

# Advies over de introductieroutes van voor de Europese Unie zorgwekkende invasieve exoten in Vlaanderen

Adviesnummer:	<b><u>INBO.A.3408</u></b>
Datum advisering:	<b>11 april 2016</b>
Auteur(s):	<b>Tim Adriaens</b>
Contact:	<b>Niko Boone (<a href="mailto:niko.boone@inbo.be">niko.boone@inbo.be</a>)</b>
Kenmerk aanvraag:	<b>ANB-INBO-BEL-2016-05</b>
Geadresseerden:	<b>Agentschap voor Natuur en Bos Cel Gebiedgericht- en Soortenbeleid T.a.v. Maurits Vandegehuchte Koning Albert II-laan 20 bus 8 1000 Brussel  <a href="mailto:maurits.vandegehuchte@lne.vlaanderen.be">maurits.vandegehuchte@lne.vlaanderen.be</a></b>
Cc:	<b>Agentschap voor Natuur en Bos Joris Janssens (<a href="mailto:joris.janssens@lne.vlaanderen.be">joris.janssens@lne.vlaanderen.be</a>)</b>

## Aanleiding

---

De Europese verordening invasieve exoten<sup>1</sup> verplicht de lidstaten een analyse uit te voeren van de introductieroutes van tenminste de voor de Unie zorgwekkende, invasieve uitheemse soorten voor onopzettelijke introductie of verspreiding op hun grondgebied. De lidstaten moeten nagaan welke introductieroutes prioritaire maatregelen vereisen (prioritaire introductieroutes) vanwege het aantal soorten of de potentiële schade die de soorten kunnen veroorzaken.

## Vraag

---

1. Geef voor elke soort die voorkomt op de lijst van voor de Europese Unie zorgwekkende, invasieve uitheemse soorten de voor Vlaanderen (en bij uitbreiding België) relevante introductieroutes.
2. Stel een prioritering op van de introductieroutes op basis van het aantal soorten en/of de potentiële schade die veroorzaakt kan worden door de soorten die via die introductieroutes de Europese Unie binnenkomen.
3. Beschrijf de eventuele knelpunten voor het uitvoeren van een meer diepgaande analyse van de introductieroutes.
4. Formuleer een plan van aanpak voor de analyse van de introductieroutes.

## Toelichting

---

### 1 Introductieroutes van voor de Europese Unie zorgwekkende soorten

#### 1.1 Terminologie

Onder introductiewegen (pathways) van exotische soorten worden zowel de vectoren die een organisme meedragen, als de route waarlangs soorten binnenkomen begrepen. De introductiewegen worden in eerste instantie onderverdeeld naargelang er sprake is van opzettelijke (intentionele) of onopzettelijke (accidentele) introductie. Daarnaast worden ze onderverdeeld in functie van het introductiemechanisme: de import van soorten als goederen, de aankomst van soorten via een (transport)vector of de natuurlijke verbreiding vanuit een gebied waar de soort ook uitheems is en eerder geïntroduceerd werd.

Hulme *et al.* (2008) onderscheiden vijf mechanismen ('release', 'escape', 'contaminant', 'stowaway' en 'corridor') en een extra categorie (unaided) voor de verspreiding (op eigen kracht) van een soort vanuit een ander gebied waar ze eveneens exoot is. De definities worden hieronder kort beschreven (CBD, 2014):

(1) vrijlating in de natuur (**release**): verwijst naar de doelbewuste introductie van levende, uitheemse organismen in de omgeving. Voorbeelden zijn introducties voor biologische bestrijding, erosiebeheersing, hengelsport, jacht of landschapsverbetering, en de introductie van bedreigde soorten voor natuurbehoudsdoeleinden.

(2) Ontsnapping (**escape**): verwijst naar de beweging van (potentieel) invasieve uitheemse soorten vanuit opsluiting naar de natuurlijke omgeving. Voorbeelden daarvan zijn

---

<sup>1</sup> De Europese Verordening 1134/2014 van 22 oktober 2014 betreffende de preventie en beheersing van de introductie en verspreiding van invasieve uitheemse soorten.

ontsnappingsen uit dierentuinen, aquaria, botanische tuinen, landbouw-, tuinbouw-, visserijen en maricultuurvoorzieningen<sup>2</sup>, faciliteiten voor wetenschappelijk onderzoek of fokprogramma's, en ontsnapte huisdieren. Daarbij werd het organisme eerst doelbewust ingevoerd, maar ontsnapte het daarna onbedoeld naar de omgeving. Hieronder valt ook het opzettelijk vrijlaten van levende organismen in het milieu als voedsel, of voor gebruik als levend aas in een niet afgesloten watersysteem.

(3) Transportbesmetting (**contaminant**): verwijst naar de onbedoelde verplaatsing van levende organismen als contaminanten van goederen die getransporteerd worden. Hieronder vallen ook ziekten en plagen van landbouw-, bosbouw- en visserijproducten.

(4) Transport-verstekeling (**stowaway**) verwijst naar de beweging van organismen met behulp van transportfaciliteiten en bijbehorende apparatuur of media. Het gaat dan om organismen die aanwezig zijn in het ballastwater van schepen en vervoerde sedimenten of grondstoffen, 'biofouling'<sup>3</sup> van schepen, offshore olie- en gasplatforms, getransporteerd baggermateriaal, visserij- en hengelmateriaal, zee- en luchtcontainers. Ook verstekelingen bij andere menselijke activiteiten (oorlog, noodhulp, internationale ontwikkelingshulp, afval, toerisme enz.) zijn hierin opgenomen. Een bekend voorbeeld zijn spinnen, zoals zwarte weduwes, die af en toe in de haven van Antwerpen in stukgoederen aangetroffen worden (Adriaens, 2009a, 2009b).

(5) **Corridor**: verwijst naar de beweging van vreemde organismen naar een nieuwe regio door de bouw van vervoersinfrastructuur. Tot zulke trans-biogeografische corridors behoren kanalen en tunnels die voorheen gescheiden stroomgebieden, zeeën, bergdalen of eilanden met elkaar verbinden.

(6) Autonome uitbreiding (**unaided**): verwijst naar de secundaire verspreiding van uitheemse soorten vanuit naburige regio's waar ze geïntroduceerd werden via een van de hiervoor vermelde introductiewegen. De secundaire verspreiding gebeurt op eigen kracht, maar kan enkel plaatsvinden als gevolg van een eerdere menselijke interventie. Informatie over de mechanismen van secundaire verspreiding van invasieve, uitheemse soorten is relevant om gepaste responsmaatregelen te formuleren.

De introductiewegen *vrijlating*, *ontsnapping* en *contaminant* zijn gelinkt aan de import en het transport van organismen, goederen, de introductieweg *verstekeling* aan transportvectoren. *Corridor* en *autonome uitbreiding* zijn gerelateerd aan de verspreiding op eigen kracht vanuit naburige regio's. De zes categorieën weerspiegelen de al dan niet menselijke betrokkenheid bij de verbreiding van exoten. Vrijlaten in de natuur is gedefinieerd als een doelbewuste (opzettelijke) vorm van introductie, terwijl de andere categorieën in het algemeen verwijzen naar onbedoelde (onopzettelijke) introducties. Volgens de EU-verordening moeten actieplannen voor introductiewegen in principe enkel de onopzettelijke paden van introductie of verspreiding behandelen (EU, 2014).

De zes categorieën zijn ondertussen verfijnd en omgezet in een hiërarchische classificatie die internationaal aangenomen werd door de Conventie Biologische Diversiteit (Tabel 1). Deze classificatie is ontwikkeld door het Global Invasive Alien Species Information Partnership (GIASIP<sup>4</sup>) en werd reeds gebruikt in enkele van de belangrijkste internationale (DAISIE, 2009a) en nationale exotendatabanken (Roy *et al.*, 2014). We hanteren deze classificatie daarom ook in dit advies. Het systeem onderscheidt twee niveaus: de level 1- categorieën zijn waardevol voor de regelgeving, de meer gedetailleerde subcategorieën (*level 2*) zijn meer van toepassing op specifiek beheer van introductiepaden (Tabel 1). De doelstellingen

<sup>2</sup> Maricultuur omvat de teelt van mariene organismen voor consumptie en gebeurt ofwel in de natuurlijke omgeving van het organisme, ofwel in kunstmatige bassins. Voorbeelden zijn de oester- en de mosselteelt.

<sup>3</sup> De ophoping van organismen op bevochtigde oppervlakken. Een bekend voorbeeld is het vasthechten van mollusken of algen op de romp van schepen.

<sup>4</sup> <http://giasipartnership.myspecies.info/>

van de EU Verordening en de verplichting voor lidstaten om actieplannen voor introductiewegen op te maken via inspecties, regelgeving, besluitvorming en het aanzetten tot verantwoord gedrag, maken dat beide niveaus relevant zijn in dit advies.

Tabel 1: Hiërarchische classificatie van de introductiewegen van exoten (mechanismen = import/transportvector/natuurlijke verspreiding; category = level 1; subcategory = level 2) met verwijzing naar de beslissing van de Conference Of Parties (COP) (CBD, 2014).

