waterplanten en zwemmen daarna naar het wateroppervlak. De larven zijn dagactief, leven pelagisch tussen waterplanten nabij het wateroppervlak en voeden zich met zoöplankton. Ze kunnen zich niet standhouden in water met sterke stroming. Overstromingsgebieden die doorheen de lente continu onder water staan, vormen belangrijk habitat voor kwabaallarven. Het larvale stadium vormt de grootste flessenhals in de levenscyclus van kwabaalpopulaties. Na de metamorfose van larve naar juveniele kwabaal, die optreedt bij een lengte van ongeveer 30 mm, nemen de kwabalen een lichtmijdende levenswijze aan, dicht bij de bodem van de rivier. Overdag verschuilen ze zich tussen waterplanten en vanaf de avond zoeken ze naar prooi. Jonge kwabalen houden zich op in ondiep water langs de oevers, soms tussen spleten van stenen, op plaatsen die snel opwarmen. Na twee tot vier jaar worden kwabalen geslachtsrijp (Schreitmüller, 1934; Müller, 1960; 1961; Solem, 1973; Harsányi & Aschenbrenner, 1992; Farkas, 1993; Hochleithner, 2002; Bunzel-Drüke *et al.*, 2004; Van den Neucker *et al.*, 2009).

#### **2.4.2 Bedreigingen**

Migratieknelpunten:

Kwabalen planten zich voort in de zijbeken. Ze paaien bovendien in groepen. Daarom is het van belang dat alle geslachtsrijpe kwabalen kunnen deelnemen aan de paaimigratie en de paaiplaatsen kunnen bereiken. Migratieknelpunten die de toegang tot de zijbeken verhinderen, zijn dus nefast voor een kwabaalpopulatie (Cahn, 1936; Koops, 1959; Sorokin, 1971; McPhail & Paragamian, 2000; Friedrich & Arzbach, 2002; Dillen, 2008; Van den Neucker *et al.*, 2009).

Klimaatverandering:

Aangezien kwabalen paaitemperaturen beneden 4°C vereisen en ook de eieren gevoelig zijn voor hoge watertemperaturen, kan klimaatverandering een negatieve impact hebben op het voortplantingssucces. Als de maximaal bereikbare leeftijd lager is dan de frequentie van strenge winters met optimale paaitemperaturen, dan is de duurzaamheid van een populatie niet meer gegarandeerd. Ook structurele ingrepen die de watertemperatuur doen toenemen, moeten vermeden worden (Hochleithner, 2002; Švagždys, 2002).

Habitatdegradatie:

Een monotoon habitat met beperkte stroomdiversiteit en weinig natuurlijke oevers is ongeschikt voor kwabaal. Bovendien kunnen waterlooptrajecten met ondermaatse structuur, migratieknelpunten vormen, net als trajecten die onderhevig zijn aan vormen van beheer die beschutting wegnemen, zoals kanalisering en de daarmee samengaande oeverversteving. Het wegnemen van bomen en struiken langs de oevers kan ervoor

zorgen dat onderspoelde oevers inkalven, zodat het aantal geschikte schuilplaatsen afneemt. Ingrepen die de stroomsnelheid ter hoogte van de paailocaties doen toenemen, moeten vermeden worden, anders worden de eieren meegevoerd met de stroming. Sedimentatie van slib ter hoogte van de paailocaties moet vermeden worden, aangezien kwabalen zandige en stenige bodems verkiezen voor de voortplanting. Kruid- en slibuimingen kunnen best geheel achterwege gelaten worden in de zijbeken, omdat kwabalen de aanwezigheid van waterplanten verkiezen ter hoogte van de paailocaties (Schreitmüller, 1934; Fabricius, 1954; Müller & Österdahl, 1970; Sorokin, 1971; Farkas, 1993; Maitland, 2003; Dillen *et al.*, 2005).

Verminderde waterkwaliteit:

Kwabaal vereist een goede waterkwaliteit. De Chemische Index mag maximaal 7 bedragen. De optimale zuurstofverzadiging ligt tussen 91 en 110 %. Het biochemisch zuurstofverbruik ligt bij voorkeur lager dan 3 mg O<sub>2</sub>/L en het gehalte ammoniakale stikstof beneden 0,5 mg/L (Dillen *et al.*, 2005). Verontreiniging, hoge watertemperaturen en lage zuurstofconcentraties vormen dodelijke factoren.

Visserij:

Kwabaal is een gewaardeerde consumptievis, maar wordt in België beschermd door de visserijwet.

## **2.5 Spiering**

### **2.5.1 Habitatvereisten spiering**

#### **2.5.1.1 Adulte levensstadium**

Adulte anadrome spieringen leven in scholen in estuaria en kustwateren. Alleen om te paaien verblijven ze kort in zoetwater. Spiering kan sterk uiteenlopende zoutgehalten verdragen. De meeste spieringen worden gevangen op plaatsen waar het water vrij ondiep is en grote slikplaten aanwezig zijn. Ze hebben een zuurstofgehalte van minstens 5 mg/L nodig om te overleven. Spieringen voeden zich met kreeftachtigen en kleine vissen (Stevens *et al.*, 2009b).

#### **2.5.1.2 Paaimigratie**

Alvorens de paaimigratie wordt aangevat, worden scholen gevormd in de stroomafwaarts gelegen delen van het estuarium. Watertemperatuur, waterafvoer en maanlicht zijn de belangrijkste factoren die het tijdstip van de paaimigratie bepalen. Een verhoogde waterafvoer zou migratie stimuleren. Spieringen trekken de rivier op tussen oktober en april, als de watertemperatuur ongeveer 5°C bedraagt. De exacte timing van de paaimigratie varieert tussen rivieren (Stevens *et al.*, 2009b).

#### **2.5.1.3 Paaihabitat**

Spieringen paaien in de periode februari-april, wanneer de watertemperatuur tussen 4 en 6°C ligt. De paaiperiode duurt enkele dagen tot een maand, afhankelijk van de watertemperatuur. Spieringen paaien op de grens van het getijdengebied. De eieren zijn kleverig en worden afgezet op uiteenlopende substraten, waaronder stenen en waterplanten, maar nooit op modderbodems. De stroomsnelheid ter hoogte van de paailocaties kan variëren van 0,3 tot 2 m/s en de diepte waarop gepaaid wordt varieert

van 0 tot 17 m. Spieringen paaien in groepen en gewoonlijk 's nachts. Na het afzetten van de eieren verlaten vrouwelijke individuen de paaiplaatsen, terwijl de mannetjes blijven om te paaien met andere vrouwtjes. Afhankelijk van hun grootte kunnen vrouwelijke spieringen 4.000 tot meer dan 100.000 eieren afzetten. Na de paai keren de adulten snel terug naar de brakke delen van het estuarium. De ontwikkeling van de eieren verloopt sneller bij hogere temperaturen. De bovengrens van temperaturen die de eieren kunnen verdragen ligt tussen 17,7 en 20,7°C voor de vroege ontwikkelingsstadia en tussen 21 en 24°C voor latere ontwikkelingsstadia (Stevens *et al.*, 2009b).

#### **2.5.1.4 Juveniele levensstadium**

Afhankelijk van de watertemperatuur komen de eieren uit na 15 tot 35 dagen. De larven hebben dan een lengte van 5 mm. Na het uitsluipen drijven ze passief stroomafwaarts in het estuarium, soms tot in de brakke zone, waar ze zich beginnen te voeden met zoöplankton. De eieren en larven van spiering kunnen zonder probleem een saliniteit tot 10 ‰ verdragen. Bij hogere temperaturen verloopt de ontwikkeling van de larven sneller. In de loop van de lente, naarmate de groei vordert, verplaatsen ze zich vanaf de diepere regionen van de waterloop naar een diepte tussen 0 en 6 m en blijven daar tot het eind van de zomer. Vanaf een grootte van 30-40 mm voeden jonge spieringen zich met grotere prooien, zoals aasgarnalen (Stevens *et al.*, 2009b).

#### **2.5.2 Bedreigingen**

Migratieknelpunten:

De toegang tot de paailocaties kan verhinderd worden door de aanwezigheid van stuwen of andere barrières, inclusief chemische barrières door vervuiling. Spieringen zijn wellicht niet in staat om te migreren via vistrappen en andere types van vispassages waarin grote stroomsnelheden voorkomen. Obstakels zouden dus weggenomen moeten worden (Stevens *et al.*, 2009b).

Habitatdegradatie:

Paaiplaatsen kunnen verloren gaan door waterbouwkundige ingrepen en het afzetten van slib afkomstig van landbouwactiviteit of baggerwerkzaamheden en door groei van algen en schimmels op paaisubstraat als gevolg van het lozen van rioolwater (Stevens *et al.*, 2009b).

Waterkwaliteit:

Door het lozen van rioolwater en contaminanten kan massale sterfte optreden. Accumulatie van detritus, eencelligen en algen op de eieren ten gevolge van de lozing van rioolwater, kan leiden tot een verhoogde mortaliteit, vooral in de laatste fase van hun ontwikkeling. Er is een zuurstofgehalte van minstens 5 mg/L nodig voor deze soort (Stevens *et al.*, 2009b).

Visserij:

Doordat een groot deel van de populatie samenkomt op de paailocaties en spiering een korte levensduur heeft, is de soort kwetsbaar voor overbevissing (Stevens *et al.*, 2009b).

## **2.6 Paling**

### **2.6.1 Habitatvereisten paling**

#### **2.6.1.1 Adulte levensstadium**

Palingen groeien gedurende 5 tot 12 jaar op in rivieren. In dit levensstadium worden ze gele paling genoemd. Na het bereiken van een bepaalde leeftijd en grootte stoppen de gele palingen met eten en ondergaan ze een metamorfose tot schieraal. Dit schierwordingsproces wordt gestimuleerd door zwemactiviteit en bestaat uit een reeks in- en uitwendige veranderingen. De adulte fase van paling duurt slechts ongeveer een half jaar, tot ze sterven na het afzetten van de eieren (Stevens *et al.*, 2009b).

#### **2.6.1.2 Paaimigratie**

Na het vervolledigen van het schierwordingsproces, trekken de schieralen naar zee. Meestal verlaten ze de rivieren in de periode september-november. Mannetjes vertrekken gewoonlijk iets vroeger. In zee migreren ze waarschijnlijk op een diepte tussen de 200 en 600 m en bereiken na 5 à 7 maanden de paaigronden in de Sargasso Zee. Pas als ze de paaiplaatsen bereiken zijn ze volledig geslachtsrijp (Stevens *et al.*, 2009b).

#### **2.6.1.3 Paaihabitat**

Palingen paaien in de Sargasso Zee. De paaiperiode loopt van maart tot juni. Paaiende palingen werden nog nooit waargenomen, zodat over het paaihabitat weinig bekend is. Er bestaan aanwijzingen dat de eieren worden afgezet op een diepte van 100 à 200 m, bij een watertemperatuur van ongeveer 20°C. Na het afzetten van de eieren sterven de palingen. De eieren zijn pelagisch (Stevens *et al.*, 2009b).

