



Vlaanderen
is wetenschap

Leidraad voor het beheer van watercrassula in Vlaanderen

Kevin Scheers, Luc Denys, Jo Packet, Geert De Knijf, Vincent Smeekens,
An Leyssen & Tim Adriaens

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

INBO.be
VLM.be
natuurenbos.be

Auteurs:

Kevin Scheers, Luc Denys, Jo Packet, Geert De Knijf, Vincent Smeekens, An Leyssen & Tim Adriaens

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Het INBO is het onafhankelijk onderzoeksinstituut van de Vlaamse overheid dat via toegepast wetenschappelijk onderzoek, data- en kennisontsluiting het biodiversiteitsbeleid en -beheer onderbouwt en evalueert.

Reviewers:

Bram D'hondt (ANB), Hilde Heyrman (VLM)

Vestiging:

Herman Teirlinckgebouw
INBO Brussel
Havenlaan 88 bus 73, 1000 Brussel
www.inbo.be

e-mail:

kevin.scheers@inbo.be

Wijze van citeren:

Scheers K., Denys L., Packet J., De Knijf G., Smeekens V., Leyssen A., Adriaens T.(2020). Leidraad voor hete beheer van watercrassula – *Crassula helmsii* – in Vlaanderen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020 (32). Instituut voor Natuur- en Bos-onderzoek, Brussel.
DOI: doi.org/10.21436/inbor.18650299

D/2020/3241/240

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020 (32)

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Maurice Hoffmann

Foto cover:

Dominantie van watercrassula (*Crassula helmsii*) in het natuurgebied Drijdijck, Verrebroek, Oost-Vlaanderen (Foto K. Scheers)

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:

Agentschap voor Natuur en Bos (ANB), Havenlaan 88 bus 75, 1000 Brussel
Vlaamse Landmaatschappij (VLM), Koning Albert II-laan 15, 1210 Brussel

Leidraad voor het beheer van watercrassula -
Crassula helmsii - in Vlaanderen

Kevin Scheers, Luc Denys, Jo Packet, Geert De Knijf, Vincent Smeekens, An
Leyssen & Tim Adriaens

doi.org/10.21436/inbor.18650299

Dankwoord/Voorwoord

Dit rapport werd opgesteld op verzoek van De Vlaamse Landmaatschappij en het Agentschap voor Natuur en Bos. In het bijzonder danken we Hilde Heyrman (VLM) en Bram D'hondt (ANB) voor het opnemen van dit leidraadproject in hun INBO-onderzoek-enveloppe, de discussies tijdens de opmaak, het kritisch nalezen van het rapport en alle suggesties ter verbetering. De ecologen van de VLM en de Dienst Integraal Waterbeleid van de provincie Oost-Vlaanderen danken we voor de gedachtewisselingen tijdens overlegmomenten. Ook de bijeenkomsten die de Provinciale Werkgroep Invasieve Soorten organiseerde, faciliteerden de kennisuitwisseling rond watercrassula in belangrijke mate. Johan van Valkenburg zijn we erkentelijk voor zowel kennisuitwisseling als de prettige samenwerking in voorbije jaren. Verschillende beheerders en instanties hielden ons de voorbije jaren op de hoogte van de aanwezigheid en evolutie van watercrassula in Vlaamse natuurgebieden en hun bestrijdingsacties. We danken hen ook voor het openstellen van hun terreinen voor verder onderzoek. We willen verder graag onze collega's van het team Biotoopdiversiteit bedanken voor de extra aandacht die ze tijdens hun karterwerkzaamheden aan deze soort hebben gegeven en Steven De Saeger eveneens voor zijn bijdrage aan de analyse van het grondgebruik. Damiano Oldini leverde Figuur 2.9 en Figuur 2.10.

Samenvatting

Invasieve uitheemse soorten hebben een belangrijke impact op de biodiversiteit. Hun aanwezigheid is een knelpunt bij het beheer van natuurgebieden en natuurontwikkeling. Bestrijding is vaak niet vanzelfsprekend en vereist een goede kennis van de ecologie van de betrokken soorten en de mogelijke bestrijdingsopties. Een consequent beheer over langere periode is vaak noodzakelijk. Watercrassula (*Crassula helmsii* (T. Kirk) Cockayne) wordt in Vlaanderen momenteel beschouwd als één van de probleemsoorten bij uitstek onder de invasieve water- en moerasplanten, en stelt beleidsmakers en terreinbeheerders voor aanzienlijke uitdagingen. Dit rapport wil een leidraad aanreiken voor het beheer van watercrassula in Vlaanderen en een hulpmiddel bieden aan de beheerder bij de keuze van de meest geschikte beheersvorm. Het rapport is niet gebaseerd op nieuw onderzoek maar bundelt de beschikbare informatie over de herkenning, verspreiding, invasiehistoriek en eerdere ervaringen bij de bestrijding van deze soort. We maken een inschatting van de kolonisatiekansen en bieden een beslissingsschema voor een meer adequaat beheer en de bestrijding van deze zeer moeilijk te bestrijden soort. Voor watercrassula geldt momenteel geen specifiek wettelijk kader wat betreft cultuur of verkoop in de handel. Enkel het algemeen verbod op introductie van uitheemse soorten in de natuur, zoals gestipuleerd in het Soortenbesluit, is van toepassing. Of en hoe deze leidraad in de beheerpraktijk toegepast zal worden zal dan ook volledig van de terreinbeherende instanties zelf afhangen. Om succes te kunnen hebben zal elke beheerstrategie m.b.t. deze soort echter ook buiten de overheid breed gedragen moeten worden.