	Category	Subcategory	COP decision
Movement of COMMODITY	<b>RELEASE IN NATURE</b> (1)	Biological control Erosion control/ dune stabilization (windbreaks, hedges, ...) Fishery in the wild (including game fishing) Hunting Landscape/flora/fauna "improvement" in the wild Introduction for conservation purposes or wildlife management Release in nature for use (other than above, e.g., fur, transport, medical use) Other intentional release	VIII/27  VIII/27; X/38 X/38
	<b>ESCAPE FROM CONFINEMENT</b> (2)	Agriculture (including Biofuel feedstocks) Aquaculture / mariculture Botanical garden/zoo/aquaria (excluding domestic aquaria) Pet/aquarium/terrarium species (including live food for such species ) Farmed animals (including animals left under limited control) Forestry (including afforestation or reforestation) Fur farms Horticulture Ornamental purpose other than horticulture Research and <i>ex-situ</i> breeding (in facilities) Live food and live bait Other escape from confinement	X/38 VIII/27; IX/4 XI/28 VIII/27, X/38, XI/28 VIII/27       VIII/27
	<b>TRANSPORT – CONTAMINANT</b> (3)	Contaminant nursery material Contaminated bait Food contaminant (including of live food) Contaminant on animals (except parasites, species transported by host/vector) Parasites on animals (including species transported by host and vector) Contaminant on plants (except parasites, species transported by host/vector) Parasites on plants (including species transported by host and vector) Seed contaminant Timber trade Transportation of habitat material (soil, vegetation,...)	   VIII/27; XI/28 XI/28 XI/28 XI/28 XI/28 VIII/27
VECTOR	<b>TRANSPORT - STOWAWAY</b> (4)	Angling/fishing equipment Container/bulk Hitchhikers in or on airplane Hitchhikers on ship/boat (excluding ballast water and hull fouling) Machinery/equipment People and their luggage/equipment (in particular tourism) Organic packing material, in particular wood packaging Ship/boat ballast water Ship/boat hull fouling Vehicles (car, train, ...) Other means of transport	VIII/27 VIII/27 VIII/27, IX/4  VIII/27 VIII/27  VIII/27 VIII/27; IX/4
	<b>SPREAD</b>	<b>CORRIDOR</b> (5) <b>UNAIDED</b> (6)	Interconnected waterways/basins/seas Tunnels and land bridges  Natural dispersal across borders of invasive alien species that have been introduced through pathways 1 to 5

## 1.2 Introductiewegen van voor de Europese Unie zorgwekkende, invasieve uitheemse soorten

In bijlage 1 staan de introductiewegen van de soorten die opgenomen zijn in de eerste ontwerplijst van voor de Europese Unie zorgwekkende invasieve uitheemse soorten. Deze informatie is afkomstig uit de voor België beschikbare risicoanalyses voor deze soorten (Adriaens *et al.*, 2013; Baiwy & Schockert, 2013; Baiwy *et al.*, 2012a, 2012b; Lafontaine *et al.*, 2013a, 2013b; Robert *et al.*, 2013a, 2013b, 2013c, 2013d; Schockert, 2012; Schockert *et al.*, 2012; Vanderhoeven, 2013; Verreycken, 2013; Verloove & Groom, 2013; Verloove, 2002, 2006). Voor de soorten waarvoor geen Belgische risicoanalyse gepubliceerd werd, is gezocht naar risicoanalyses uit naburige landen/regio's en werden ook het CABI Invasive

Species Compendium<sup>5</sup> en de EPPO website<sup>6</sup> geraadpleegd. Voor de niet in België voorkomende soorten, raadpleegden we de Europese risicoanalyses die aan de basis liggen van het aanwijzen van voor de EU zorgwekkende soorten. Die risicoanalyses zijn publiek beschikbaar (<https://circabc.europa.eu/faces/jsp/extension/wai/navigation/container.jsp>).

Omdat gepubliceerde informatie of bewijs van de introductiewegen vaak ontbreekt, hebben we in deze oefening zowel potentiële als gerealiseerde introductieroutes beschouwd, zoals gesuggereerd door Hulme *et al.* (2008). We maken in het vervolg van dit advies geen onderscheid tussen de wijze van introductie en de verdere verspreiding, en gebruiken daarom verder de term 'introductiewegen' generiek voor beide processen.

## 2 Prioritering van introductiewegen

Onder prioriteren verstaan we het opstellen van een ranglijst van introductiewegen met het oog op het bepalen van de relatieve milieu-impact (soms ook socio-economische impact) (*sensu* Blackburn *et al.*, 2014) en het beslissen over de relatieve prioriteit van acties om de impact van invasieve uitheemse soorten te verminderen. Prioritair zijn dus die introductiewegen die het grootste risico voor het milieu en de biodiversiteit vertegenwoordigen, maar ook de introductiewegen die controleerbaar zijn en hierdoor de grootste kansen bieden op het voorkomen van dergelijke risico's. Een prioritering van introductiewegen gebruikt idealiter informatie over het volledige scala van vectoren en routes waarmee soorten geïntroduceerd en verspreid worden, en gegevens over de invasiedruk (Carlton & Ruiz, 2005). Doorgaans gebeurt dit op basis van de frequentie van historische invasies, m.a.w. het aantal soorten dat per introductieweg geïntroduceerd werd of zich verspreid heeft. Daarnaast kunnen introductiewegen geprioriteerd worden aan de hand van de impact van de geïntroduceerde soorten. Risicoanalyses bepalen daarbij welke introductiewegen geassocieerd zijn met soorten met de grootste impact (Essl *et al.*, 2015; McGeoch *et al.*, 2016).

In het kader van deze adviesvraag werd gevraagd de introductiewegen te prioriteren op basis van twee criteria: het aantal soorten en de potentiële impact van de soorten die via een bepaalde pathway binnen kunnen komen.

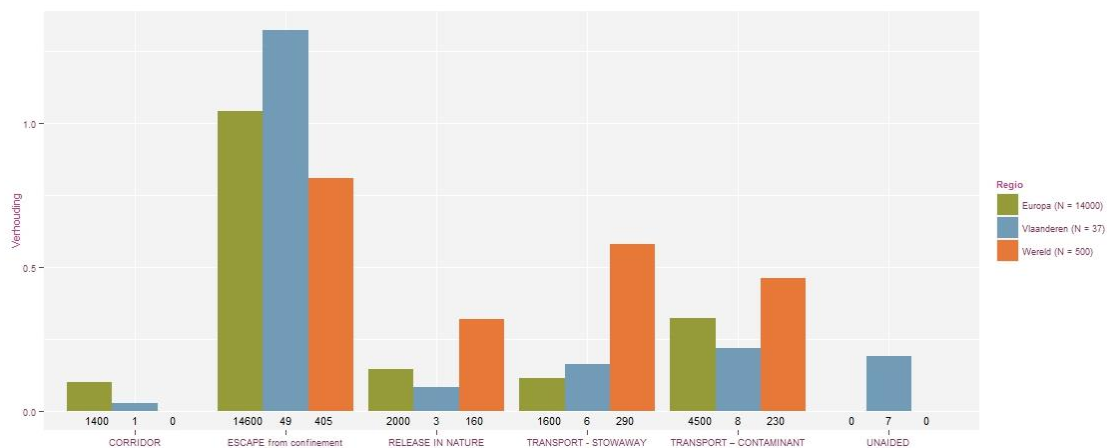
### 2.1 Frequentie van introducties per introductieweg

Op basis van het aantal soorten is *ontsnapping* (44 soorten) de belangrijkste introductieweg in Vlaanderen van de voor de EU zorgwekkende invasieve soorten. Dit geldt zowel voor planten als dieren. De andere level 1-categorieën *transport-contaminant* (8 soorten), *transport-verstekeling* (6 soorten), *autonome uitbreiding* (6 soorten) en *vrijlating in de natuur* (2 soorten) zijn relevant voor een kleiner aantal soorten. Dit patroon is gelijkaardig voor een ruimere dataset van exoten in Europa en ook op wereldschaal zijn ontsnappingen uit horticultuur en aquaria, en ontsnapte huisdieren frequente mechanismen voor introductie en verspreiding van invasieve soorten (Figuur 2). Introductieweg *corridor* komt alleen voor bij de Chinese wolhandkrab *Eriocheir sinensis*. De typische exoten die via deze introductieweg in Vlaanderen terechtkwamen, ontbreken op de EU lijst. Het gaat dan bijvoorbeeld om een aantal Ponto-Kaspische invertebraten (Bij de Vaate *et al.*, 2002). Veel van deze soorten hebben ondertussen ook grote populaties in Vlaanderen of de buurlanden, zodat nieuwe introducties vooral door uitbreiding vanuit naburige populaties te verwachten zijn.

---

<sup>5</sup> <http://www.cabi.org/isc/>

<sup>6</sup> <http://www.eppo.int/>



Figuur 1: Relatief belang van diverse introductiewegen (*level 1*) voor de soorten op de ontwerplijst van voor de EU zorgwekkende invasieve exoten in Vlaanderen, voor alle Europese exoten (DAISIE, 2009b) en voor de soorten in de Global Invasive Species database (GISD) (Pagad *et al.*, 2015). Het aantal soorten wordt weergegeven onder de balken. De getallen uit DAISIE en GISD zijn visueel afgeleid uit CBD (2014).