#### **2.6.1.4 Juveniele levensstadium**

Pas uitgeslopen larven zijn 3 mm lang en ontwikkelen zich tussen het zoöplankton tot leptocephaluslarven. De larven trekken met de Golfstroom mee en bereiken na 7 tot 9 maanden de Europese kusten. Het is niet helemaal duidelijk of ze zich enkel passief laten meedrijven of ook actief migreren. De leptocephali zijn ongeveer 7 cm lang wanneer ze de continentale helling van Europa bereiken. Daar krijgen ze de kenmerkende palingvorm, maar ze zijn dan nog geheel doorzichtig. In dit levensstadium worden ze glasaal genoemd en zijn dan ongeveer 6 cm lang, dus iets kleiner dan de leptocephaluslarven. Ze worden met de stroming meegevoerd tot de riviermondingen. Het tijdstip waarop de glasalen de Europese rivieren bereiken, kan sterk verschillen en hangt af van de ligging, de zeestromingen en de weersomstandigheden. De Atlantische kusten van Frankrijk en de Britse eilanden kunnen al in september bereikt worden en de rivieren die uitmonden in de Noordzee vanaf februari. In het estuarium wordt hun osmoregulatorisch vermogen aangepast aan lage zoutgehalten. Vervolgens trekken ze de rivier op door actief te zwemmen. Tijdens de actieve stroomopwaartse migratie, krijgen de glasalen geleidelijk kleur en beginnen ze te eten. Migrerende glasalen zwemmen in scholen nabij de oevers. 's Nachts trekken ze nabij het wateroppervlak en overdag verplaatsen ze zich

op grotere diepte. Tijdens hun migratie zijn ze in staat om obstakels zoals stroomversnellingen en watervallen te overbruggen door gebruik te maken van ondiepe goten in ruw gesteente aan de randen. Ze hebben daarbij slechts een dun laagje water nodig om de huid nat te houden. De door pigmentvorming in gele paling veranderde dieren vestigen zich in uiteenlopende watertypen. Gele palingen kunnen aan getroffen worden in verschillende habitats en vrouwelijke palingen leven doorgaans verder stroomopwaarts dan mannelijke. Sommige palingen blijven in het estuariene milieu. Kleine palingen worden gewoonlijk gevonden in ondiep water, waar waterplanten talrijk zijn. Grotere palingen leven in dieper water. Palingen kunnen seizoens migraties ondernemen, maar ze kunnen ook een sedentaire levenswijze aannemen. Na 5 tot 12 jaar opgroeien in rivieren metamorfoserende ze tot schieraal (Stevens *et al.*, 2009b).

## **2.6.2 Bedreigingen**

Migratieknelpunten:

Migratiebarrières zoals dammen, stuwen en pompgemalen kunnen verhinderen dat juveniele palingen de opgroeigebieden bereiken. Ze kunnen ook de katadrome paaigratie belemmeren of onmogelijk maken (Stevens *et al.*, 2009b).

Habitatdegradatie:

Ingrepen die schuilplaatsen wegnemen en het prooiaanbod verminderen, kunnen nadelig zijn. Door voedselgebrek in de opgroeigebieden kunnen palingen onvoldoende vetvoorraden opbouwen om de paaigebieden in de Sargasso Zee te bereiken (Stevens *et al.*, 2009b).

Waterkwaliteit:

Watervervuiling speelt een belangrijke rol bij de wereldwijde achteruitgang van deze soort. Giftige stoffen kunnen zich opstapelen in het weefsel van paling. PCB's beïnvloeden het energiemetabolisme van schieralen, waardoor ze minder kans hebben om de paaigronden te bereiken. Bovendien kunnen er embryonale afwijkingen ontstaan als de eieren blootgesteld werden aan PCB's. Naast organische contaminanten kunnen ook zware metalen een negatief effect hebben op de conditie van de dieren. Paling blijkt wel tolerant voor lage zuurstofgehalten (Stevens *et al.*, 2009b).

Visserij:

Overbevissing kan een invloed hebben op de palingpopulaties. De paling is een gewaardeerde consumptievis (Stevens *et al.*, 2009b).

## **2.7 Grote modderkruiper**

### **2.7.1 Habitatvereisten grote modderkruiper**

#### **2.7.1.1 Adulte levensstadium**

De grote modderkruiper komt vooral voor in stilstaand en langzaam stromend water, met een stroomsnelheid van minder dan 5 cm/s. De waterdiepte bedraagt zelden meer dan 1,5 m. De voorkeur gaat uit naar dikke modderbodems en geleidelijk oplopende oeverzones. Belangrijke leefgebieden van de grote modderkruiper zijn

overstromingsvlakten van rivieren. Oude rivierarmen waarin verlandingsprocessen optreden, geven een structuurrijk habitat waarin de soort zich kan handhaven. Grote modderkruipers leven solitair en zijn vooral tijdens de schemering en 's nachts actief. Overdag verbergen ze zich in de modder, op een diepte van 20-25 cm. Soms zitten ze tot 50 cm diep in de modder. Eenmaal in de sliblaag ingegraven, kan de grote modderkruiper lange tijd in leven blijven, zelfs als er geen water meer boven de bodem aanwezig is. Dankzij de verschillende vormen van ademhaling waarover de grote modderkruiper beschikt, kan hij overleven in zuurstofarm water. Voor de zuurstofvoorziening is de grote modderkruiper in staat om zowel kieuw-, huid- als darmademhaling te gebruiken. Huidademhaling vormt het belangrijkste aandeel en grote modderkruipers zijn hier volledig op aangewezen als ze ingegraven zitten in de modder. Ook perioden van grote droogte, waarin de watertemperatuur behoorlijk kan oplopen of het water zelfs geheel opdroogt, kunnen door de grote modderkruiper overleefd worden. Het water waarin de soort wordt aangetroffen is vaak eutroof en heeft een rijke onderwatervegetatie. De locaties waar grote modderkruiper met relatief hoge dichtheden worden aangetroffen, zijn vaak geïsoleerde watersystemen met weinig andere vissen. Kleine, snel opwarmende wateren met een hoge bedekking van vegetatie en liefst zonder vis, zijn het meest geschikte biotoop voor de grote modderkruiper. Hun voedsel bestaat uit wormen, weekdieren, insectenlarven en kreeftachtigen (Van Beek, 2003).

#### **2.7.1.2 Paaimigratie**

Buiten de paaitijd zijn grote modderkruipers zeer stationair en verplaatsen zich zelden meer dan 50 m. Ze kunnen wel een zekere migratie naar geschikte paaigebieden ondernemen in het voorjaar (Van Beek, 2003). Van Beek (2003) vermeldt echter geen migratieafstanden.

#### **2.7.1.3 Paaigedrag en -habitat**

De paaitijd duurt van april tot juni, als het water een temperatuur van ongeveer 13 à 14°C heeft. De grote modderkruiper paait 's nachts. De eieren worden afgezet op waterplanten of tussen de wortels van oeverplanten. Het afzetten van de eieren gebeurt bij voorkeur in ondiep water dat snel opwarmt door de zon, zoals op overstromingsvlakten. De eieren zijn matig kleverig en kunnen daardoor makkelijk losraken van het paaisubstraat. Bij een temperatuur van 15°C komen de eitjes na 8-9 dagen uit (Van Beek, 2003).

#### **2.7.1.4 Juveniele levensstadium**

Net uitgekomen larven hebben een lengte van 5 mm en ontwikkelen draadvormige, uitwendige kieuwen als aanpassing aan zuurstofarm water. Gaandeweg de ontwikkeling wordt huidademhaling steeds belangrijker. Na maximaal 14 dagen verdwijnen de uitwendige kieuwen. Bij een lengte van 36 mm krijgen ze het uiterlijk van de ouderdieren. Jonge grote modderkruipers kunnen een jaar ter hoogte van de paalocaties verblijven (Van Beek, 2003).



## 2.7.2 Bedreigingen

Migratieknelpunten:

Wanneer de oppervlakte geschikt habitat klein is, kan een populatie relatief gemakkelijk uitsterven door inteelt, een calamiteit (vervuilingspiek) of extreme omstandigheid (besmettelijke ziekte, slecht voortplantingssucces). Bij voldoende uitwisseling met andere populaties zal inteelt niet optreden en kan de populatie zich door herkolonisatie weer herstellen na een calamiteit (Van Beek, 2003). Daarom is het ook voor deze weinig mobiele soort van belang dat alle migratieknelpunten verwijderd worden.

Habitatdegradatie:

Door kruid- en slibruiming kunnen grote modderkruipers op de oevers belanden. De soort blijkt een vertikaal vluchtgedrag te hebben, waardoor ze meer dan andere soorten vissen worden verwijderd bij slibruiming. Na de ruiming zijn de grote modderkruipers bovendien hun habitat kwijt (Van Beek, 2003).

Waterkwaliteit:

Watervervuiling wordt als één van de factoren genoemd waardoor de stand van de grote modderkruiper achteruit gaat. Welke stoffen hierbij specifiek van belang zijn, wordt niet duidelijk in de literatuur (Van Beek, 2003).

## 2.8 Kleine modderkruiper

### 2.8.1 Habitatvereisten kleine modderkruiper

#### 2.8.3.1 Adulte levensstadium

De kleine modderkruiper komt vooral voor in kleine, onvervuilde, heldere waterlopen en in de litorale zone van meren en plassen. Kleine modderkruipers worden gevonden in de ondiepe, bochtige waterlooptrajecten, waarin plantenrijke zones aanwezig zijn. Het water moet stilstaand of traagstromend zijn. De stroomsnelheid ligt bij voorkeur lager dan 0,15 m/s. De bodem moet uit slib of zand bestaan. Optimaal is een dominante korrelgroottefractie tussen 0,15 en 0,75 mm. Grof grind wordt vermeden. Kleine modderkruipers kunnen darmademhaling toepassen, maar dit is onvoldoende om aan hun zuurstofbehoefte te voldoen. Zuurstofrijk water is daarom steeds een vereiste. Ze zijn vooral actief tijdens de schemering en 's nachts. Wanneer ze niet actief zijn, zitten ze ingegraven in de bodem of verscholen tussen waterplanten. Kleine modderkruipers voeden zich met kleine bodemorganismen, die qua grootte in het bereik 0,2 tot 0,75 mm liggen (Seeuws *et al.*, 1999; van Emmerik & de Nie, 2006).

#### 2.8.1.2 Paaimigratie

Vermoedelijk migreren kleine modderkruipers voor de voortplanting over slechts zeer korte afstand stroomafwaarts, om daarna weer stroomopwaarts te trekken (van Emmerik & de Nie, 2006).

### **2.8.1.3 Paaigedrag en –habitat**

De paaitijd valt in de periode april tot juli, bij watertemperaturen boven 18°C. De eieren worden tussen dichte pakketten waterplanten afgezet, maar ook los op zandig substraat. Kleine modderkruipers kunnen zich in zeer ondiep water voortplanten (tot 4 cm) (van Emmerik & de Nie, 2006; Kottelat & Freyhof, 2007).

### **2.8.1.4 Juveniele levensstadium**

Larven zijn lichtschiuw en verschuilen zich tussen waterplanten tot de dooierzak leeg is. Zeer jonge dieren worden vooral teruggevonden op ondiepe en relatief warme plaatsen. Jonge vissen zwermen uit, op zoek naar eigen leefgebied. Op die manier kunnen nieuwe locaties worden gekoloniseerd. Juveniele en adulte kleine modderkruipers lijken hetzelfde habitat te gebruiken (Seeuws *et al.*, 1999; van Emmerik & de Nie, 2006; Kottelat & Freyhof, 2007).

## **2.8.2 Bedreigingen**

Migratieknelpunten:

Het is zinvol om migratieknelpunten weg te nemen voor deze weinig mobiele soort, want een lokale populatie kan relatief gemakkelijk uitsterven door inteelt of een calamiteit. Bij voldoende uitwisseling met andere populaties zal inteelt niet optreden en kan de populatie zich herstellen door herkolonisatie.

Habitatdegradatie:

Kleine modderkruipers prefereren fijnere substraatklassen. Deze worden afgezet bij lagere stroomsnelheden, bijvoorbeeld in binnenbochten van meanders. Kanaliseren en rechttrekken van waterlopen kunnen ervoor zorgen dat geschikt substraat voor kleine modderkruiper verdwijnt. Door kruid- en slibruiming kunnen kleine modderkruipers op de oever belanden. Na de ruiming is bovendien het habitat van de kleine modderkruiper verdwenen (Seeuws *et al.*, 1999).

Waterkwaliteit:

Kleine modderkruipers zijn zeer gevoelig aan zuurstofstress. Ondanks het feit dat de soort gebruik kan maken van darmademhaling, lijkt hij bij zuurstofgebrek niet in staat om een zuurstoftekort op die manier aan te vullen, zelfs niet tijdelijk. Dit impliceert dat de kleine modderkruiper zeer gevoelig is voor organische verontreiniging, bijvoorbeeld na het in werking treden van overstorten. Kleine modderkruiper komt niet voor in waterlopen met een pH van minder dan 6,25 (Seeuws *et al.*, 1999).