Gezien de ruime verspreiding van watercrassula in Vlaanderen is uitroeiing niet meer mogelijk. Indamming van de soort wordt dan ook voorgesteld als regionale beheerdoelstelling. Dit betekent een beheersing van de huidige populaties ('stand-still') en het tegengaan en verwijderen van nieuwe besmettingen. Preventie van nieuwe introducties is daarbij de belangrijkste maatregel. Voor watercrassula gelden dezelfde algemene preventieve maatregelen als voor andere invasieve soorten: 1) communicatie naar beheerders en het publiek om te informeren en draagvlak voor maatregelen te genereren; 2) het strikt toepassen van bioveiligheidsmaatregelen bij beheer en bestrijding om verdere verspreiding tegen te gaan en 3) maatregelen nemen om de kolonisatiekansen te verkleinen.

Bij nieuwe meldingen van watercrassula moet bijzonder snel gereageerd worden. Hoe kleiner de besmette oppervlakte, hoe groter de slaagkans om de soort effectief te kunnen verwijderen. Waar watercrassula minder dan 1 m² inneemt is manueel afgegraven de beste ingreep. Waar deze soort echter al grotere oppervlaktes inneemt, zijn rigoureuze maatregelen nodig om de soort te verwijderen en zal de beheerder een afweging moeten maken of er best ingezet wordt op verwijdering, of op indamming. Voor verwijdering zijn er dan twee opties: vlakdekkend afgraven of geheel dempen. Indien verwijdering niet mogelijk wordt geacht is indamming de volgende stap. Voor indamming stellen we verschillende maatregelen voor die, al dan niet gecombineerd, de kans op verdere verspreiding vanuit de groeiplaats naar andere locaties zo veel als mogelijk minimaliseren.

Bij de bestrijding van watercrassula is nazorg erg belangrijk en in de meeste gevallen zelfs de bepalende factor voor succesvolle verwijdering. Dit bestaat er uit dat de locatie voor een

bepaalde tijd consequent wordt opgevolgd en gescreend op nog aanwezige, opnieuw uitgroeiende of gekiemde planten. Dit gebeurt een eerste keer direct na de bestrijdingsactie, een tweede keer een maand later en vervolgens minstens halfweg en op het eind van het eerstvolgende groeiseizoen (mei t.e.m. september). Op zijn minst in de twee daaropvolgende jaren, of tot zolang er nog planten aanwezig zijn, wordt er een grondige controle uitgevoerd halfweg het groeiseizoen.

Het registreren en documenteren van uitgevoerde, al dan niet succesvolle, bestrijdingsacties blijft van groot belang. Ook in afwezigheid van specifiek onderzoek en experimenten is het bijhouden en bekend maken van deze praktijkervaringen nuttig voor het verder afstemmen van het (adaptief) beheer van de soort en draagt dit bij aan een succesvolle bestrijding op langere termijn. Ecopedia (www.ecopedia.be) vormt hiervoor een geschikt kennisplatform.

Aanbevelingen voor het beleid

Watercrassula is een zeer moeilijk te bestrijden soort die een aanzienlijke impact kan hebben op de vegetatiesamenstelling en -structuur van zowel onderwater- als oevervegetaties en, bij uitbreiding, op de biodiversiteit in aquatische systemen. De soort is in Vlaanderen al wijd verbreid en uitroeiing op Vlaams niveau is niet langer mogelijk. Samen met het Verenigd Koninkrijk en Nederland vormt Vlaanderen het zwaartepunt in de verspreiding van de soort in Europa. In die zin draagt Vlaanderen een belangrijke verantwoordelijkheid bij het indammen van deze invasieve, uitheemse soort. Het is daarom aan te bevelen om stappen te zetten, of te ondersteunen, om de soort toe te voegen aan de Unielijst, zodat de soort in Europa niet langer verkocht en gehouden kan worden, ze meegenomen kan worden in actieplannen rond onopzettelijke introducties, een grensoverschrijdende aanpak van de bestrijding mogelijk wordt en invasie van andere landen wordt belet. Een risicoanalyse hiervoor is voor België beschikbaar en een gelijkaardig initiatief voor opname van de soort in de Europese besluitvorming loopt op het moment van schrijven in Nederland (mededeling H. Groenewoud). Indien dit niet mogelijk blijkt, kan overwogen worden om de soort op te nemen in een Vlaamse lijst conform het Soortenbesluit.