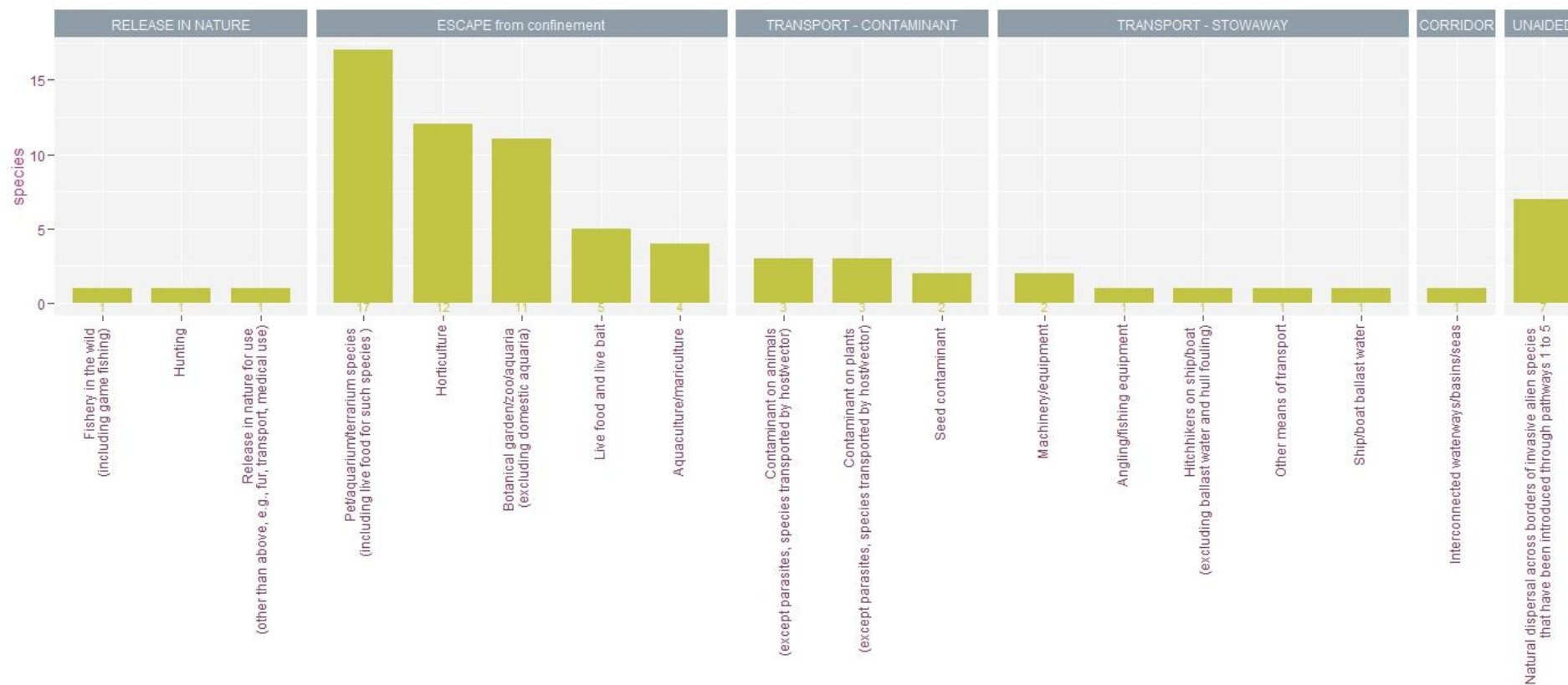
Op basis van het aantal soorten per level 2-introductieweg, is voor diersoorten van de EU-lijst vooral ontsnapping uit professionele en particuliere collecties prioritair (Figuur 2). Dit geldt bijvoorbeeld voor de exotische eekhoornsoorten Pallas' eekhoorn *Callosciurus erythraeus* (Schockert, 2012), grijze eekhoorn *Sciurus carolinensis* (Bertolino, 2008; Schockert *et al.*, 2012), Amerikaanse voseekhoorn *S. niger* (Baiwy & Schockert, 2013) en Siberische grondeekhoorn *Tamias sibiricus*, maar ook voor wasbeer *Procyon lotor*, neusbeer *Nasua nasua* (Van Den Berge & Gouwy, 2009), rosse stekelstaart *Oxyura jamaicensis* (Lafontaine *et al.*, 2013b) en heilige ibis *Threskiornis aethiopicus* (Robert *et al.*, 2013d). Reeves' muntjak *Muntiacus reevesii* wordt verspreid door ontsnappingen uit collecties, uitzettingen voor de jacht of potentieel door dispersie vanuit Nederlandse populaties (Casaer *et al.*, 2015).

De kreeftensoorten Californische rivierkreeft *Pacifastacus leniusculus*, gevlekte rivierkreeft *Orconectes limosus*, geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft *O. virilis*, Amerikaanse rode rivierkreeft *Procambarus clarkii* en 'marmorkrebs' *P. fallax* f. *virginialis* ontsnappen of worden opzettelijk vrijgelaten uit aquaria of aquacultuurfaciliteiten (Boets *et al.*, 2012, 2014; Messiaen *et al.*, 2010). Ze worden soms ook als levend aas gebruikt bij de hengelsport. Ook roodwangschildpadden *Trachemys scripta* kwamen via achterlaten van huisdieren in de natuur terecht.

Blauwbandgrondel *Pseudorasbora parva* wordt gebruikt als levend aas, kan blijven steken in visnetten of verspreid worden als contaminant met andere vissen, bijvoorbeeld bij bepotingen. Het bij bepotingen, verplaatsen van vis en lozingen uit niet afgesloten aquacultuurfaciliteiten onopzettelijk verspreiden van exotische vissen, zoals blauwbandgrondel, amurgrondel *Percottus glenii* of larven van stierkikker *Lithobates catesbeianus* (Davies & Britton, 2016), is een aandachtspunt dat met bioveiligheidsmaatregelen kan aangepakt worden (filters, netten met aangepaste maaswijdte).

Een aanpak voor een soort als Aziatische hoornaar *Vespa velutina*, die onopzettelijk kan meeliften met allerlei goederen, is moeilijk. Ook de bestrijding ervan is lastig eens de soort is gevestigd (Beggs *et al.*, 2011). Ondertussen is de kans groot dat deze soort via spontane verbreiding uit de grote Franse populatie bij ons terecht zal komen (Arca *et al.*, 2015; Villemant *et al.*, 2011; Villemant *et al.*, 2006). Het uitwerken van een snelle interventieprocedure bij introducties en voorlichting van imkers en wespenbestrijders rond detectie, melding en respons zijn voor deze soort essentieel (Vandegehuchte *et al.*, 2015).

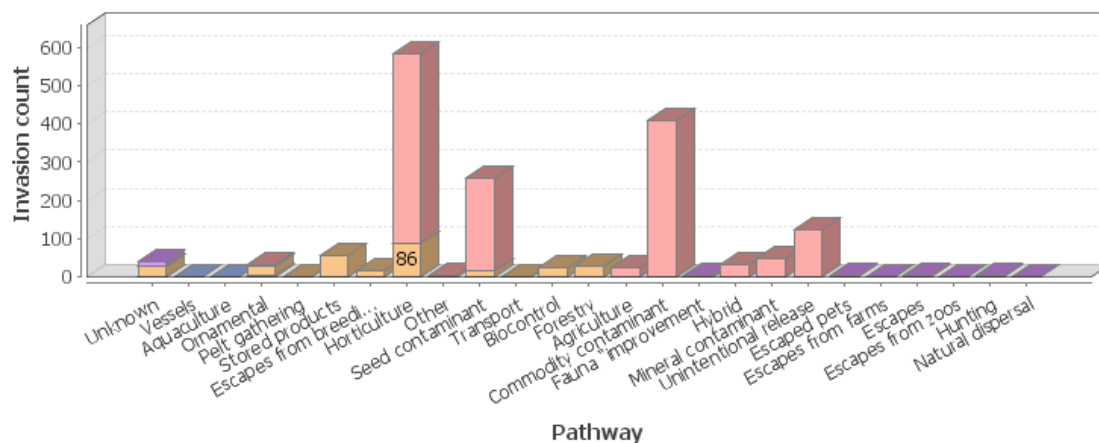
Voor plantensoorten is ontsnapping uit de horticultuur relevant voor alle soorten, met uitzondering van de zaadcontaminanten *Parthenium hysterophorus* (Verloove & Groom, 2013) en *Persicaria perfoliata*. Zaden van deze soorten kunnen ook via machines verspreid worden. Waterwaaier *Cabomba caroliniana* is een veel gebruikte zuurstofplant in aquaria (EPPO, 2007; Denys *et al.*, 2003). De soort komt ook voor in de Maas in Nederland (Van Valkenburg *et al.*, 2011). Natuurlijke verspreiding is daardoor ook een mogelijke introductieweg. Grote waternavel *Hydrocotyle ranunculoides* werd in 1998 in Vlaanderen geïntroduceerd voor een experiment rond kleinschalige waterzuivering in de Langelede in Wachtebeke, een waterloop die in verbinding staat met de Moervaart (Audenaert & Verstraeten, 2006). Verder wordt ze ook in tuinvijvers gebruikt. De waterplanten waterwaaier *C. caroliniana*, verspreidbladige waterpest *Lagarosiphon major* en parelvederkruid *Myriophyllum aquaticum* zouden ook via fragmenten kunnen geïntroduceerd worden als contaminant bij andere waterplanten die in tuinvijvers of openbare groenvoorzieningen worden ingebracht.



Figuur 2: Frequentie van introductiewegen in Vlaanderen/België voor de soorten op de ontwerplijst van voor de EU zorgwekkende invasieve exoten, geaggregeerd op level 2 en level 1 categorieën van de CBD pathway classificatie (CBD, 2014).