## **2.9 Bittervoorn**

### **2.9.1 Habitatvereisten bittervoorn**

#### **2.9.1.1 Adulte levensstadium**

Zowel stilstaand als langzaam stromend (0,1 m/s) water behoren tot het leefgebied van de bittervoorn. De bittervoorn is meestal te vinden in wateren met een diepte van 50 cm of meer. De bodem mag bestaan uit zand, grind, klei, veen of een dunne laag modder, die tevens geschikt is voor zoetwatermosselen. Zoetwatermosselen komen niet voor op harde klei of zeer zacht slib. Indien geen mosselen voorkomen, kan de bittervoorn zich niet voortplanten. Zolang er geen andere beperkende factoren optreden, bepaalt de aanwezigheid van zoetwatermosselen het verspreidingsgebied van de bittervoorn. Bittervoorns verkiezen wateren met een gevarieerde plantengroei of plantenrijke oevers. Ze kunnen tijdelijk lage zuurstofconcentraties verdragen, maar de voorkeur gaat uit naar een zuurstofgehalte van 11,5 mg/L. Ze komen niet voor in zuur water, omdat de zoetwatermosselen, die nodig zijn voor de voortplanting, geen zuur water verdragen. De bittervoorn is een planteneter en leeft voornamelijk van algen (de Lange & van Emmerik, 2006).

#### **2.9.1.2 Paaimigratie**

Bittervoorns ondernemen, voor zover bekend, geen paaimigratie.

#### **2.9.1.3 Paaigedrag en -habitat**

De paaitijd van de bittervoorn begint in april en duurt tot eind juni. Voor de voortplanting is het noodzakelijk dat er zoetwatermosselen behorende tot de familie Unionidae in het water aanwezig zijn. Tijdens de paaiperiode gaat het mannetje op zoek naar een geschikte zoetwatermossel, waarin het vrouwtje haar eieren afzet (de Lange & van Emmerik, 2006).

#### **2.9.1.4 Juveniele levensstadium**

De larven verlaten de mossel niet direct nadat ze zijn uitgekomen, maar blijven nog 2 tot 3 weken in de mossel om hun dooierzak te verteren. Wanneer de larven vrij kunnen zwemmen, verlaten ze de mossel en gaan ze actief op zoek naar voedsel. In het juveniele stadium leven de bittervoorns vaak samen met andere karperachtigen in scholen. De bittervoorn wordt geslachtrijp in het tweede of derde levensjaar, bij een lengte van ongeveer 3 cm (de Lange & van Emmerik, 2006).

## 2.9.2 Bedreigingen

Migratieknelpunten:

De dispersieafstand van bittervoorns bedraagt slechts 1 tot 3 km. Toch is het zinvol om migratieknelpunten weg te nemen voor deze weinig mobiele soort, want een lokale populatie kan relatief gemakkelijk uitsterven door inteelt, een calamiteit (vervuilingspiek) of extreme omstandigheid (besmettelijke ziekte, slecht voortplantingssucces). Bij voldoende uitwisseling met andere populaties zal inteelt niet optreden en kan de populatie zich door herkolonisatie weer herstellen na een calamiteit. Bovendien hangen bittervoorns voor hun voortplanting af van grote zoetwatermosselen behorende tot de familie Unionidae (de Lange & van Emmerik, 2006). Deze mosselen zijn voor hun verspreiding afhankelijk van vissen. Hun larven leven namelijk korte tijd parasitair op de kieuwen van vissen en worden op die manier verspreid doorheen de waterloop. Migratieknelpunten kunnen dus beletten dat mosselen nieuwe locaties koloniseren. Wanneer een mosselpopulatie uitsterft door een calamiteit, sterft ook de bittervoornpopulatie uit, tenzij de locatie snel opnieuw gekoloniseerd kan worden.

Habitatdegradatie:

Troebel water door eutrofiëring, kan ervoor zorgen dat er geen ondergedoken waterplanten kunnen groeien. Waterplanten vormen het voornaamste voedsel van bittervoorns en doen tevens dienst als schuilplaats. Omdat bittervoorns afhankelijk zijn van grote zoetwatermosselen, vormen het uitbaggeren en mechanisch schonen van waterlopen ook een bedreiging. De mosselen kunnen dan op de oever belanden (de Lange & van Emmerik, 2006).

Waterkwaliteit:

Bittervoorns zijn gevoelig voor industriële vervuiling en verzuring (de Lange & van Emmerik, 2006).

## 2.10 Rivierdonderpad

### 2.10.1 Habitatvereisten rivierdonderpad

#### 2.10.1.1 Adulte levensstadium

In kleinere, stromende wateren komen rivierdonderpadden vooral voor op de ondiepe plaatsen tussen 10 en 40 cm. Ze kunnen echter ook op diepte van 20 m voorkomen, afhankelijk van het type waterlichaam, de watertemperatuur, het type substraat en de aanwezigheid van voldoende voedsel. De rivierdonderpad is gebonden aan de aanwezigheid van stevige structuren, bij voorkeur stenen, die als beschutting en paailocatie dienen. Donderpadden hebben de voorkeur voor een onbegroeid en stenig substraat en worden zelden op slib aangetroffen. Ze houden zich overdag schuil en zijn voornamelijk nachtactief. Schuilplaatsen zijn meestal spleten en holten onder grote stenen. Hierbij bestaat een voorkeur voor platte stenen met een oppervlak van minstens 20 cm<sup>2</sup>. Donderpadden blijken ook goed gebruik te kunnen maken van kunstmatig (steen)substraat. Naast stenen kunnen ook takken, boomwortels en holle oevers als beschutting dienen. Rivierdonderpadden hebben een sterke voorkeur voor beschaduwde waterlooptrajecten. De stroomsnelheid ligt bij voorkeur beneden 10 cm/s. Rivierdonderpadden verkiezen lage watertemperaturen, maximaal 14 tot 16°C, en

worden niet aangetroffen in water van meer dan 18°C. De optimale procentuele zuurstofverzadiging ligt tussen de 90 en 120 % en de pH moet tussen 6 en 9 liggen. Rivierdonderpadden verplaatsen zich gewoonlijk maximaal 50 m en vertonen sterk hominggedrag, waarbij ze steeds terugkeren naar dezelfde schuilplaats. Rivierdonderpadden eten vooral bodemdieren, voornamelijk vlokreeften en waterpissebedden (Peters, 2009).

### **2.10.1.2 Paaimigratie**

In de paaiperiode voert een deel van de populatie migratiebewegingen uit. De verplaatsingsafstand blijft echter beperkt tot maximaal 250 m (Peters, 2009).

### **2.10.1.3 Paaigedrag en –habitat**

Rivierdonderpadden kunnen zich voortplanten vanaf februari tot juli. Tijdens deze periode maken ze een nestruimte door een holte onder een steen uit te graven. Het mannetje bewaakt de eitjes tot ze uitkomen (Peters, 2009).

### **2.10.1.4 Juveniele levensstadium**

Pas uitgeslopen larven verblijven in een hoekje van het nest of verspreiden zich tussen de stenen in de buurt van het nest. De larven en juvenielen leven gedurende enige tijd een pelagisch (Peters, 2009).

## **2.10.2 Bedreigingen**

Migratieknelpunten:

Rivierdonderpadden verplaatsen zich niet verder dan 250 m van hun territorium. Toch is het zinvol om migratieknelpunten weg te nemen voor deze weinig mobiele soort, want een lokale populatie kan relatief gemakkelijk uitsterven door inteelt of een calamiteit. Bij voldoende uitwisseling met andere populaties zal inteelt niet optreden en kan de populatie zich door herkolonisatie weer herstellen na een calamiteit. Donderpadden verplaatsen zich over de bodem. Hierdoor vormen vistrappen met overlaten van 20 cm hoogte, een obstakel voor deze soort (Peters, 2009).

Habitatdegradatie:

Stenen en takken mogen niet bedekt raken onder een laag slib, vermits deze substraten gebruikt worden als schuil- en paaiplaats. Kanalisering van de waterloop en inspoelen van slib door erosie van omliggend gebied, moeten dus vermeden worden. Bufferstroken langs de oevers kunnen in dit opzicht nuttig zijn. Er moet op toegezien worden dat vee de oevers niet vertrappelt, door een degelijke omheining te plaatsen.

Waterkwaliteit:

Rivierdonderpadden vereisen water zonder organische vervuiling. Er zijn verschillende aanwijzingen dat niet altijd de watervervuiling zelf, maar wel het verdwijnen van geschikt

substraat door algengroei en de ophoping van slib als gevolg van de vervuiling, een rol spelen bij de achteruitgang of het verdwijnen van de donderpad. Donderpadden hebben een zekere tolerantie voor verlaagde zuurstofgehaltenes, hoewel de optimale procentuele zuurstofverzadiging tussen de 90 en 120 % ligt (Peters, 2009).

## **2.11 Europese meerval**

### **2.11.1 Habitatvereisten Europese meerval**

#### **2.11.1.1 Adulte levensstadium**

De Europese meerval heeft schuilgelegenheid in de vorm van diepe gaten, boomstronken en overhangende oevers nodig. De meerval is een nachtelijke rover. Hij is lichtschuw en zoekt beschaduwde of donkere plaatsen op. Overdag houdt hij zich meestal op nabij de bodem op een vaste rustplaats in holten en onder overhangende oevers. Pas bij schemering en 's nachts is de meerval actief. Europese meervallen verplaatsen zich over korte afstanden, waarbij ze steeds terugkeren naar de vaste rustplaatsen. Gewoonlijk bedraagt de afgelegde afstand 20 à 50 m per dag, met een maximum van ongeveer 750 m stroomopwaarts of stroomafwaarts van de rustplaats. De meerval is een roofvis, die zowel vissen, kikkers, vogels als kleine zoogdieren kan eten. Volwassen dieren leven buiten de paaitijd solitair. Volwassen meerval stelt weinig eisen wat het zuurstofgehalte betreft. Hij verdraagt zuurstofconcentraties van 5 tot 12 mg/L en het minimum ligt bij 4 mg/L. De zuurstofverzadiging is optimaal 70 % en minimaal 50 %. De Europese meerval wordt vooral aangetroffen in wateren met een vrijwel neutrale pH (rond 7). De meerval heeft een voorkeur voor zachte bodems. Grotere, volwassen meervallen leven buiten de paaitijd solitair. De Europese meerval stelt weinig eisen aan de waterkwaliteit en blijkt dus vrij tolerant voor organische vervuiling (Van Emmerik, 2009).

#### **2.11.1.2 Paaimigratie**

Er vindt slechts over een beperkte afstand paaimigratie plaats. In het voorjaar verplaatsen meervallen zich naar ondiepere delen om te foerageren en te paaien. Over het algemeen begint de paaimigratie wanneer de watertemperatuur naar 17 à 18°C stijgt. De migratie gebeurt uitsluitend 's nachts. Na de paai keren de volwassen dieren terug naar dieper water (Van Emmerik, 2009).

#### **2.11.1.3 Paaigedrag en –habitat**

De paai begint bij watertemperaturen van 18 tot 20°C, meestal in mei of juni. De paai vindt bij voorkeur plaats in de nacht en/of bij regen. De paaiplaatsen liggen op ondergelopen land of locaties met waterplanten, op een diepte van ongeveer 40-60 cm. Het mannetje bouwt een nest van plantendelen. Het nest, de eieren en het broed worden door het mannetje bewaakt (Van Emmerik, 2009).

#### **2.11.1.4 Juveniele levensstadium**

Larven die net uit het ei geslopen zijn, brengen de eerste dagen vastgehecht aan het nestmateriaal door. Na 7 tot 10 dagen is de dooierzak verteerd en gaan de larven kieuwademhaling vertonen en actief foerageren. De eitjes en larven van de Europese meerval worden aangetroffen op een diepte van 0,5 tot 1 m, op een substraat van (afgestorven delen van) waterplanten. Ze zijn lichtschuw. Jonge meerval komt voor bij waterplanten en boomwortels. Ook jonge meerval is sterk lichtgevoelig en zoekt beschutting in de schaduw van waterplanten. Jonge dieren leven vaak in groepjes (Van Emmerik, 2009).