Volgens de DAISIE databank is ontsnapping uit de horticultuur eveneens een belangrijke bron van introducties, gevolgd door zaadcontaminanten en niet-intentionele introducties (Figuur 3). Door de verschillen in terminologie is deze classificatie niet zonder meer vergelijkbaar met de CBD categorieën. Ook ontbreken sommige taxa in DAISIE, wat het relatief belang van introductiewegen kan vertekenen (Adriaens & De Knijf, 2015).



Figuur 3: Aantal keren dat een introductieweg voorkomt (*invasion count*) bij gedocumenteerde invasies van exotische soorten in België volgens de DAISIE databank (DAISIE, 2009a, 2009b). Roze = planten; paars = terrestrische vertebraten; oranje = terrestrische invertebraten; blauw = aquatische, niet-mariene soorten.

## 2.2 Prioritering op basis van de impact van soorten

Voor de soorten van de EU-lijst werden de Belgische ISEIA<sup>7</sup> scores (Vanderhoeven *et al.*, 2005) en de gecorrigeerde ISEIA score na gedetailleerde risicoanalyse (PRA, referenties zie 1.2) opgezocht. Voor de kreeften nemen we de inschatting van Boets *et al.* (2012) over. Voor soorten zonder ISEIA-score zochten we de relatieve impactscore op die in het kader van een recente 'horizon scan' (Roy *et al.*, 2015) is toegekend (Tabel 2). De gemiddelde impactscore voor de soorten met een ISEIA-score<sup>8</sup> is  $11,2 \pm 0,9$  en voor de gecorrigeerde score via PRA  $11 \pm 1$ .

Nagenoeg alle soorten op de EU-lijst hebben naar verwachting intrinsiek een hoge potentiële ecologische impact. Door die beperkte variatie in de impactscores, levert een prioritering op basis van de impact van de soorten hetzelfde resultaat op als een prioritering op basis van het aantal soorten. Het toepassen van multi-criteria analysetechnieken (MCDA) die toelaten gewichten toe te kennen aan de verschillende criteria en zo verschillende prioriteringsoefeningen te vergelijken, levert hierdoor steeds hetzelfde resultaat op en is dus weinig zinvol.

De database van NOBANIS (NOBANIS, 2015) geeft een prioritering van de introductiewegen voor een (beperkte) lijst van Belgische exoten op basis van hun ecologische impact en het aantal soorten. In deze databank zijn voor België slechts een 70-tal soorten opgenomen die met ISEIA gescoord zijn op ecologisch risico (Branquart, 2007; Branquart *et al.*, 2009; Vanderhoeven *et al.*, 2015). Zowel qua aantal soorten als qua impact, zijn ontsnappingen uit de horticultuur de belangrijkste bron van exoten, gevolgd door het ontsnappen van soorten uit aquaria, zeker indien hierbij ook de door NOBANIS gehanteerde wegen escape en ornamental beschouwd worden. Verder zijn op basis van de impact ook de aquacultuur en de bosbouw, en in mindere mate hengelsport, jacht en landschapsinrichting, bronnen van (potentieel) invasieve soorten (Figuur 3).

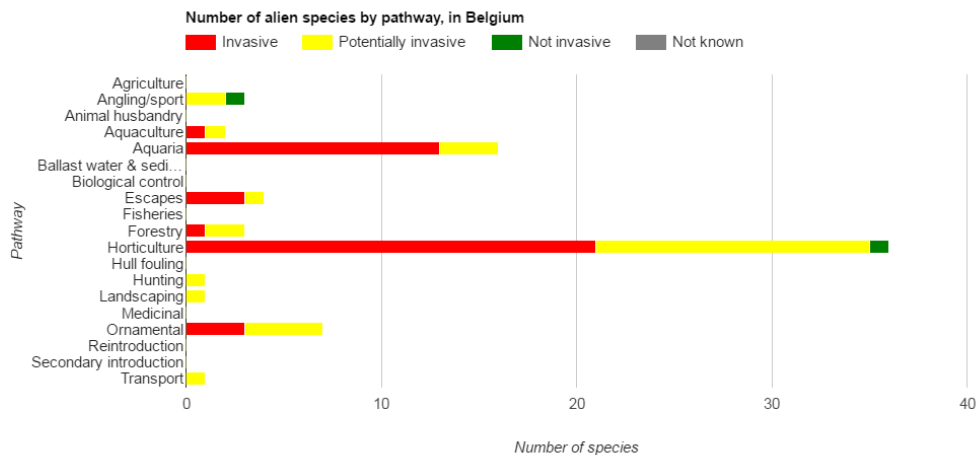
<sup>7</sup> ISEIA = *Invasive Species Environmental Impact Assessment protocol*

<sup>8</sup> scoreschaal van ISEIA gaat van 4 (*minimale impact*) tot 12 (*maximale impact*)

Tabel 2: Ecologische impactscore voor de soorten op de ontwerprijst van voor de EU zorgwekkende invasieve exoten volgens ISEIA, PRA en de EU horizon scan.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	ISEIA	PRA	Boets <i>et al.</i> (2012)	EU horizon scan
struikaster	<i>Baccharis halimifolia</i>	12			
waterwaaier	<i>Cabomba caroliniana</i>	10			
pallas' eekhoorn	<i>Callosciurus erythraeus</i>	11	10		500
huiskraai	<i>Corvus splendens</i>				625
Indische mangoest	<i>Herpestes javanicus</i>				563
grote waternavel	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	12	12		
verspreidbladige waterpest	<i>Lagarosiphon major</i>	12	12		
stierkikker	<i>Lithobates catesbeianus</i>	12	11		
wartereunisbloem	<i>Ludwigia grandiflora</i>	12	12		
postelein-waterlepeltje	<i>Ludwigia peploides</i>	12	12		
moerasaronkelk	<i>Lysichiton americanus</i>	10			
Chinese muntjak	<i>Muntiacus reevesii</i>	12			
beverrat	<i>Myocastor coypus</i>	12	12		
parelvederkruid	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	12	12		
rode neusbeer	<i>Nasua nasua</i>				450
gevlekte rivierkreeft	<i>Orconectes limosus</i>			A3	
geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft	<i>Orconectes virilis</i>				500
rosse stekelstaart	<i>Oxyura jamaicensis</i>	10	10		
Californische rivierkreeft	<i>Pacifastacus leniusculus</i>			A1	
amurgrondel	<i>Perccottus glenii</i>	11	12		
rode rivierkreeft	<i>Procambarus clarkii</i>		12	A1	
marmorkrebs	<i>Procambarus sp.</i>				250
wasbeer	<i>Procyon lotor</i>	11			
blauwbandgrondel	<i>Pseudorasbora parva</i>	11			
grijze eekhoorn	<i>Sciurus carolinensis</i>	11	11		
amerikaanse voseekhoorn	<i>Sciurus niger</i>		9		192
siberische grondeekhoorn	<i>Tamias sibiricus</i>	9			
heilige ibis	<i>Threskiornis aethiopicus</i>	11	9		

Hoewel de cijfers *in globo* overeenkomst vertonen, merken we op dat de introductiewegen vernoemd in NOBANIS door de verschillen in terminologie niet zonder meer vergelijkbaar zijn met de CBD-categorieën. Er moet ook rekening gehouden worden met de taxonomische bias en het beperkt aantal soorten dat met ISEIA gescoord werd. Zo ontbreken bepaalde groepen (bv. invertebraten) volledig.



Figuur 4: Introductiepaden van exotische soorten in België gescoord met ISEIA volgens NOBANIS (NOBANIS, 2009, 2015).

### 3 Aanbevelingen voor meer diepgaande analyse van introductieroutes

#### 3.1 Gegevensbehoefte

McGeoch *et al.* (2016) geven een overzicht van informatie die landen zouden nodig hebben om acties rond introductieroutes van invasieve exoten te prioriteren. Voor Vlaanderen/België zou volgende informatie beschikbaar moeten zijn:

- Een gedocumenteerd register van exotische soorten met de datum van de eerste introductie, de invasiestatus van de soort en de introductiewijzen. Het INBO werkt samen met Lifewatch en het Belgische Biodiversiteitsplatform aan een voorlopige lijst (zie 3.3).
- Een lijst met het volledige scala van introductieroutes van alle uitheemse (invasieve) soorten die relevant zijn voor Vlaanderen/België. Hierbij moeten zowel de potentiële als gerealiseerde introductieroutes beschouwd worden (Hulme *et al.*, 2008; Wilson *et al.*, 2009). Het gebruik van gestandaardiseerde terminologie is daarbij belangrijk (Essl *et al.*, 2015; Hulme *et al.*, 2008). Daarvoor kan, analoog aan dit advies en aan de rapportageverplichtingen van de EU Verordening, de standaard van de CBD (CBD, 2014) gebruikt worden.
- Duidelijkheid of het om opzettelijke (intentionele) of accidentele introducties gaat.
- Per introductieroute informatie over de frequentie, het aantal en de identiteit van propagules die via die route ingevoerd, getransporteerd of verspreid worden, bijvoorbeeld op basis van interceptiegegevens (Henderson *et al.*, 2011; Kenis *et al.*, 2007; Leung *et al.*, 2014);
- Klimatologische informatie over het oorsprongsgebied van waaruit exoten via een of meerdere introductiewegen bij ons terecht komen, met het oog op het bepalen van de klimatologische overeenkomst met Vlaanderen/België.