#### **2.11.2 Bedreigingen**

Migratieknelpunten:

Het stroomafwaarts drijven van eieren, larven en juvenielen en het stroomopwaarts en lateraal migreren van juvenielen en volwassen dieren, is van belang voor de verspreiding en ontwikkeling van de populatie. Daarom zijn onbeperkte migratiemogelijkheden belangrijk voor de meerval. Het is dus van belang dat alle migratieknelpunten verwijderd worden (Van Emmerik, 2009).

Habitatdegradatie:

Ingrepen die schuilplaatsen, zoals holle oevers en boomstammen, wegnemen, zijn nadelig voor Europese meerval. Aangezien Europese meervallen hun eieren afzetten op waterplanten, zijn ook kruidruimingingen nadelig voor deze soort.

Waterkwaliteit:

Een zuurstofgehalte van minder dan 3,5 mg/L is letaal voor embryo's van Europese meerval (Van Emmerik, 2009).

#### **2.12 Zeeforel**

Er zijn geen aanwijzingen dat zeeforel ooit voorkwam in het Vlaamse deel van het Schelde-bekken (Van Damme & De Pauw, 1995). De soort wordt daarom niet besproken.

#### **2.13 Otter**

Een goed begrip van mogelijke beheer- en inrichtingsmaatregelen in functie van de otter, vergt in eerste instantie een globaal beeld van de ecologie van de soort. Essentieel daarbij is dat otters, als middelgrote territoriale roofdieren, uitgestrekte individuele leefgebieden gebruiken. Voor één mannetje gaat het dan bv. over 20 km oeverlengte met bijhorend hinterland. Toegepast op het projectgebied betekent dit dat er slechts plaats is voor één volwassen mannetje, waarvan het territorium dan overlapt met dat van één of twee wijfjes (zie verder). Het schaalniveau van terreinmaatregelen wordt daarom best vanuit dit perspectief benaderd. Dit betekent enerzijds dat aan essentiële habitatkenmerken niet over het gehele oppervlakte als continuüm dient voldaan te zijn, maar dat afwisseling met minder gunstige zones aanvaardbaar is. Anderzijds is het zo dat de gunstige zones voldoende ruimtelijk gespreid moeten aanwezig zijn over de volledige oppervlakte.

**Ecologie van de otter** (naar Van Den Berge & De Pauw, 2003, steunend op o.a. Kruuk, 1995).

Het leefgebied van de otter kan globaal gekarakteriseerd worden als de relatief smalle strook aan beide zijden van de grenszone tussen water en land. Als waterpartij komen zowel grote rivieren met hun zijlopen (met inbegrip van middelgrote beken) in aanmerking, als kanalen, vijvers en meren. Ook brak of zelfs zout water kan in aanmerking komen. De kwaliteit van deze waters moet goed zijn, opdat er een ruim visbestand in aanwezig is dat als stapelvoedsel fungeert. Daarnaast dient evenzeer het aanpalende landbiotoop aan de nodige kwaliteitseisen te voldoen, vooral op het vlak van dekking en rust. Voor een middelgroot, schuw zoogdier betekent dit de aanwezigheid van structuurrijke oevers en dichte, middelhoge vegetaties (rietkraag, zeggenruigte, braamstruweel, moerasbos, ...) over een behoorlijke oppervlakte en met een regelmatige spreiding. De lineariteit van het leefgebied maakt immers dat de dieren op hun voedseltochten voortdurend grote afstanden moeten afleggen.

De sociale organisatie van de otter is enerzijds gebaseerd op de voor marterachtigen groepseigen territorialiteit, maar lijkt anderzijds tot op zekere hoogte beïnvloed te zijn door het biotooptype. De lineariteit ervan maakt immers dat confrontatie met soortgenoten al gauw onvermijdelijk wordt en er dus meer onderlinge tolerantie optreedt in de hoedanigheid van een soort 'groepsterritorium'. Dit neemt niet weg dat binnen zo'n territorium de dieren solitair leven (met uitzondering van een moeder met jongen). Mannelijke otters gebruiken bijzonder grote leefgebieden, waarbij de uitersten gemakkelijk 10-20 km of meer uit elkaar kunnen liggen. Vrouwtjes verplaatsen zich doorgaans wat minder ver. Harde vorstperiodes leiden ertoe dat de dieren genoodzaakt worden op zoek te gaan naar open water, over soms nog grotere afstanden. Daarbij ontstaan dan soms 'concentraties', wanneer meerdere otters zich tegelijk een tijdlang op dezelfde locatie ophouden.

Voor de geboorte trekt het vrouwtje meestal een eind landinwaarts om confrontaties met soortgenoten te ontlopen. Deze uitwijking maakt haarzelf en haar jongen evenwel kwetsbaar voor vijanden (mens, hond) en verkeer. De moeder verplaatst de jongen regelmatig tussen verschillende schuilplaatsen ('holts').

Otters zijn schuwe, nachtactieve dieren, die overdag in een schuilplaats rusten. Als schuilplaatsen gebruikt de otter zowel natuurlijke of kunstmatige holle ruimtes als bovengrondse dichte vegetaties. Typische natuurlijke holts worden gevormd door uitspoelingen van uitgebreide wortelgestellen van grotere bomen op de oever, openscheurende stammen van zware knobomen of holtes onder wortelschijven van uitgewaaiden bomen. Ook worden soms bestaande holen van konijn of beverrat wat verder uitgewerkt. Kunstmatige ruimtes als nissen of deels afgesloten holle ruimtes onder bruggen of oeververstevingen worden echter evengoed gebruikt.

Een goede spreiding van dergelijke extra-veilige schuilplaatsen in de onmiddellijke bereikbaarheid van het water, is ongetwijfeld van belang in regio's met nagenoeg permanente menselijke nabijheid zoals Vlaanderen. Toch lijkt het er sterk op dat otters liever bovengronds (d.i. in open lucht) blijven om hun pels sneller te laten drogen, zelfs in de winter. Wegens de relatief geringe vetreserves (een evolutionair compromis tussen enerzijds het behoud van hun beweeglijkheid, ook op het land, en anderzijds koude-isolatie – vergelijk met zeehonden) dienen zij immers veel tijd en energie te steken in het voortdurend laten drogen en verzorgen van de pels. Dichte oevervegetaties, voldoende groot om ook buiten het vegetatieseizoen, gebufferd te zijn tegen menselijke verstoring, zijn daarom essentieel.

Otters zijn volledig carnivoor, met in de regel een sterke specialisatie op vissen. Daarnaast wordt een breed gamma aan min of meer watergebonden prooien gegeten, zoals amfibieën, rivierkreeften, (kleine) watervogels en hun eieren, knaagdieren als



bruine rat, woelrat, muskusrat, ... Onder de vissen worden de soorten of soortcategorieën geïdentificeerd die plaatselijk en/of tijdelijk ergens talrijk voorkomen. De otter probeert zijn prooi daarbij zoveel mogelijk in het nauw te drijven, wat maakt dat een gevarieerde structuur van de onderwaterbodem en de oever het jachtsucces (tot op zekere hoogte) zal bevorderen.

De effectief bejaagde prooi-soorten, i.c. vooral vissen, worden hoe dan ook spoedig extra alert, waardoor het vangstsucces lokaal overeenkomstig snel afneemt. Otters zijn daarom genoodzaakt zich regelmatig over voldoende grote afstand te verplaatsen naar telkens weer andere gunstige jachtlocaties binnen hun – noodzakelijkerwijs – uitgestrekt territorium.

Binnen het uitgestrekte Euraziatische verspreidingsareaal, gelden alle mogelijke visgemeenschappen van zoet water en kustzones als potentiële voedselbron voor de otter. In laagland-waterecosystemen, zoals in Vlaanderen, is een van de belangrijkste prooi-soorten de paling, een bodemlevende en dus relatief gemakkelijk te vangen soort. Deze vetrijke (en dus als prooi energierijke) vissoort accumuleert evenwel in zijn lichaam tal van pollutanten (o.a. PCB's), wat doorvertaald wordt in een afname van de vitaliteit en de vruchtbaarheid van de otter. Overigens is de paling de laatste decennia nagenoeg overal sterk achteruitgegaan.

### **Vertaling naar concrete aandachtspunten:**

- Streven naar een rijke visstand als basisvoedsel.
- Streven naar een hoge structuurdiversiteit van waterlichamen, zowel horizontaal als verticaal en in het bijzonder inzake de onderwaterbodem, oevers en oeverzones als jachtterrein.
- Streven naar een regelmatige spreiding van potentiële schuil-, rust- en nestplaatsen, zowel puntsgewijze (uitgespoelde wortelgestellen van oeverbomen,...) als vlakvormige (brede ruigtes,...). De kwaliteit van deze laatste is omgekeerd evenredig met de nabijheid of doordringing (fysiek, geur,...) van menselijke aanwezigheid (aspecten van doorzichtigheid, vluchtafstand, uitwijkmogelijkheid,...). Aspecten van beheer (gefaseerd maaien riet,...) en regeling van de toegankelijkheid zijn hier cruciaal.
- Bijzondere aandacht aan verkeerssterfte en otterspecifieke ontsnipperingsmaatregelen in functie van verre-afstandverplaatsingen.

## **2.14 Bever**

### **2.14.1 habitatkenmerken**

De Europese bever is een groot, voornamelijk nachtactief knaagdier dat zich steeds in of nabij water ophoudt. Het dier beweegt zich het beste in water voort. Optimale leefmilieus voor de bever zijn zwak stromende of stilstaande wateren met een voldoende diepte. Al naargelang de literatuurbron wordt gesproken van optimale dieptes rond 80 cm tot meer dan 1 m. De omvang blijkt weinig rol te spelen. Zowel kleine grachten als brede rivieren, kleine poelen en grote meren behoren tot de mogelijkheden. De stroomsnelheid van geschikte waterlopen bedraagt doorgaans minder dan 1 m per seconde. (Vercoutere, 2007). Belangrijk is dat het water in de winter niet tot de bodem mag bevriezen en dat het 's zomers niet mag droogvallen. Alhoewel bevers in ondieper water (tot 50 cm) kunnen overleven, zullen ze de waterdiepte in stromende wateren trachten te verhogen door dammen te bouwen of uitlaatconstructies van vijvers op te vullen met takken, twijgen en modder (Niewold, 2005).

Langs de oevers moeten ruime mogelijkheden zijn voor het graven van holen. Steile oevers met lemig of kleiig substraat zijn optimaal. Oevers verstevigd met breuksteen, schanskorven of hout zijn veelal ongeschikt om holen in te graven. Ontbreekt een steile en diepe oeverzone, dan zullen de bevers oeverhutten bouwen. Deze zijn vooral te vinden op rustige plekken, die via het land moeilijk bereikbaar zijn, zoals (schier)eiland situaties, moerassen en ruig struikgewas. Daarnaast maken bevers dikwijls gebruik van legers die op stille plekken, in dichte rietkragen en onder overhangend struikgewas zijn te vinden. De onderkomens zijn bij voorkeur dicht bij favoriet wintervoedsel gelegen, zoals jonge struikwilgen en lelieachtigen. Bevers zijn vooral gevoelig voor verstoring door honden.

Oever- en watervegetatie is wenselijk. De oevers zijn bij voorkeur steil en kleiig-lemig van structuur. Dit is echter geen absolute noodzaak. Op de oevers komt een 20 m brede strook van spontane begroeiing voor met voldoende struiken en bomen, liefst 10 tot 15 m hoog.

Geïsoleerde waterplassen, die alleen bereikt kunnen worden door vele honderden meters over land te overbruggen, maken weinig kans om door bevers gekoloniseerd te worden.

De bever is gesteld op rust. In het bijzonder op plaatsen waar burchten of hutten gegraven of aangelegd worden, is de afwezigheid van menselijke activiteiten een kenmerk.

In Beieren is een onderzoek uitgevoerd (Schwab *et al.*, 1994) naar de impact van de bever op het landschap. Daarin is vastgesteld dat de bever zelden meer dan 10 m uit de oever van waterlopen sporen achterlaat. Dit onderzoek bevestigt ook gegevens uit Denemarken (Elmeros *et al.*, 2004), die melden dat meer dan 75 % van de sporen op minder dan 10 m uit de oever vastgesteld worden.

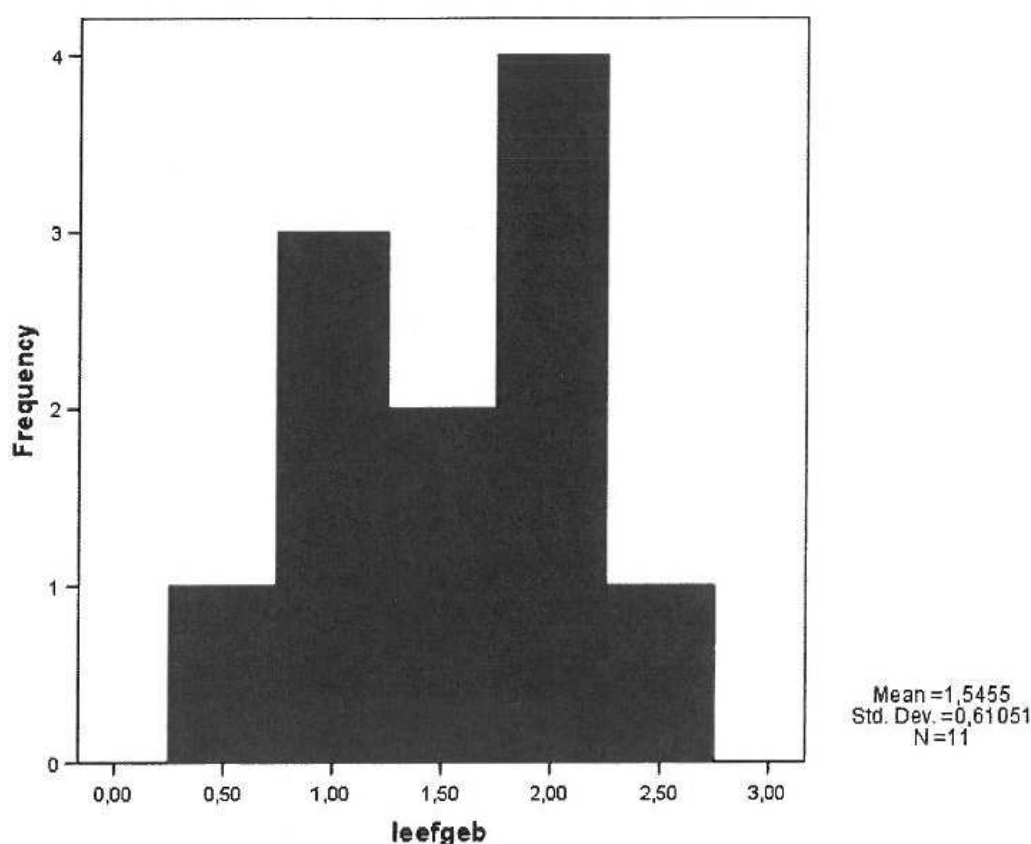
Bevers zijn herbivore knaagdieren met uitgesproken voedselvoorkeuren, in functie van de beschikbaarheid en ook afhankelijk van het individu. Van voor- tot najaar doen ze zich het liefst tegoed aan allerlei waterplanten en kruidachtige planten. In najaar en winter spitsen ze zich meer toe op de bast, koppen en twijgen van zachthoutboomsoorten, bij voorkeur wilgen en populieren, die voorkomen in de oeverzone en die daartoe worden geveld.. Gevelde bomen die blijven liggen, kunnen volledig worden gebruikt. De grotere takken worden aangewend voor bouwwerken. Wanneer in de directe omgeving van het water fruitbomen, maïs, bieten of granen worden gekweekt, zal de bever niet nalaten hiervan te eten.

Een bever kan solitair leven, maar komt doorgaans in familieverband voor. Daarbij kunnen één tot meerdere burchten gebruikt worden voor het verblijf van de familie. Een familie telt in een waterloopterritorium meestal maar enkele dieren, terwijl dit in een waterplas gemakkelijk tot 10 dieren kan oplopen. Het territorium langs een waterloop is in de zomer veelal 1,5 tot 2 km lang; tijdens de winter is dit minder dan een kilometer waterlooplengte. In tabel 1 is een overzicht gegeven van data uit verschillende gebieden in Europa. De cijfers benaderen allen het gemiddelde.

Tabel 1: Gemiddelde territoriumgrootte van een beverfamilie per studiegebied (Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 1994)

Land	Gemiddelde (km)	Bereik (km)	Bron
DDR (Elbe)	2	0,5-6	Heideecheke 1977
Frankrijk	1-2		Richard 1965
Zwitserland	2	1,4-4,5	Stocker 1985
Bayeren (Inn)	1,14	0,7-1,4	Geiersberger 1986
Bayeren (Donau)	1,32	0,9-1,7	Geiersberger 1986
Bayeren (Abens)	2,12	1,77-3.27	v Lossow 1991
Bayeren (Acherl)	1,85		v Lossow 1991

In Denemarken (Elmeros *et al.*, 2004) is nauwgezet bijgehouden welke afstanden verschillende individuen afleggen en hoe groot het territorium van een familie is. In figuur 2 is een overzicht gegeven van de gegevens van de 11 beverfamilies in Denemarken. Gemiddeld is een territorium 1,5 km groot.



Figuur 2: territoriumgrootte (km) van 11 Deense beverfamilies (bron: Elmeros *et al.*, 2004)

## 2.14.2. Knelpunten

Directe doodsoorzaken:

Diverse menselijke activiteiten zorgen er soms voor dat bevers de dood vinden: rattenfallen (vooral deze bedoeld voor beverratten), stroperij, wegverkeer, achtergebleven vissnoeren en vervuiling. De beverrattenfallen blijken vooral voor jonge bevers een probleem (zomer en najaar). Het wegverkeer is een probleem op die plaatsen waar bevers een weg moeten oversteken om van de ene waterloop of -plas naar de andere te kunnen.

#### Dispersiebarrières:

Om vitale populaties te kunnen behouden, is het belangrijk dat er voldoende genetische uitwisseling bestaat tussen beverfamilies. Bevers bewegen zich typisch voort via het watersysteem. Hier kunnen echter moeilijk passeerbare blokkades in voorkomen, bv. rasters, drukke wegen, onneembare oeverstructuren, watermolens, gemalen, duikers en heel lange overwelvingen, (vuil)roosters.

#### Rustverstoring:

Lawaaiige waterrecreatie (motorboten, waterski, waterscooters) en het bezoek van oevers door honden blijken nadelig te zijn voor de beverfamilie. Bevers zijn gesteld op (relatieve) rust. Ook te veel bezoek van mensen zoals wandelaars en (nacht)vissers, tot op de oever, is geen gunstige situatie voor de bever. Hierop is wel een uitzondering gekend in stedelijk milieu (Oostenrijk), waar de bever zich als reactie nog meer schuilhoudt overdag en een strikter nachtdier is.

#### Wateroverlast:

In een vlak landschap kan een plotse wateroverlast en sterke overstroming leiden tot verdrinkingsdood van de bevers ter plaatse.

### 3. Aanbevelingen binnen het projectgebied

Elke vissoort en elk levensstadium heeft zijn eigen habitatvereisten en vaak verschilt ook het voortplantingshabitat. Als de complexiteit van het habitat groot is, dan geldt dit ook voor de biodiversiteit (Kondolf, 1996). **Variatie binnen de hoofdrivier** is daarom essentieel voor de besproken vissoorten (en zoogdieren), maar ook voor beekprik en stroomminnende vissoorten zoals kopvoorn en serpeling, waarvoor herstelprogramma's werden uitgewerkt (Dillen *et al.*, 2005a,b; 2006). Deze variatie wordt gegarandeerd in een natuurlijke rivier, waar de rivierdynamiek aanleiding geeft tot meandering, verschillen in diepte, substraat, stroomsnelheid,... Om de nodige stroomdiversiteit te bekomen moeten volgende maatregelen genomen worden:

#### 3.1 Voldoende ruimte voor de rivier

De rivier moet, waar mogelijk, voldoende ruimte krijgen, bijvoorbeeld door dijken en breuksteen weg te nemen of door ze zo ver mogelijk van de waterloop te verleggen. Dit kan in zeer grote mate bijdragen aan structuurvariatie binnen en langs de waterloop:

- Er kan een natuurlijk patroon van meanders, stroomkommen en riffles ontstaan.
- Nabij de buitenbochten van meanders kunnen holle oevers uitgespoeld worden, die essentiële schuilplaatsen vormen voor o.a. kwabaal, kopvoorn en Europese meerval (Dillen *et al.*, 2005a; 2006; Van Emmerik, 2009). Dergelijke schuilplaatsen zijn tevens van groot belang voor bijna alle vissoorten om te kunnen standhouden in perioden met piekafvoer (Jurajda *et al.*, 2006).
- Door het wegnemen van dijken en breuksteen, kunnen trajecten met zacht glooiende oevers en zandbanken ontstaan, door afzetting van fijn sediment, bijvoorbeeld in of nabij binnenbochten van meanders. Dergelijke locaties vormen het leefhabitat van larvale plassen en kleine modderkruipers (Seeuws *et al.*, 1999; Stevens *et al.*, 2009b). Zacht glooiende oevers in luwe zones met lage stroomsnelheden, warmen snel op door de zon en vormen daardoor ideaal opgroeihabitat voor juveniele vissen.

- Ruimte geven aan de waterloop brengt meer evenwicht in de sedimentbalans en kan bijdragen tot een betere waterberging.
- Niet alleen meanders die op natuurlijke wijze ontstaan door ruimte te geven aan de rivier, zijn nuttig. Ook kunstmatige hermeandering kan ervoor zorgen dat er luwe plaatsen ontstaan met afzettingen van fijne sedimentfracties, die geschikt habitat vormen voor priklarven en modderkruipers, afgewisseld met sneller stromende trajecten met grofkorreliger substraat, dat kan dienen voor rivierdonderpad en als voortplantingssubstraat voor stroomminnende soorten zoals kopvoorn en serpeling (Van Emmerik & de Nie, 2006). Er moet wel op gelet worden dat de structuur van aangelegde meanders overeen komt met natuurlijke meanders en dat ze na aanleg de vrije ruimte krijgen zich verder te ontwikkelen. Een kronkelende waterloop met oeververdediging en steile oevers blijft een gekanaliseerde waterloop en zal geen verbetering opleveren voor watergebonden fauna en flora.
- Naast het volledig verwijderen van dijken en dijkverstevingen, kan ook geopteerd worden om de structuurkwaliteit van de waterloop te verbeteren via spontane erosie- en sedimentatieprocessen, gestuurd en aangedreven door de aanwezige rivierdynamiek. Hiertoe moet wel een geschikte uitgangssituatie gecreëerd worden, waarbij de rivier terug regelmatig kan en mag overstromen (bressen) en waarbij dijken kunnen eroderen (geen versteving) en mogen eroderen (geen onderhoud).

### 3.2 Geen slib- en kruidruimingen

Slib- en kruidruimingen kunnen best geheel achterwege gelaten worden, zowel in de hoofdloop als in de zijlopen. Ze zijn in meerdere opzichten nadelig voor de aanwezige fauna en flora:

- Door slibuimingen kunnen de larven van beek- en rivierprik en kleine en grote modderkruiper op de oever belanden en sterven. Ook grote zoetwatermosselen, die van obligaat belang zijn voor de voortplanting van bittervoorn, kunnen hierdoor op de oever terechtkomen (de Lange & van Emmerik, 2006).
- Gebruik van een maaiboot op rupsbanden bij kruidruimingen kan directe slachtoffers maken onder de modderkruipers en larvale prikken (Stevens *et al.*, 2009b).
- Water- en moerasplanten hebben belangrijke ecosysteemfuncties, die door kruidruimingen worden teniet gedaan. Ze zijn van belang als afzetplaats van eieren voor tal van vissoorten (Van Emmerik & de Nie, 2006) en dienen rechtstreeks of onrechtstreeks als voedsel voor vissen. Daarnaast doen ze dienst als beschutting en vormen luwe zones waar larvale vissen met nog beperkt zwemvermogen kunnen standhouden. Ook van priklarven is bekend dat ze een voorkeur hebben voor habitats met enige waterplantenbedekking (Stevens *et al.*, 2009b). Adulte vissen kunnen van deze beschutting gebruik maken, bijvoorbeeld om perioden met piekafvoer te overbruggen (Jurajda *et al.*, 2006). Niet alleen in de hoofdloop is de aanwezigheid van moeras- en waterplanten gewenst, maar ook in de zijlopen. Larvale en kleine juveniele kwabalen werden tot nu toe uitsluitend in plantenrijke zijlopen aangetroffen. Waterplanten dragen tevens bij tot de structuurvariatie in en langs de waterloop, doordat ze stromingspatronen wijzigen (Schoelynck *et al.*, 2012). Ze onderscheppen fijn sediment, waardoor compacte modderbodems ontstaan, die het geprefereerde leefgebied vormen van grote zoetwatermossels (Killeen *et al.*, 2004).
- Geschikte habitats voor vissen kunnen verdwijnen doordat kleinschalige variatie tenietgedaan wordt door slib- en kruidruimingen (Stevens *et al.*, 2009b).