Daarnaast is het relatief belang van introductiewegen voor exoten onderhevig aan spatio-temporele veranderingen. Dat betekent dat zowel het absolute aantal soorten als het aandeel soorten dat via een bepaalde introductieweg wordt geïntroduceerd, varieert in de tijd. Die variatie is het gevolg van complexe interacties tussen socio-economische factoren in de regio's van oorsprong en de regio's waar de soorten terecht komen. Voorbeelden daarvan zijn migratiegolven, economische, culturele en sociopolitieke banden tussen regio's, openen en sluiten van transportroutes, consumentengedrag en beheer van soorten. Het is dus van

belang te beseffen dat een klassieke analyse van introductiewegen slechts een snapshot van de huidige situatie vertegenwoordigt. Een meer voorspellende manier van pathway-controle zou in staat moeten zijn om nieuwe, opkomende introductiewegen te identificeren. Daarbij kunnen nieuwe gegevens en analysetechnieken, zoals inspectiegegevens, NextGeneration databases, netwerkanalyse, horizon scanning en geografische profilering, nuttig zijn (Essl *et al.*, 2015).

De hier gebruikte indeling van introductiewegen volgens de CBD standaard geeft een (zeer) algemene beschrijving van de introductiepaden. Het voordeel daarvan is dat ze vergelijkbaar en prioriteerbaar zijn op alle schaalniveaus. Voor het nemen van concrete maatregelen op het terrein, kan het gebruik van meer gedetailleerde en exacte indelingen en beschrijvingen van introductiewegen soms informatiever zijn. Een goed voorbeeld is grondverzet, een bekende pathway voor invasieve plantensoorten die via stolonen verbreiden, zoals *Fallopia* spp. Deze valt onder de categorie *transport contaminant - transport van habitatmateriaal*. Om concrete acties op het terrein te kunnen voorstellen, is het noodzakelijk dit materiaal meer te specificeren. Verloove (2006) verdeelt horticultuurintroducties onder in horticultuur, wol- en graanadventieven en enkele andere types. Dergelijke verdere onderverdelingen zijn relevant in functie van de te nemen maatregelen.

## 3.2 Van introductieweg-analyse naar actieplannen

Het vaststellen en prioriteren van pathways is een eerste stap in de ontwikkeling van preventieve strategieën rond de controle van introductiewegen en, waar nuttig, protocollen gericht op individuele soorten. Bij de ontwikkeling van strategieën moet rekening gehouden worden met socio-economische factoren die de introductie en verspreiding van uitheemse soorten bepalen en beïnvloeden.

Globaal genomen zijn de volgende elementen voorhanden voor actieplannen rond introductiewegen:

- Regelgeving, zoals de richtlijnen ontwikkeld door de International Plant Protection Convention (IPPC) voor de behandeling van houtverpakkingen, granen enz., de regels van de World Organisation for Animal Health (OIE) voor levende dieren, het handels- en bezitsverbod in de EU Verordening invasieve exoten, de behandeling van ballastwater in het kader van de internationale Ballastwater Conventie<sup>9</sup> (VLIZ, 2015), of het algemeen introductieverbod in het kader van het Soortenbesluit<sup>10</sup>;
- Inspecties (pre- of post-import), waarbij vaak een range aan technieken gebruikt wordt (visuele inspecties, honden, gespecialiseerde apparatuur). Goed opgeleid personeel en de vlotte beschikbaarheid van informatie zijn hierbij essentieel.
- Vrijwillige gedragscodes met belangrijke sectoren en stakeholders die betrokken zijn bij de introductie en verspreiding van invasieve exoten. Het kan daarbij gaan om gedragscodes op internationaal niveau, zoals de Europese gedragscodes rond jagen en invasieve soorten (Monaco *et al.*, 2013), plantentuinen (Heywood & Sharrock, 2013), aquaria en dierentuinen (Scalera, 2011), maar ook om nationale initiatieven. Voorbeelden zijn het covenant waterplanten in Nederland (Verbrugge *et al.*, 2013; Verbrugge *et al.*, 2014), of het Belgische Life+ project AlterIAS (Halford *et al.*, 2011; Halford *et al.*, 2014). Het implementatietraject van deze vrijwillige instrumenten bevatte socio-economische analyses en voorafgaand sociologisch onderzoek om de impact van deze maatregel te kunnen monitoren.

<sup>9</sup> International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (2004) (Ballast Water Management Convention; BWMC)

<sup>10</sup> Besluit van de Vlaamse Regering van 15 mei 2009 met betrekking tot soortenbescherming en soortenbeheer

- Concrete maatregelen voor bioveiligheid op het terrein, bijvoorbeeld om de verspreiding van pathogenen (Agentschap voor Natuur en Bos, 2014) of invasieve exoten bij terreinwerk, hengelsport en visserij (Ireland, 2014), (her)introducties enz. tegen te gaan. Bioveiligheid omvat alle activiteiten gericht op het onder controle houden of voorkomen van introducties van nieuwe soorten in een bepaalde regio. Bioveiligheid vormt een integraal onderdeel bij de beheersing of het mitigeren van de impact van invasieve soorten (Simberloff *et al.*, 2012). Het verhogen van het bioveiligheidsbesef wordt aanzien als een van de belangrijkste werkpunten bij het beheer van biologische invasies in Europa (Caffrey *et al.*, 2014). Routinematige toepassing van veiligheidsvoorschriften kan nieuwe introducties van ongewenste soorten, pathogenen enz. minimaliseren. Daarvoor moeten ze wel consequent toegepast te worden op alle niveaus, van overheid tot individu.
- Brede voorlichtingscampagnes of communicatie gericht op specifieke doelgroepen. Reizigers zijn vaak niet op de hoogte van de wet- en regelgeving om introducties van uitheemse soorten te vermijden, en de redenen daarvoor. Ook het onderwijs kan een rol spelen bij het verhogen van het bewustzijn van de ecologische en economische risico's van invasieve exoten en van de redenen voor maatregelen die overheden hierrond nemen. Mogelijkheden hiervoor zijn drukwerk (affiches, brochures), videopresentaties, perscampagnes, studiedagen, aankondigingen op vliegtuigen, informatie op reisbeurzen enz.

Ideeën en voorbeeldprojecten zijn terug te vinden bij Wittenberg & Cock (2001) en op de website van de IUCN Invasive Species Specialist Group, die specifiek voor pathway-controle een instrument ontwikkelt (ISSG, 2016).

Om de impact van regelgeving en actieplannen te kunnen inschatten, moeten indicatoren ontwikkeld worden die gebaseerd zijn op gestandaardiseerde gegevensverzameling. Uit bevragingen blijkt dat stakeholders een evaluatie van zulke maatregelen belangrijk vinden (Verbrugge *et al.*, 2014).

### 3.3 Knelpunten en aanbevelingen

- Met uitzondering van de planten (Verloove & Groom, 2013) en van de mariene soorten (Wereldregister van Geïntroduceerde Mariene Soorten WRIMS - <http://www.marinespecies.org/introduced/>), ontbreekt momenteel een volledig en gedocumenteerd register van exotische soorten in Vlaanderen/België. Het INBO werkt hier samen met Lifewatch en het Belgische Biodiversiteitsplatform aan. In afwachting van een gevalideerde lijst zou gebruik gemaakt kunnen worden van extracten uit internationale databanken, zoals DAISIE (2009a), de RINSE databank (Gallardo *et al.*, 2016; Gallardo *et al.*, 2013; Zieritz *et al.*, 2014) en het Global Register of Introduced and Invasive Species (GRIIS) dat in opmaak is (publicatie verwacht in juni 2016). De pathway-gegevens in deze registers zijn evenwel per land en niet per regio georganiseerd, waardoor ze voor Vlaanderen misschien niet relevant zijn.
- In de meeste exotendatabanken zijn de meest waarschijnlijke introductiewegen post-hoc toegewezen aan de soorten, vaak op basis van de eerder subjectieve inschattingen van een beoordelaar, of zijn ze afgeleid uit de ecologie van een soort, veeleer dan uit harde bewijzen. Verschillende auteurs stellen dat het wenselijk is deze onzekerheden transparant te maken door het verstrekken van een schatting van de onzekerheid over de rol van een bepaald introductiepad (o.a. Bacon *et al.*, 2012; Essl *et al.*, 2015; Kenis *et al.*, 2007). Dit was onmogelijk in het kader van dit advies, maar zou een aandachtspunt kunnen zijn bij een uitgebreidere analyse van introductiewegen.

- Gegevens over de frequentie, het aantal en de identiteit van propagules die ingevoerd, getransporteerd of verspreid worden via elke introductieroute, bijvoorbeeld op basis van interceptiedata, zijn vermoedelijk niet beschikbaar voor België. In de afwezigheid van gegevens hierover, zou gebruik gemaakt kunnen worden van (1) gegevens over volumes of frequentie van goederen, producten of mensen die verplaatst worden via de verschillende introductiewegen, (2) buitenlandse kennis over het belang van introductiewegen en (3) expertkennis.
- Het verbeteren van de registratie en de opslag van gegevens van inspecties en interceptiedata over exoten (cf. AQIM standaard), het uitbreiden hiervan tot prioritaire introductiewegen en goederen die hier nog niet onder vallen en het beschikbaar maken van deze gegevens voor analyse, zijn onontbeerlijk voor toekomstige analyses en de ontwikkeling van beleidsinstrumenten rond introductiewegen.
- Geïntegreerde prioritering, waarbij op een kwantitatieve manier rekening gehouden wordt met soorten, introductiewegen en specifieke beschermde natuur die door soorteninvasies bedreigd wordt, zou meer aandacht moeten krijgen (Andersen *et al.*, 2004; Brunel *et al.*, 2010; McGeoch *et al.*, 2016). Op die manier kunnen de middelen voor het beheersen van biologische invasies efficiënter gebruikt worden.