Slib- en kruidruimingen zijn wellicht niet nodig, omdat eventuele lokale opstuwings door waterplanten meer dan gecompenseerd kan worden door voldoende ruimte te geven aan de rivier. Indien het toch nodig blijkt om over te gaan tot slib- of kruidruiming, dan kan dit best volgens een doordacht patroon gebeuren:

- Een fasering in tijd en ruimte is aan te raden. Maaien gebeurt best in stroken of in een kleinschalig mozaïekpatroon en de afstand tussen verstoorde en niet verstoorde locaties moet zo klein mogelijk worden gehouden, zodat een maximaal aantal habitattypes beschikbaar blijft voor alle vissoorten (de Lange & van Emmerik, 2006).
- Kruidruiming en gebeuren bij voorkeur manueel, om verstoring en mortaliteit van bodembewonende vissen en zoetwermosselen tot een absoluut minimum te beperken (de Lange & van Emmerik, 2006).
- Vissen en mosselen die op de oever belanden, moeten onmiddellijk worden teruggeplaatst.
- Er bestaat geen ideale periode voor slib- en kruidruiming. Kwabaal paait in de winter (december-januari), serpeling tegen het einde van de winter of in het vroege voorjaar (februari-april) en een hele reeks andere soorten in het voorjaar en tijdens de zomer (Van Emmerik & de Nie, 2006). Indien het toch nodig blijkt om slib of kruid te ruimen, dan bij voorkeur na de zomer (tabel 2) en zoals eerder aangegeven volgens een doordacht patroon in tijd en ruimte.

Tabel 2: perioden waarin de visfauna kwetsbaar is voor kruid- en/of slibuiming

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
voorn- en karperachtigen												
snoek												
kopvoorn												
serpeling												
winde												
kwabaal												
rivierdonderpad												
kleine modderkruiper												
grote modderkruiper												
bermpje												
beekprik												
rivierprik												
spiering												
paling												
bittervoorn												
fint												
elft												
Europese meerval												

### 3.3 Bomen en struiken langs de oever

Het is aan te bevelen om op enkele plaatsen langs de oever bomen en struiken te laten staan of de kans te geven zich te ontwikkelen. Bomen en struiken die een vochtig milieu kunnen verdragen, zoals zwarte els (*Alnus glutinosa*) en boswilg (*Salix caprea*), komen hiervoor in aanmerking.

- De wortels van bomen en struiken kunnen beletten dat onderspoelde oevers inkalven en op die manier dienst doen als schuilplaats voor o.a. kwabaal, kopvoorn en Europese meerval (Cowx & Welcomme, 1998; Dillen, 2005a,b; Van Emmerik, 2009).
- Bomen en struiken zorgen voor schaduw. Beschaduwde waterlooptrajecten genieten de voorkeur van rivierdonderpad (Van Emmerik, 2009). Beekprik en rivierprik zouden halfbeschaduwde riffles verkieszen als paailocatie. Doordat bomen en struiken zonlicht wegnemen, ontstaan er tevens plekken die vrij zijn van waterplanten. Er moet wel op gelet worden dat bomen en struiken niet gaan

domineren langs de oevers, zodat er voldoende plaatsen zijn waar moeras- en waterplanten wel kunnen ontwikkelen en zacht glooiende oevers kunnen ontstaan met ondiep water dat snel opwarmt door de zon. Sommige vissoorten, zoals zeeprik, verkiezen zonbeschenen riffles om hun eieren af te zetten (Stevens *et al.*, 2009b).

- In het water hangende takken of afgestorven bomen of boomtakken, dragen bij tot habitatvariatie in de waterloop en tot de habitatgeschiktheid voor serpeling en kopvoorn (Dillen *et al.*, 2005b; 2006).
- De aanwezigheid van stroken met bomen in de eerste 10 m vanaf de oever, zijn van belang voor bevers. Dit niet alleen als voedsel en als bouw materiaal voor dammen en burchten, maar ook om verstoring door recreanten te vermijden.
- Samen met oever- en moerasplanten, kan een strook bomen en struiken een buffer vormen voor sediment dat afspoelt van omliggend gebied en erosie tegengaan.

### **3.4 Grote boomstammen en natuurlijk debris in de waterloop**

Het is nuttig om grote boomstammen en ander natuurlijk debris in de waterloop te laten liggen.

- Boomstammen kunnen zorgen voor secundaire stromingen, waardoor stabiele stroomkommen ontstaan. Stroomkommen vormen luwe zones, die als verzamelplaatsen kunnen fungeren voor stroomminnende soorten zoals kopvoorn en serpeling, maar ook voor rivierprik en elft, vlak voor het paaïen op de riffles stroomop- of stroomafwaarts ervan (Kennedy, 1969; Mills, 1981; Stevens *et al.*, 2009b).
- Op andere plaatsen kunnen boomstammen voor vernauwingen zorgen, waardoor de stroomsnelheid plaatselijk toeneemt en natuurlijke meanders of trajecten met grofkorreliger bodemsubstraat kunnen ontstaan (Cowx & Welcomme, 1998).
- Er kan onderzocht worden of het gericht aanbrengen van boomstammen in de waterloop een gunstig effect kan hebben op de structuurvariatie in bepaalde trajecten (Cowx & Welcomme, 1998). Er moet dan wel op gelet worden dat de aangebrachte boomstammen geen migratieknelpunt vormen.

### **3.5 De voorziene drempels inrichten als kunstmatige riffles met stenig substraat**

In het projectgebied Grote Nete worden heel wat drempels voorzien in de rivier teneinde het waterpeil te verhogen en hogere grondwaterpeilen in de vallei te realiseren. Deze drempels kunnen worden ingericht als kunstmatige riffles met stenig substraat zonder grote meerkost.

- Verschillende stroomminnende en anadrome vissen maken gebruik van riffles met stenig substraat als voortplantingslocatie, waaronder kopvoorn, serpeling, beekprik en rivierprik (Dillen *et al.*, 2005b; 2006; Stevens *et al.*, 2009b).
- Daarnaast zijn er een aantal vissoorten die stenig substraat verkiezen als leefhabitat, bijvoorbeeld rivierdonderpad (Van Emmerik & de Nie, 2006).
- Complexe habitats en locaties met stenig substraat bevatten doorgaans een grotere diversiteit en biomassa aan ongewervelden (Smith *et al.*, 1990), wat de voedselbeschikbaarheid en dus de visstand ten goede komt (Gore & Shields, 1995). Een optimale visstand is noodzakelijk voor otters.

### 3.6 Aanbevelingen bij de aanleg van de drempels

Bij de aanleg van de drempels, die bij voorkeur worden ingericht als kunstmatige riffles, kunnen de volgende aanbevelingen in acht genomen worden:

- Elke lithofiele vissoort (vissoort die stenig substraat vereist voor de voortplanting) heeft een andere voorkeur wat korrelgrootte en heterogeniteit van stenig substraat betreft. Beek- en rivierprikken vereisen eerder kleine kiezels en een beperkte hoeveelheid zand waaraan de eieren kunnen vastkleven en vervolgens ingebed kunnen geraken tussen de kiezels (Stevens *et al.*, 2009b). Kopvoorn en serpeling verkiezen kleine keien met een gemiddelde diameter van 4 cm (gravelfractie 2 tot 6 cm, maximaal 8 cm) (Arlinghaus & Wolter, 2003). Op de natuurlijke paaiplaatsen van serpeling is bovendien vaak een rij grote stenen aanwezig, die bij basisdebiet net tot het wateroppervlak reiken (Kennedy, 1969).
- Er wordt daarom voorgesteld om de drempels aan te leggen als een rij (of meerdere rijen) grote stenen, die bij basisdebiet tot het wateroppervlak reiken. Tussen deze stenen moet voldoende ruimte gelaten worden, om te vermijden dat de stroomsnelheid tussen de stenen te groot wordt en zo een migratieknelpunt gaat vormen voor zwakke zwemmers en kleinere stenen kunnen wegspoelen. Een te kleine stroomsnelheid is eveneens ongunstig, omdat dan fijn substraat afgezet kan worden bovenop de aangebrachte stenen.
- Stroomafwaarts van de rij(en) grote stenen wordt bij voorkeur een mengsel van kleinere en grotere keien en stenen aangebracht. Als afmetingen wordt een range van 0,5 tot 10 cm voorgesteld, met een gemiddelde grootte van 4 cm. Deze afmetingen worden in de literatuur het meest genoemd voor de lithofiele soorten, waarvan verwacht wordt dat ze duurzame populaties kunnen vormen in de Grote Nete en haar zijrivieren (Arlinghaus & Wolter, 2003; Van Emmerik & de Nie, 2006; Stevens *et al.*, 2009b). De breuksteen die gebruikt wordt om waterlopen te kanaliseren en oevers te verstevigen, kan gebruikt worden als basislaag van de drempel-riffle, maar de toplaag van de kunstmatige riffles moet worden aangelegd met kleinere keien, zoals eerder aangegeven.
- Stroomsnelheden boven de voortplantingslocaties van kopvoorn liggen bij voorkeur tussen 15 en 75 cm/s (Cowx & Welcomme, 1998). Serpeling verkiest stroomsnelheden tussen 40 en 100 cm/s (Dillen *et al.*, 2006) en prikken tussen 4 en 60 cm/s (Stevens *et al.*, 2009b). Er wordt daarom voorgesteld om de drempels zo te construeren dat de stroomsnelheden boven het stenig substraat een range van 10 tot 80 cm/s kunnen bereiken en op de meeste plaatsen 30 à 40 cm/s. De stroomsnelheden mogen niet te hoog liggen, anders kunnen de drempels een migratieknelpunt vormen voor zwakke zwemmers zoals kwabaal (Jones *et al.*, 1974; Vokoun & Watrous, 2009). Bij te hoge stroomsnelheden kunnen bovendien de eieren van lithofiele soorten afspoelen naar ongunstig bodemsubstraat. Ook het aangebrachte stenige substraat zelf kan wegspoelen bij te hoge stroomsnelheden (McManamay *et al.*, 2010). Een te lage stroomsnelheid is eveneens ongunstig, omdat dan fijn substraat afgezet kan worden bovenop de aangebrachte stenen. Slibafzettingen maken riffles totaal ongeschikt als paaiplaats voor lithofiele vissoorten (Stevens *et al.*, 2009b).
- De waterdiepte boven de kunstmatige riffles (drempels) moet kleiner zijn dan 50 cm en groter dan 10 cm, gemeten vanaf de bodem tot het wateroppervlak. Voor kopvoorn en serpeling ligt de waterdiepte ter hoogte van de paailocaties bij voorkeur tussen 10 en 40 cm (Dillen *et al.*, 2005b; 2006; Cowx & Welcomme, 1998). Prikken verkiezen waterdiepten tussen 15 en 150 cm om nestkuilen te graven (Stevens *et al.*, 2009b). Omdat de voorkeur verschilt per vissoort en ook binnen een soort kan variëren tussen individuen met verschillende lichaamslengte, wordt voorgesteld om de waterdiepte boven het aangebrachte stenig substraat bij basisdebiet te laten variëren tussen 10 en 50 cm.
- Eieren van kopvoorn en serpeling worden over een bepaalde afstand meegevoerd met de stroming alvorens ze de bodem bereiken en aan het stenig substraat



blijven kleven. Deze afstand is afhankelijk van de stroomsnelheid en de diepte waarop ze worden geloosd (Mills, 1981). Prikken graven een nestkuil en rivierdonderpadden kleven hun eieren in holten onder stenen, waardoor de kans kleiner is dat de eieren wegspoelen. Er kan echter wel competitie optreden als de ruimte voor nestkuilen beperkt is (Peters, 2009; Stevens *et al.*, 2009b). De lengte van de kunstmatige riffles (drempels) kan uit voorzorgprincipe dus best zo lang mogelijk zijn, zodat afgespoelde eieren alsnog op geschikt substraat terecht komen en competitie voor paailocaties minimaal is. Een voldoende grote lengte garandeert bovendien dat er binnen de kunstmatige riffle voldoende variatie in waterdiepte, stroomsnelheden en korrelgrootte kan voorzien worden. Op die manier wordt voorzien in de behoefte van elke lithofiele vissoort en elke lengteklasse binnen een soort wat voortplantingshabitat betreft. Er wordt voorgesteld om de kunstmatige paairiffles (drempels) over lengte van minstens 30 m te voorzien van stenig substraat.

- Zalmachtigen vereisen een laag van kiezels en keien tot meer dan 35 cm dik (DeVries, 1997). De soorten waarvan verwacht wordt dat ze een duurzame populatie kunnen vormen in het stroomgebied van de Grote Nete zijn wellicht minder veeleisend. Toch kan de laag aangebracht stenig substraat best zo dik mogelijk zijn om te beletten dat de stenen snel ingebed raken in fijn sediment. Er wordt daarom voorgesteld om te zorgen voor een laag kiezels en keien van minstens 10 à 15 cm dik, bovenop de basislaag die eventueel uit grotere breuksteen kan bestaan.
- Er moet worden nagegaan of het mogelijk is om net stroomaf- of stroomopwaarts van de aangelegde drempels stroomkommen uit te graven of de mogelijkheid kan voorzien worden om ze vanzelf te doen ontstaan door bijvoorbeeld boomstammen in de waterloop aan te brengen. Stroomkommen vormen luwe zones, die als verzamelplaatsen kunnen fungeren voor stroomminnende soorten zoals kopvoorn en serpeling. Ook rivierprik en elft maken er gebruik van, vlak voor het paaien op de riffles stroomop- of stroomafwaarts ervan (Kennedy, 1969; Mills, 1981; Stevens *et al.*, 2009b). Het belang van stroomkommen nabij riffles wordt mogelijk onderschat, zodat best het voorzorgprincipe wordt toegepast. Het zou kunnen dat ze een significante bijdrage leveren aan de geschiktheid als paaihabitat voor lithofiele vissoorten van de naburige riffles.
- Ook ter hoogte van de kunstmatige riffles (drempels) is het nuttig om de waterloop voldoende ruimte te geven. In natuurlijke situaties zijn waterlooptrajecten ter hoogte van riffles gemiddeld 12 % breder dan ter hoogte van stroomkommen (Richards, 1982). Riffles in gekanaliseerde trajecten kunnen onder meer daarom minder geschikt zijn als paailocatie dan riffles in trajecten waar de rivier een natuurlijk verloop kent.

### 3.7 Een open verbinding tussen het overstromingsgebied en de rivier

De geplande overstromingsgebieden moeten in open verbinding staan met de rivier, zodat vissen en watergebonden zoogdieren vlot van de ene zone naar de andere kunnen zwemmen. Er moet op worden toegezien dat er in de overstromingsgebieden een variatie aan stilstaande wateren voorkomt, van droogvallende poelen tot continu waterhoudende plassen, grachten en beken. Deze fungeren als leef- en opgroeigebied voor vis- en amfibiesoorten. Het valt aan te bevelen om niet alleen langs de hoofdloop, maar ook langs de zijlopen, overstromingsgebieden aan te leggen. Indien de overstromingsgebieden goed bereikbaar zijn voor vissen, bijvoorbeeld via zacht glooiende oeverzones, kunnen ze in meerdere opzichten bijdragen tot een verbeterde visstand:

- Overstromingsgebieden kunnen belangrijke foerageergebieden vormen voor vissen, omdat ruimte en voedsel vrijkomt dat anders onbereikbaar is (Ickes *et al.*, 2005).

- Overstromingsgebieden doen dienst als paaiplaats voor onder meer grote modderkruiper (Van Beek, 2003).
- In het voorjaar kunnen de overstromingsgebieden geschikte opgroeigebieden vormen voor juveniele vissen (Ickes *et al.*, 2005). Langs de randen, waar weinig stroming is, kunnen jonge vissen makkelijk standhouden en kan het water snel opwarmen door de zon. Mogelijk zijn ze hier ook minder onderhevig aan predatie.
- Kwabalen paaien in de winter bij watertemperaturen onder 4°C in de zijlopen. Door ijsvorming op het vrijwel stilstaande water in overstromingsvlakten, kunnen ideale paaitemperaturen langer aangehouden worden. Larven en juvenielen van kwabaal maken in de late winter en het vroege voorjaar gebruik van overstromingsgebieden als opgroeihabitat (Koporikov & Bogdanov, 2011). Overstromingsgebieden met stilstaand of zeer langzaam stromend water zijn van belang voor kwabaaljuvenielen om zich te kunnen handhaven en niet weg te spoelen naar ongunstig habitat in de hoofdloop, waar bovendien de predatiedruk hoger ligt.
- Het kan nuttig zijn om ook permanente open verbindingen te creëren tussen de rivier en nabij gelegen ondiepe plassen die al dan niet in overstromingsgebieden liggen. Deze kunnen dan dienst doen als refugia bij calamiteiten en als voortplantingslocatie voor o.a. modderkruipers en Europese meerval.

### 3.8 Verwijderen van migratieknelpunten

Migratieknelpunten, zoals kleppen en andere kunstwerken, moeten overal verwijderd worden waar het hydrologisch regime en het omliggende landgebruik dit toelaten. Op plaatsen waar kleppen niet kunnen weggenomen worden, moeten de huidige kleppen vervangen worden door standaard openstaande types, die passeerbaar zijn voor vissen. Mogelijke kleptypes zijn schuin opgehangen zijwaarts scharnierende kleppen of kleppen tegen een schuin geplaatst afdichtvlak (zie bv. Solomon, 2010 en <http://www.jueltide.com/>). Bovendien moet erop worden toegezien dat geen nieuwe knelpunten gevormd worden, bijvoorbeeld door het slecht aanleggen van de geplande drempels. Volgende argumenten kunnen hiervoor aangehaald worden:

- De besproken vissoorten, evenals de meeste andere vissoorten, maken zowel gebruik van de hoofdloop, de zijlopen, als van de periodiek onder water staande valleigronden. Verplaatsingen binnen de hoofdloop en de toegang tot de zijlopen en overstromingsgebieden mogen daarom in niet gehinderd worden door kleppen of andere constructies.
- Migratieknelpunten beletten een open verbinding tussen leefgebieden, zodat uitwisseling van individuen tussen deelpopulaties, kolonisatie van geschikt habitat na rivierherstel of herkolonisatie na calamiteiten, onmogelijk worden. In dit opzicht zijn migratieknelpunten dus ook nadelig voor vissoorten die slechts over korte afstanden migreren.
- Kleppen die de toegang tot de zijlopen blokkeren, zijn nefast voor kwabaal. Deze soort paait in de zijlopen. Ook in het kader van het palingbeheerplan dienen migratieknelpunten te worden verwijderd (Stevens *et al.*, 2009a; 2011). Migratieknelpunten verhinderen dat glasaal in het voorjaar geschikte opgroeihabitats kunnen bereiken. Bovendien kunnen dergelijke knelpunten ook de zeewaartse migratie van volwassen schieraal onmogelijk maken.
- Door de migratieknelpunten van de zijlopen van de Grote Nete weg te halen, kan mogelijk de bereikbaarheid van overstromingsgebieden verbeterd worden, net als de mogelijkheid om ze terug te verlaten als het waterpeil afneemt.
- Het valt af te raden om verbindingen tussen waterlichamen te realiseren door middel van buizen of andere technische constructies. Buizen kunnen de doorgang voor vissen tijdelijk of permanent verhinderen, door te grote stroomsnelheden of dichtslibben of omdat de openingen bij lage waterstanden boven het wateroppervlak komen te liggen. Ook het materiaal waaruit ze vervaardigd zijn,

kan vissen beletten of doen aarzelen om er doorheen te zwemmen (O'Brien, 2000).

- Ook de meest stroomafwaartse drempel (of andere constructie die moet bijdragen om het waterpeil te verhogen) moet permanent optrekbaar zijn voor vissen, ongeacht het getij (Stevens & Coeck, 2010). Er moet onderzocht worden hoe dit vanuit waterbouwkundig perspectief best gerealiseerd kan worden. Mogelijk kan de aanleg van geschrankte deflectoren hier een oplossing bieden. Bij de aanleg hiervan moet wel steeds rekening gehouden worden met de hoger vermelde randvoorwaarden met betrekking tot de habitatvereisten en zwemcapaciteit van vissen.

## REFERENTIES

Adriaensen, F.; Van Damme, S.; Van den Bergh, E.; Van Hove, D.; Brys, R.; Cox, T.; Jacobs, S.; Konings, P.; Maes, J.; Maris, T.; Mertens, W.; Nachtergale, L.; Struyf, E.; Van Braeckel, A.; Meire, P.; Nachtergale, L. (2005). Instandhoudingsdoelstellingen Schelde-estuarium. Report Ecosystem Management Research Group ECOBE, 05-R82. Universiteit Antwerpen: Antwerpen. 249 + bijlagen pp.

Bunzel-Drücke M., Scharf M. & Zimball O. (2004). Zur Biologie der Quappe. Ein Literaturüberblick und Feldstudien aus der Lippeaue. Naturschutz und Landschaftsplanung 36(11):334-340.

Cahn A.R. (1936). Observations on the breeding of the lawyer, *Lota maculosa*. Copeia 3:163-165.

de Lange M.C. & van Emmerik W.A.M. (2006). Kennisdocument bittervoorn *Rhodeus amarus* (Bloch, 1782). Kennisdocument 15. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Dillen A., Martens S., Baeyens R. & Coeck J. (2005). Onderzoek naar de biologie van de kwabaal (*Lota lota* L.), ter voorbereiding van het herstel van de soort in het Vlaamse Gewest. IN.R.2005.04, Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.

Dixon C.J. & Vokoun J.C. (2009). Burbot resource selection in small streams near the southern extent of the species range. Ecology of Freshwater Fish 18(2):234-246.

Dixon C.J. & Vokoun J.C. (2010). Population structure and diet of burbot (*Lota lota*) in small streams near the southern extent of the species' range. Journal of Freshwater Ecology 25(1):49-58.

Fabricius E. (1954). Aquarium observations on the spawning behaviour of the burbot, *Lota vulgaris* L.. Annual Report Institute Freshwater Research Drottningholm 35:51-57.

Farkas J. (1993). Zur Biologie der Aalrutte in der oberen Drau und ihren Nebengewässern. Carinthia II 183(103):593-612.

Ferguson R.G. (1958). The preferred temperature of fish and their midsummer distribution in temperate lakes and streams. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 15:607-624.

Friedrich F. & Arzbach H.-H. (2002). Wanderungen und Uferstrukturnutzung der Quappe, *Lota lota*, in der Elbe, Deutschland. Zeitschrift für Fischkunde Suppl. 1 (Ökologie der Elbefische):159-178.

Harsányi A. & Aschenbrenner P. (1992). Die Rutte *Lota lota* (Linnaeus, 1758) - Biologie und Aufzucht. Fischer und Teichwirt: Fachblatt für die Binnenfischerei 43(10):372-376.

Hochleithner M. (2002). Die Quappe (*Lota lota* Linnaeus, 1758): Biologie und Aquakultur. Pp. 23-37 in: Verband Deutscher Sportfischer e.V., Hrsg., Fisch des Jahres 2002: Die Quappe (*Lota lota*).

Jones D.R., Kiceniuk J.W. & Bamford O.S. (1974). Evaluation of the swimming performance of several fish species from the Mackenzie River. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 31:1641-1647.