## Conclusie

---

1. De voor Vlaanderen (en bij uitbreiding België) relevante introductieroutes van voor de Europese Unie zorgwekkende invasieve exoten zijn weergegeven in bijlage 1.
2. Op basis van het aantal soorten zijn de belangrijkste introductiewegen van invasieve exoten ontsnappingsen van huisdieren en ontsnappingsen uit de horticultuur (bv. storten van tuinafval), uit botanische tuinen, uit dierenparken en uit aquaria. Verschillende soorten kunnen ondertussen ook op eigen kracht Vlaanderen bereiken vanuit populaties in omliggende regio's. Voor aquatische diersoorten vormen contaminanten bij visbepotingen een aandachtspunt, voor waterplanten de aquariumhouderij. Een prioritering op basis van de potentiële ecologische schade veroorzaakt door deze soorten, levert door de beperkte variatie in impactscores tussen de soorten dezelfde prioritering op.
3. Knelpunten voor het uitvoeren van een bredere analyse van de introductiewegen van exoten in Vlaanderen/België zijn o.a. het ontbreken van een gedocumenteerd register van exotische soorten en het ontbreken van interceptiegegevens waarmee het relatief belang van introductiewegen ingeschat kan worden.
4. Voor een meer diepgaande analyse van de introductieroutes moet gewerkt worden met een zo volledig mogelijk register van exoten in Vlaanderen/België. Een dergelijk register is in opmaak. In afwachting kan gewerkt worden met bestaande bronnen. Daarnaast is per introductieweg meer informatie nodig over de frequentie, het aantal en de identiteit van propagules die via die weg ingevoerd, getransporteerd of verspreid worden. Dit kan bijvoorbeeld op basis van interceptiedata. Hiervoor is een betere registratie van inspecties en interceptiedata over exoten vereist. In afwezigheid van concrete data kunnen gegevens over volumes of frequentie van goederen, producten of mensen die via de verschillende introductiewegen verplaatst worden, buitenlandse kennis over het belang van introductiewegen en expertkennis dienst doen als proxy. Voor een efficiënt gebruik van middelen, moet prioritering op een meer geïntegreerde wijze gebeuren, waarbij op een kwantitatieve manier rekening gehouden wordt met soorten, introductiewegen en specifieke beschermde natuur die door soorteninvasies bedreigd wordt.

## Referenties

---

Adriaens, T., 2009a. Advies met betrekking tot accidenteel ingevoerde zwarte weduwen *Latrodectus* spp. in Vlaanderen en het opzetten van een waarschuwingssysteem voor invasieve soorten in de Vlaamse havens. Advies van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.A.2009.193, 1-4.

Adriaens, T., 2009b. Advies met betrekking tot bestrijding van accidenteel ingevoerde zwarte weduwen *Latrodectus* spp. in Vlaanderen. Advies van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.A.2009.117, 1-4.

Adriaens, T., De Knijf, G., 2015. A first report of introduced non-native damselfly species (*Zygoptera*, *Coenagrionidae*) for Belgium. *Belg. J. Zool* 145, 76-80.

Adriaens, T., Devisscher, S., Louette, G., 2013. Risk analysis of American bullfrog *Lithobates catesbeianus* (Shaw). Risk analysis report of non-native organisms in Belgium. , Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (INBO.R.2013.41). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Agentschap voor Natuur en Bos, w.d., 2014. Preventie van de verspreiding van chytridiomycose bij de vuursalamander - veiligheidsvoorschriften veldwerkzaamheden. Nota ANB op basis van RAVON-advies en in samenwerking met *Hyla* vzw, Ugent en INBO.

Andersen, M.C., Adams, H., Hope, B., Powell, M., 2004. Risk analysis for invasive species: general framework and research needs. *Risk Analysis* 24, 893-900.

Arca, M., Mougel, F., Guillemaud, T., Dupas, S., Rome, Q., Perrard, A., Muller, F., Fossoud, A., Capdevielle-Dulac, C., Torres-Leguizamon, M., 2015. Reconstructing the invasion and the demographic history of the yellow-legged hornet, *Vespa velutina*, in Europe. *Biological Invasions* 17, 2357-2371.

Audenaert, T. & Verstraeten, A. 2006. Exotische Grote waternavel rukt op. [https://data.inbo.be/purews/files/680751/Audenaert\\_Verstraeten\\_2006\\_Durme\\_en\\_Scheldel\\_and.pdf](https://data.inbo.be/purews/files/680751/Audenaert_Verstraeten_2006_Durme_en_Scheldel_and.pdf)

Bacon, S.J., Bacher, S., Aebi, A., 2012. Gaps in border controls are related to quarantine alien insect invasions in Europe. *PLoS ONE* 7, e47689.

Baiwy, E., Schockert, V., 2013. Risk analysis of the Fox squirrel, *Sciurus niger*, Risk analysis report of non-native organisms in Belgium. Cellule interdépartementale sur les Espèces invasives (CiEi), DGO3, SPW / Editions, 32 pages.

Baiwy, E., Schockert, V., Branquart, E., 2012a. Risk analysis of the Reeves' muntjac *Muntiacus reevesi*, risk analysis report of non-native organisms in Belgium. Cellule interdépartementale sur les Espèces invasives (CiEi), DGO3, SPW / Editions, 36 pages.

Baiwy, E., Schockert, V., Branquart, E., 2012b. Risk analysis of the sika deer *Cervus nippon* (Linnaeus 1758), Risk analysis report of non-native organisms in Belgium. Cellule interdépartementale sur les Espèces invasives (CiEi), DGO3, SPW / Editions, 38 pages.

Beggs, J.R., Brockerhoff, E.G., Corley, J.C., Kenis, M., Masciocchi, M., Muller, F., Rome, Q., Villemant, C., 2011. Ecological effects and management of invasive alien *Vespidae*. *BioControl* 56, 505-526.

Bertolino, S., 2008. Introduction of the American grey squirrel (*Sciurus carolinensis*) in Europe: a case study in biological invasion. *CURRENT SCIENCE* 95.

Bij de Vaate, A., Jazdzewski, K., Ketelaars, H.A., Gollasch, S., Van der Velde, G., 2002. Geographical patterns in range extension of Ponto-Caspian macroinvertebrate species in Europe. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59, 1159-1174.

Blackburn, T.M., Essl, F., Evans, T., Hulme, P.E., Jeschke, J.M., Kühn, I., Kumschick, S., Marková, Z., Mrugała, A., Nentwig, W., 2014. A unified classification of alien species based on the magnitude of their environmental impacts. *PLoS Biol* 12, e1001850.

Boets, P., Lock, K., Adriaens, T., Goethals, P., 2014. Exotische macroinvertebraten in Vlaanderen, verspreiding en impact op inheemse waterfauna. *Natuur.Focus* 13, 22-30.

Boets, P., Lock, K., Adriaens, T., Mouton, A., Goethals, P.L.M., 2012. Distribution of crayfish (Decapoda, Astacoidea) in Flanders (Belgium): an update. *Belgian Journal of Zoology* 142, 86-92.

Branquart, E., 2007. ISEIA protocol. Guidelines for environmental impact assessment and list classification of non-native organisms in Belgium, version 2.1, <http://ias.biodiversity.be>.

Branquart, E., Verreycken, H., Vanderhoeven, S., van Rossum, F., Cigar, J., 2009. ISEIA, a Belgian non-native species assessment protocol., In *Science Facing Aliens*. p. 23.

Brunel, S., Branquart, E., Fried, G., Van Valkenburg, J., Brundu, G., Starfinger, U., Buholzer, S., Uludag, A., Joseffson, M., Baker, R., 2010. The EPPO prioritization process for invasive alien plants. *EPPO Bulletin* 40, 407-422.

Caffrey, J.M., Baars, J.-R., Barbour, J.H., Boets, P., Boon, P., Davenport, K., Dick, J.T.A., Early, J., Edsman, L., Gallagher, C., Gross, J., Heinimaa, P., Horrill, C., Hudin, S., Hulme, P.E., Hynes, S., MacIsaac, H.J., McLoone, P., Millane, M., Moen, T.L., Moore, N., Newman, J.R., O'Conchuir, R., O'Farrell, M., O'Flynn, C., Oidtmann, B., Renals, T., Ricciardi, A., Roy, H., Shaw, R.H., Van Valkenburg, J.L.C.H., Weyl, O., Williams, F., Frances, L.E., 2014. Tackling invasive alien species in Europe: the top 20 issues. *Management of Biological Invasions* 5, 1-20.

Carlton, J.T., Ruiz, G.M., 2005. Vector science and integrated vector management in bioinvasion ecology: conceptual frameworks, In *Invasive alien species. A new synthesis*. eds H.A. Mooney, R. Mack, J. McNeely, pp. 36-58. Island Press Washington.

Casaer, J., Boone, N., Devisscher, S., Vercammen, J., Adriaens, T., 2015. Best practice voor beheer van Chinese muntjak *Muntiacus reevesi* in Vlaanderen., *Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015 (INBO.R.2015.7092003)*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

CBD, 2014. Pathways of introduction of invasive species, their prioritization and management.

DAISIE, 2009a. European Invasive Alien Species Gateway, In <http://www.europe-aliens.org/>.

DAISIE, 2009b. Handbook of alien species in Europe. Springer Science.

Davies, G., Britton, J., 2016. Assessment of non-native fish dispersal from a freshwater aquaculture site. *Fisheries Management and Ecology*.

Denys L, Packet J, Weiss L, Coenen M (2003) *Cabomba caroliniana* (Cabombaceae) houdt stand in Holsbeek (Vlaams-Brabant, België). *Dumortiera* 80: 35-40

EPPO (2007) pest risk analysis for *Cabomba caroliniana* Gray. <http://www.eppo.int> (Accessed 20 January 2016)

Essl, F., Bacher, S., Blackburn, T.M., Booy, O., Brundu, G., Brunel, S., Cardoso, A.-C., Eschen, R., Gallardo, B., Galil, B., GARCÍA-BERTHOUE, E., Genovesi, P., Groom, Q., Harrower,



C., Hulme, P.E., Katsanevakis, S., Kenis, M., Kühn, I., Kumschick, S., martinou, a.f., Nentwig, W., o'flynn, c., Pagad, S., Pergl, J., Pyšek, P., Rabitsch, W., Richardson, D.M., Roques, A., Roy, H., Scalera, R., Schindler, S., Seebens, H., Vanderhoeven, S., Vilà, M., Wilson, J.R., Zenetos, A., Jeschke, J.M., 2015. Crossing frontiers in tackling pathways of biological invasions. *Bioscience*, biv082.

EU, 2014. Regulation (EU) no 1143/2014 of the European parliament and of the Council of 22 October 2014 on the prevention and management of the introduction and spread of invasive alien species. *Official Journal of the European Union* 4.11.2014, L317, 35-55.

Gallardo, B., Zieritz, A., Aldridge, D.C., 2013. Targeting and prioritisation for INS in the RINSE project area, Cambridge Environmental Consulting. Report commissioned by the Interreg 2Seas RINSE project.

Gallardo, B., Zieritz, A., Adriaens, T., Bellard, C., Boets, P., Britton, J.R., Newman, J.R., van Valkenburg, J.L., Aldridge, D.C., 2016. Trans-national horizon scanning for invasive non-native species: a case study in western Europe. *Biological Invasions* 18, 17-30.

Halford, M., Heemers, L., Mathys, C., Vanderhoeven, S., Mahy, G., 2011. Socio-economic survey on invasive ornamental plants in Belgium. Final report February.

Halford, M., Heemers, L., van Wesemael, D., Mathys, C., Wallens, S., Branquart, E., Vanderhoeven, S., Monty, A., Mahy, G., 2014. The voluntary Code of conduct on invasive alien plants in Belgium: results and lessons learned from the AlterIAS LIFE+ project. *EPP0 Bulletin* 44, 212-222.

Henderson, W., Bomford, M., Cassey, P., 2011. Managing the risk of exotic vertebrate incursions in Australia. *Wildlife Research* 38, 501-508.

Heywood, V.H., Sharrock, S., 2013. European code of conduct for botanic gardens on invasive alien species. Council of Europe.

Hulme, P.E., Bacher, S., Kenis, M., Klotz, S., Kuhn, I., Minchin, D., Nentwig, W., Olenin, S., Panov, V., Pergl, J., Pyšek, P., Roques, A., Sol, D., Solarz, W., Vila, M., 2008. Grasping at the routes of biological invasions: a framework for integrating pathways into policy. *Journal of Applied Ecology* 45, 403-414.

Ireland, I.F., 2014. Biosecurity protocol for IFI field staff, Inland Fisheries Ireland.

ISSG, 2016. Invasive Alien Species Pathway Management Resource, <http://www.pathway-toolbox.auckland.ac.nz/>.

Kenis, M., Rabitsch, W., Auger-Rozenberg, M., Roques, A., 2007. How can alien species inventories and interception data help us prevent insect invasions? *Bulletin of Entomological Research* 97, 489-502.

Lafontaine, R.-M., Beudels-Jamar, R.C., Delsinne, T., Robert, H., 2013a. Risk analysis of the Parrotfeather *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc. - Risk analysis report of non-native organisms in Belgium., Royal Belgian Institute of Natural Sciences for the Federal Public Service Health, Food chain safety and Environment. 40 p.

Lafontaine, R.-M., Robert, H., Delsinne, T., Adriaens, T., Devos, K., Beudels-Jamar, R.C., 2013b. Risk analysis of the Ruddy Duck *Oxyura jamaicensis* (Gmelin, 1789). - Risk analysis report of non-native organisms in Belgium. Royal Belgian Institute of Natural Sciences for the Federal Public Service Health, Food chain safety and Environment. 33 p.

Leung, B., Springborn, M.R., Turner, J.A., Bockerhoff, E.G., 2014. Pathway-level risk analysis: the net present value of an invasive species policy in the US. *Frontiers in Ecology and the Environment* 12, 273-279.

McGeoch, M.A., Genovesi, P., Bellingham, P.J., Costello, M.J., McGrannachan, C., Sheppard, A., 2016. Prioritizing species, pathways, and sites to achieve conservation targets for biological invasion. *Biological Invasions* 18, 299-314.

Messiaen, M., Lock, K., Gabriels, W., Vercauteren, T., Wouters, K., Boets, P., Goethals, P.L.M., 2010. Alien macrocrustaceans in freshwater ecosystems in the eastern part of Flanders (Belgium). *Belgian Journal of Zoology* 140.

Monaco, M.A., Genovesi, M.P., Middleton, A., 2013. European code of conduct on hunting and IAS.

NOBANIS, 2009. European Network on Invasive Alien Species, gateway to information on invasive alien species in North and Central Europe., In <http://www.nobanis.org/>.

NOBANIS, 2015. Invasive Alien Species. Pathway Analysis and Horizon Scanning for Countries in Northern Europe., Nordic Council of Ministers, Denmark.

Pagad, S., Genovesi, P., Carnevali, L., Scalera, R., Clout, M., Katsanevakis, S., Roy, H., 2015. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group: invasive alien species information management supporting practitioners, policy makers and decision takers. *Management of Biological Invasions* 6, 127-135.

Robert, H., Lafontaine, R.-M., Beudels-Jamar, R.C., Delsinne, T., 2013a. Risk analysis of the Water Pennywort *Hydrocotyle ranunculoides* (L.F., 1781). - Risk analysis report of non-native organisms in Belgium, Royal Belgian Institute of Natural Sciences for the Federal Public Service Health, Food chain safety and Environment. 59 p.

Robert, H., Lafontaine, R.-M., Beudels-Jamar, R.C., Delsinne, T., 2013b. Risk analysis of the Water Primrose *Ludwigia peploides* (Kunth) P.H. Raven. - Risk analysis report of non-native organisms in Belgium., Royal Belgian Institute of Natural Sciences for the Federal Public Service Health, Food chain safety and Environment. 35 p.

Robert, H., Lafontaine, R.-M., Beudels-Jamar, R.C., Delsinne, T., Baiwy, E., 2013c. Risk analysis of the Coypu (*Myocastor coypus*) Molina, 1782. - Risk analysis report of non-native organisms in Belgium, unpublished report Royal Belgian Institute of Natural Sciences for the Federal Public Service Health, Food chain safety and Environment. 33 p.

Robert, H., Lafontaine, R.-M., Delsinne, T., Beudels-Jamar, R.C., 2013d. Risk analysis of the Sacred Ibis *Threskiornis aethiopicus* (Latham 1790). - Risk analysis report of non-native organisms in Belgium, Royal Belgian Institute of Natural Sciences for the Federal Public Service Health, Food chain safety and Environment. 35 p.

Roy, H., Adriaens, T., Aldridge, D., Bacher, S., Bishop, J., Blackburn, T., Branquart, E., Brodie, J., Carboneras, C., Cook, E., Copp, G., Dean, H., Eilenberg, J., Essl, F., Gallardo, B., Garcia, M., García-Berthou, E., Genovesi, P., Hulme, P., Kenis, M., Kerckhof, F., Kettunen, M., Minchin, D., Nentwig, W., Nieto, A., Pergl, J., Pescott, O., Peyton, J., Preda, C., Rabitsch, W., Roques, A., Rorke, S., Scalera, R., Schindler, S., Schönrogge, K., Sewell, J., Solarz, W., Stewart, A., Tricarico, E., Vanderhoeven, S., van der Velde, G., Vilà, M., Wood, C., Zenetos, A., 2015. Invasive alien species - prioritising prevention efforts through horizon scanning., ENV.B.2/ETU/2014/0016. European Commission.

Roy, H.E., Preston, C.D., Harrower, C.A., Rorke, S.L., Noble, D., Sewell, J., Walker, K., Marchant, J., Seeley, B., Bishop, J., 2014. GB Non-native Species Information Portal: documenting the arrival of non-native species in Britain. *Biological Invasions* 16, 2495-2505.

Scalera, R., 2011. Code of conduct on zoological gardens and aquaria and invasive alien species in Europe.

Schockert, V., 2012. Risk analysis of the Pallas's squirrel, *Callosciurus erythraeus*, Risk analysis report of non-native organisms in Belgium. Cellule interdépartementale sur les Espèces invasives (CiEi), DGO3, SPW / Editions, 39 pages.