Kainz E. & Gollmann H.P. (1996). Laichgewinnung, Erbrütung und erste Aufzuchtversuche bei Aalrutten (*Lota lota*). Österreichs Fischerei 49:154-160.

Kieckhäfer H. (1972). Die Biologie der Bodensee-trüschchen (*Lota lota*). Zoologischer Anzeiger 189:298-325.

Koops H. (1959). Der Quappenbestand der Elbe. Untersuchungen über die Biologie und die fischereiliche Bedeutung der Aalquappe (*Lota lota* L.) im Hinblick auf die Auswirkungen des im Bau befindlichen Elbstaus bei Geesthacht. Kurze Mitteilungen Institut Fischereibiologie Universität Hamburg 9:1-60.

Kottelat M. & Freyhof J. (2007). Handbook of European freshwater fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany.

Lehtonen H., (1998). Winter biology of burbot (*Lota lota* L.). Memoranda Societatis Pro Fauna et Flora Fennica 74:45-52.

Maitland P.S. (2003). Ecology of the river, brook and sea lamprey. Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No. 5. English Nature, Petersborough.

McPhail J. D. & Paragamian V. L. (2000). Burbot biology and life history. Pp. 11-23 in Paragamian V. L. & Willis D. (eds.). Burbot biology, ecology, and management. American Fisheries Society, Fisheries Management Section, Publication Number 1, Bethesda, Maryland.

Müller K. (1969). Nachweis circannualer Periodik bei der Quappe (*Lota lota* L.) (Pisces, Gadidae). Experientia 25(12):1268-1269.

Müller K. (1970). Phasenwechsel der lokomotorischen Aktivität bei der Quappe *Lota lota* L.. Oikos 13(Suppl.):122-129.

Müller K. (1973). Seasonal phase shift and the duration of activity time in the burbot, *Lota lota* (L.) (Pisces, Gadidae). Journal of Comparative Physiology 84(4):357-359.

Müller W. (1960). Beiträge zur Biologie der Quappe (*Lota lota* L.) nach Untersuchungen in den Gewässern zwischen Elbe und Oder. Zeitschrift für Fischerei 9:1-72.

Müller W. (1961). Neuere Untersuchungen über die Quappe (*Lota lota* L.). Deutsche Fischerei-Zeitung 8:43-47.

Patzner R.A. & Riehl R. (1992). Die Eier heimischer Fische 1. Rutte, *Lota lota* L. (1758), (Gadidae). Österreichs Fischerei 45:235-238.

Peters J.S. (2009). Kennisdocument donderpad; het geslacht *Cottus*. Kennisdocument 9 (herziene versie). Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Seeuws P., Van Liefferinge C., Meire P. & Verheyen R.F. (1999). Ecologie en habitatpreferentie van beschermde vissoorten. Soortbeschermingsplan voor de kleine

modderkruiper. Rapport Universitaire Instelling Antwerpen, i.o.v. AMINAL, Afdeling Natuur (AMINAL/NATUUR/1996/NR14), 52 pp.

Schreitmüller W. (1934). Über den Laichakt von *Lota lota* Linnaeus. Zoologischer Anzeiger 108(11/12):331-334.

Solem J.O. (1973). Diel rhythm of fry and young of *Lota lota* (Pisces). Oikos 24(2):325-327.

Solomon D.J. (2010). Eel passage at tidal structures and pumping stations. Foundry Farm, Kiln Lane, Redlynch, Salisbury, Wilts, SP5 2HT. Final Report. September 2010. Environment Agency, Thames Region.

Sorokin V.N. (1971). The spawning and spawning grounds of the burbot, *Lota lota* (L.). Journal of Ichthyology 11:907-915.

Stevens M. & Coeck J. (2010). Wetenschappelijke onderbouwing van een strategische prioriteitenkaart vismigratie voor Vlaanderen (Benelux Beschikking M(2009)01). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2010 (INBO.R.2010.33). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Stevens M., Van den Neucker T., Mouton A., Buysse D., Martens S., Baeyens R., Jacobs Y., Gelaude E. & Coeck J. (2009). Onderzoek naar de trekvissoorten in het stroomgebied van de Schelde. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2009 (INBO.R.2009.9). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Stevens M., Van den Neucker T., Gelaude E., Baeyens R., Jacobs Y., Mouton A., Buysse D. & Coeck J. (2011). Onderzoek naar de trekvissoorten in het stroomgebied van de Schelde. Voortplantings- en opgroei habitat van rivierprik en fint. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2011 (INBO.R.2011.14). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Švagždys A. (2002). Growth and abundance of burbot in the Curonian Lagoon and determinatives of burbot abundance. Acta Zoologica Lituanica 12(1):58-64.

Van Beek G.C.W. (2003). Kennisdocument grote modderkruiper, *Misgurnus fossilis*. Kennisdocument 1. OVB / Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Van Damme D. & De Pauw N. (1995). Ontwikkelingsplan voor de visserij op de Schelde beneden Gent. AMINAL, Afdeling Natuur & Universiteit Gent, België. 157pp.

Van den Neucker T., Gelaude E., Martens S., Baeyens R., Jacobs Y., Stevens M., Mouton A., Buysse D., Auwerx J., De Charleroy D., Coeck J. & van Vessem J. (2009). Wetenschappelijke ondersteuning van de herstelprogramma's voor kopvoorn, serpeling, kwabaal en beekforel in 2008. INBO.R.2009.39, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Van den Neucker T., Gelaude E., Martens S., Baeyens R., Jacobs Y., Stevens M., Mouton A., Buysse D., Auwerx J., De Charleroy D., Coeck J. & van Vessem J. (2010). Wetenschappelijke ondersteuning van de herstelprogramma's voor kopvoorn, serpeling, kwabaal en beekforel in 2009. INBO.R.2010.64, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Van Emmerik W.A.M. & de Nie H.W. (2006). De zoetwatervissen van Nederland. Ecologisch bekeken. Vereniging Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Van Emmerik W.A.M. (2009). Kennisdocument Europese meerval *Silurus glanis* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 29. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Vokoun J.C. & Watrous D. (2009). Determining swim speed performance characteristics for fish passage of burbot using an experimental flume and nature-like fishway. Completion Report submitted to Connecticut Department of Environmental Protection. University of Connecticut, Storrs. 27pp.

## BIJLAGEN

### **Bijlage 1: afbakening van het studiegebied 'Instandhoudingsdoelstellingen Schelde-estuarium' (Adriaensen *et al.*, 2005).**

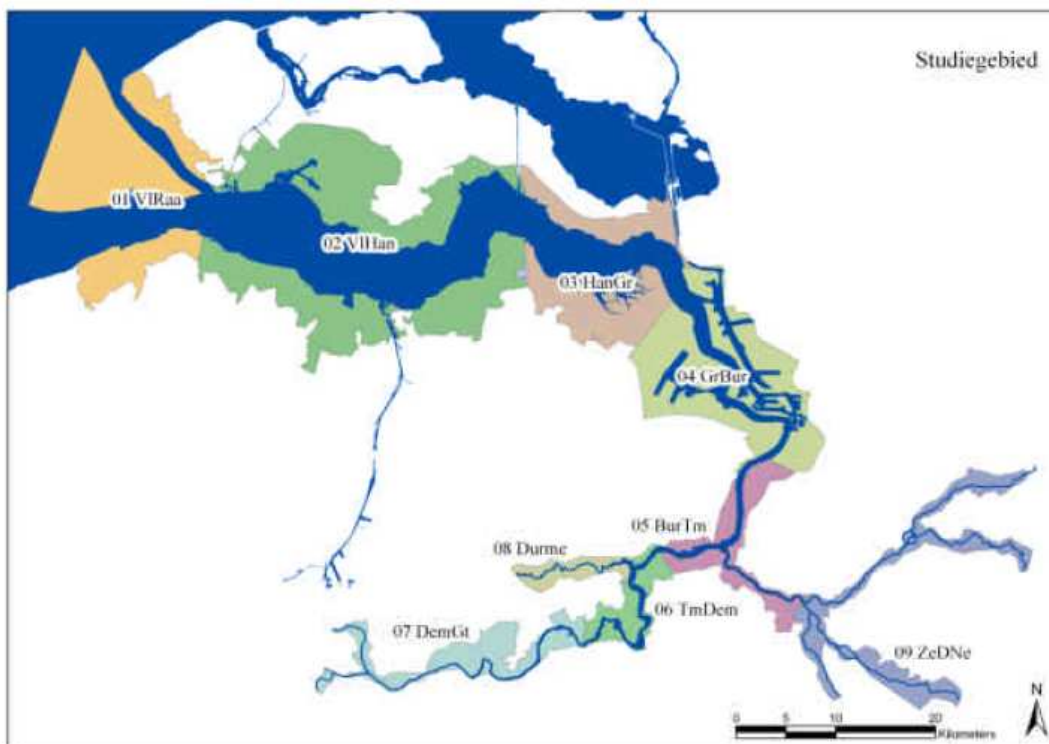
#### **1. Gebiedsafbakening**

Het NOP hanteerde volgende gebiedsafbakening voor het estuarium van de Schelde (Van den Bergh *et.al.* 2003b). Het *studiegebied* wordt vanuit de ecosysteembenadering begrensd als het natuurlijke overstromingsgebied van het Schelde-estuarium en is als volgt gedefinieerd. In Vlaanderen beslaat het de vallei van de Schelde en haar zijrivieren tot waar het getij merkbaar is. Als pragmatische landwaartse begrenzing van dit gebied werd gekozen voor de eerste infrastructuurlijn voorbij het natuurlijke overstromingsgebied van het estuarium.

Omdat het nieuwe Sigmaplan niet alleen beveiliging tegen overstroming door springvloeden maar ook beveiliging tegen overlast in de vallei door bovenafvoer beoogt werd aan het studiegebied voor deze studie ook nog de vallei van de Grote Nete tussen Itegem en het Zammelsbroek toegevoegd.

Vanwege van de ecologische verschillen langs de estuariene gradiënt werd het Schelde-estuarium ingedeeld in negen zones of deelgebieden die in ieder hoofdstuk de basisindeling vormen (figuur 3.1, 3.2). In deze studie worden IHD opgesteld voor de Zeeschelde (NOP-zones 4 tot en met 9).

Over de begrippen binnendijks en buitendijks heerst soms verwarring. In dit rapport duidt "binnendijks" op het gebied aan de landwaartse kant van de dijk en "buitendijks" op het gebied aan de rivierzijde.



Figuur 3.1: Deelgebieden van het getijdengebied van de Schelde (NOP-zones) zoals weergegeven in het NOP van de Schelde (Van den Bergh et.al. 2003b).

Code	Zone	Deelgebied
01 VIRaa	Westerschelde	Mondingsgebied, aan westzijde begrensd door het Zwin, Westkapelle en de Vlakte van de Raan, aan de oostzijde begrensd door de lijn Vlissingen, Breskens
02 VIHan	Westerschelde	Zoute (polyhaliene) Westerschelde, tussen Vlissingen/Breskens en de lijn Hansweert/Perkpolder
03 HanGr	Westerschelde	Brakke (mesohaliene) Westerschelde, tussen Hansweert/Perkpolder en de Nederlands-Belgische grens
04 GrBur	Zeeschelde	Brakke overgangszone in de Zeeschelde, van de Nederlands-Belgische grens tot voorbij Burcht
05 BurTm	Zeeschelde	Oligohaliene zone van de Zeeschelde, tussen Burcht en de brug ter hoogte van Temse, inclusief de Rupel
06 TmDem	Zeeschelde	Zoete zone met lange verblijftijd, van de Temsebrug tot de brug van Dendermonde
07 DemGt	Zeeschelde	Zoete zone met korte verblijftijd, van de brug van Dendermonde tot Gent
08 Durme	Zeeschelde	Durme
09 ZeDNe	Zeeschelde	Getijgebonden zones van Zenne, Dijle, Beneden Nete, Grote Nete en Kleine Nete

Figuur 3.2: Afbakening en benoeming van de deelgebieden van het getijdengebied van de Schelde (NOP-zones) zoals weergegeven in het NOP van de Schelde (Van den Bergh et.al. 2003b).