Schockert, V., Baiwy, E., Branquart, E., 2012. Risk analysis of the grey squirrel, *Sciurus carolinensis*, Risk analysis report of non-native organisms in Belgium. Cellule interdépartementale sur les Espèces invasives (CiEi), DGO3, SPW / Editions, 43 pages.

Simberloff, D., Martin, J.-L., Genovesi, P., Maris, V., Wardle, D.A., Aronson, J., Courchamp, F., Galil, B., García-Berthou, E., Pascal, M., 2012. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in Ecology & Evolution*.

Van Den Berge, K., Gouwy, J., 2009. Exotic carnivores in Flanders: area expansion or repeated new input? Proceedings of the Science facing Aliens Conference, Brussels, 11th May 2009.

Van Valkenburg JLCH, Roijackers RMM, Leonard R (2011) *Cabomba caroliniana* Gray in The Netherlands. In: Bohren C, Bertossa M, Schoenenberger N, Rossinelli M, Conedera M (eds) 3rd International Symposium on Weeds and Invasive Plants, extended Abstract. Monte Verità, Ascona, Switzerland, October 2-7th, 2011. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL, 6 pp.

Vandegehuchte, M., Adriaens, T., Vandenbussche, B., 2015. De opmars van de Aziatische hoornaar: wanneer is Vlaanderen aan de beurt? *De Brandweerman* 548, 39-42.

Vanderhoeven, S., 2013. Risk analysis of *Ludwigia grandiflora*, Risk analysis report of non-native organisms in Belgium., Cellule interdépartementale sur les Espèces invasives (CiEi), DGO3, SPW / Editions, 36 pages.

Vanderhoeven, S., Adriaens, T., D'hondt, B., Van Gossum, H., Vandegehuchte, M., Verreycken, H., Cigar, J., Branquart, E., 2015. A science-based approach to tackle invasive alien species in Belgium—the role of the ISEIA protocol and the Harmonia information system as decision support tools. *Management of Biological Invasions* 6, 197–208

Vanderhoeven, S., Dassonville, N., Meerts, P., 2005. Increased topsoil mineral nutrient concentrations under exotic invasive plants in Belgium. *Plant and Soil* 275, 169-179.

Verloove, F., 2002. Ingeburgerde plantensoorten in Vlaanderen, In *Mededeling van het Instituut voor Natuurbehoud*. pp. 1-227, Brussel : Belgium.

Verbrugge, L., Van den Born, R., Leuven, R., 2013. Evaluatie covenant waterplanten 2010-2013.

Verbrugge, L.N., Leuven, R., Van Valkenburg, J., van den Born, R.J., 2014. Evaluating stakeholder awareness and involvement in risk prevention of aquatic invasive plant species by a national code of conduct. *Aquatic Invasions* 9, 369-381.

Verloove, F., 2006. Catalogue of neophytes in Belgium (1800-2005), In *Scripta Botanica Belgica*. pp. 1-89, Meise : Belgium.

Verloove, F., Groom, Q., 2013. Manual of the Alien Plants of Belgium, <http://alienplantsbelgium.be/>.

Verreycken, H., 2013. Risk analysis of the Amur sleeper *Perccottus glenii*, risk analysis report of non-native organisms in Belgium. , p. 29, Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (INBO.R.2013.40). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Villemant, C., Barbet-Massin, M., Perrard, A., Muller, F., Gargominy, O., Jiguet, F., Rome, Q., 2011. Predicting the invasion risk by the alien bee-hawking Yellow-legged hornet *Vespa*

velutina nigrithorax across Europe and other continents with niche models. *Biological Conservation*.

Villemant, C., Haxaire, J., Streito, J.C., 2006. Premier bilan de l'invasion de *Vespa velutina* Lepeletier en France (Hymenoptera, Vespidae). *Bulletin de la Société entomologique de France* 111, 535-538.

VLIZ, 2015. Initial risk assessment under Regulation A-4 of the Ballast Water Management Convention for Belgium using the joint HELCOM/OSPAR Harmonised Procedure. , VLIZ Beleidsinformerende Nota's, 2015\_002. Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ): Oostende. ISBN 978-94-920432-0-7. 88 pp.

Wilson, J.R., Dormontt, E.E., Prentis, P.J., Lowe, A.J., Richardson, D.M., 2009. Something in the way you move: dispersal pathways affect invasion success. *Trends in Ecology & Evolution* 24, 136-144.

Wittenberg, R., Cock, M.J.W., 2001. Invasive alien species. How to address one of the greatest threats to biodiversity: A toolkit of best prevention and management practices. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

Zieritz, A., Gallardo, B., Aldridge, D.C., 2014. Registry of non-native species in the Two Seas region countries (Great Britain, France, Belgium and the Netherlands). *NeoBiota*, 65-80.

## Bijlage 1: Introductiewegen van voor de Europese Unie zorgwekkende, invasieve uitheemse soorten

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	vis- en hengelmateriaal	aquacultuur/maricultuur	plantentuinen, zoos en aquaria	contaminant op dieren	vrijlaten voor andere doeleinden	contaminant op planten	uitzet in het wild t.b.v. visserij en hengelsport	verstekelingen op schepen en boten	horticultuur	jacht	verbonden waterwegen, stroombekkend, zeeën	levend aas en voeder	machines en uitrusting	natuurlijke verspreiding over grenzen	andere vormen van transport	huisdieren privécollecties, aquaria en terraria	zaad contaminant	ballastwater van schepen en boten
struikaster	<i>Baccharis halimifolia</i>									x									
waterwaaier	<i>Cabomba caroliniana</i>						x			x					x		x		
Pallas' eekhoorn	<i>Callosciurus erythraeus</i>			x											x		x		
huiskraai	<i>Corvus splendens</i>								x										
waterhyacint	<i>Eichhornia crassipes</i>									x									
Chinese wolhandkrab	<i>Eriocheir sinensis</i>											x							x
Perzische berenklauw	<i>Heracleum persicum</i>									x									
Sosnowsky's berenklauw	<i>Heracleum sosnowskyi</i>									x									
Indische mangoest	<i>Herpestes javanicus</i>			x															
grote waternavel	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>					x				x									
verspreidbladige waterpest	<i>Lagarosiphon major</i>						x			x									
stierkikker	<i>Lithobates catesbeianus</i>				x														
waterteunisbloem	<i>Ludwigia grandiflora</i>									x									
postelein-waterlepeltje	<i>Ludwigia peploides</i>									x									

<b>Nederlandse naam</b>	<b>Wetenschappelijke naam</b>	vis- en hengelmateriaal	aquacultuur/maricultuur	plantentuinen, zoos en aquaria	contaminant op dieren	vrijlaten voor andere doeleinden	contaminant op planten	uitzet in het wild t.b.v. visserij en hengelsport	verstekelingen op schepen en boten	horticultuur	jacht	verbonden waterwegen, stroombekkend, zeeën	levend aas en voeder	machines en uitrusting	natuurlijke verspreiding over grenzen	andere vormen van transport	huisdieren privécollecties, aquaria en terraria	zaad contaminant	ballastwater van schepen en boten
moerasaronskelk	<i>Lysichiton americanus</i>									x									
Chinese muntjak	<i>Muntiacus reevesii</i>			x							x				x		x		
beverrat	<i>Myocastor coypus</i>			x											x				
parelvederkruid	<i>Myriophyllum aquaticum</i>						x			x									
rode neusbeer	<i>Nasua nasua</i>			x													x		
gevlekte rivierkreeft	<i>Orconectes limosus</i>		x										x				x		
geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft	<i>Orconectes virilis</i>		x										x				x		
rosse stekelstaart	<i>Oxyura jamaicensis</i>														x		x		
Californische rivierkreeft	<i>Pacifastacus leniusculus</i>		x										x				x		
	<i>Parthenium hysterophorus</i>													x				x	
amurgrondel	<i>Percottus glenii</i>				x												x		
	<i>Persicaria perfoliata</i>													x				x	
rode rivierkreeft	<i>Procambarus clarkii</i>		x										x				x		
marmorkrebs	<i>Procambarus sp.</i>							x					x				x		
wasbeer	<i>Procyon lotor</i>			x											x		x		
blauwbandgrondel	<i>Pseudorasbora parva</i>	x			x								x						
kudzu	<i>Pueraria montana</i>									x									
grijze eekhoorn	<i>Sciurus carolinensis</i>			x													x		

<b>Nederlandse naam</b>	<b>Wetenschappelijke naam</b>	vis- en hengelmateriaal	aquacultuur/maricultuur	plantentuinen, zoos en aquaria	contaminant op dieren	vrijlaten voor andere doeleinden	contaminant op planten	uitzet in het wild t.b.v. visserij en hengelsport	verstekelingen op schepen en boten	horticultuur	jacht	verbonden waterwegen, stroombekkend, zeeën	levend aas en voeder	machines en uitrusting	natuurlijke verspreiding over grenzen	andere vormen van transport	huisdieren privécollecties, aquaria en terraria	zaad contaminant	ballastwater van schepen en boten
Amerikaanse voseekhoorn	<i>Sciurus niger</i>			X													X		
Siberische grondeekhoorn	<i>Tamias sibiricus</i>			X													X		
heilige ibis	<i>Threskiornis aethiopicus</i>			X													X		
roodwangschildpad s.l.	<i>Trachemys scripta</i>			X													X		
Aziatische hoornaar	<i>Vespa velutina</i>													X	X				