Zaadzetting en de vorming van een zaadbank is bij de bestrijding van watercrassula een nog onderschat probleem. Momenteel ontbreekt het echter aan voldoende kennis over de kiemkracht, en bijzonder de levensduur, van de zaadbank van deze soort. Deze kennis is van cruciaal belang voor het afstemmen van het beheer en de effectiviteit van bestrijdingsmaatregelen. Verder onderzoek is nodig om dit kennishiaat te dichten.

Het gebruik van *Aculus crassulae*, een parasitaire mijt, als biologische bestrijder wordt, na veelbelovende laboratoriumtesten, momenteel in het veld getest in het Verenigd Koninkrijk. Voorlopig werd er nog niet gerapporteerd over de resultaten, maar indien succesvol dienen de mogelijkheden nagegaan te worden om deze biologische bestrijder in België in te zetten. Mogelijk zou implementatie hiervan de huidige maatregelen grotendeels overbodig kunnen maken. In lijn met geldende wetgeving is dan een risicoanalyse voor het uitzetten van deze biologische bestrijder nodig, waarin rekening wordt gehouden met de specifieke Vlaamse/Belgische situatie.

English abstract

Invasive non-native species represent a major problem for the biodiversity and management of nature reserves and vulnerable habitats. Their control is often difficult and requires knowledge of the species in question, as well as of target and non-target effects of possible actions, next to considerable perseverance of the manager and a framework that enables consistent application of necessary management for longer periods of time on an appropriate scale. Australian swamp stonecrop (*Crassula helmsii* (T. Kirk) Cockayne), also known as New Zealand pigmyweed, is currently one of the most challenging invasive (semi-)aquatic plants in Flanders. Therefore, there was an urgent need to compile up-to-date information on its distribution, spread and impact in the region and an overview of potential control methods for specific situations. This report wants to provide guidelines to practitioners for the management of this already widespread species in Flanders and aims to offer a toolkit for choosing the most suitable management strategy at the local level. It is not based on novel research but compiles the available information on the identification, distribution, invasion history and ecology of Australian swamp stonecrop, as well as prior management experiences. We provide an assessment of the likelihood of colonization and a decision support scheme for its management and control. Currently, no specific legal framework exists for prevention (e.g. culture, sale) or control of this species in Flanders with exception of a general ban on the introduction of non-native species into the wild stipulated by the Species Decree. Consequently, implementation of the guidelines proposed in this report will depend entirely on the managing agencies themselves. However, every strategy to counter this invasive species will also need to be supported broadly beyond governance in order to be successful.

In view of the wide distribution of Australian swamp stonecrop in Flanders, eradication is no longer a realistic goal. Limiting further spread of the species is therefore proposed as a more feasible management objective. This entails control of the current populations (stand-still) and the prevention and removal of new ones. Prevention of new introductions and further spread is the most important measure to limit problems with many invasive species. The general preventive measures also apply to Australian swamp stonecrop: 1) communication to managers and the general public in order to generate informed support for measures; 2) strict application of biosafety measures in management and control in order to prevent further spread and 3) measures to reduce the colonisation probability of uninfected areas.

New records of Australian swamp stonecrop must be followed by swift and decisive action. The smaller the infected area, the greater the likelihood of permanent removal. Where Australian swamp stonecrop occupies less than 1 m², this area should be excavated manually. Where it occupies larger areas, removal will require more rigorous measures and the manager will have to consider whether it is best to remove or to contain. There are generally two options for removal: excavation of the complete surface or infilling of the entire depression. If removal is not an option, containment is the next step. This can be achieved using various methods which, individually or combined, minimise the risk of further spread to other locations as much as possible.

Thorough follow-up is crucial in the control of Australian swamp stonecrop, and in most cases the most important factor for successful removal. The post-intervention treatment consists of

Inhoudstafel

1	Inleiding	14
2	Soortgebonden informatie.....	16
2.1	Taxonomie	16
2.2	HERKENNING.....	16
2.3	Verspreiding.....	19
2.4	Invasiehistoriek	22
2.5	Habitat en ecologische niche.....	26
2.5.1	Oorspronkelijk.....	26
2.5.2	Europa.....	27
2.5.3	Vlaanderen.....	27
2.6	Groeimetabolisme & fysiologie.....	30
2.6.1	Koolstof en pH	30
2.6.2	Licht	31
2.6.3	Water.....	31
2.6.4	Stikstof.....	31
2.6.5	Fosfor.....	32
2.6.6	Saliniteit en geleidbaarheid.....	32
2.6.7	Metalen.....	33
2.7	Dispersie.....	33
2.7.1	Vegetatief.....	33
2.7.2	Generatief	34
2.7.3	Verspreidingsbevorderende factoren	34
2.7.3.1	Begrazing.....	34
2.7.3.2	Watervogels.....	35
2.7.3.3	Beheers- en inrichtingswerken	35
2.7.3.4	Terreinbezoek en onderzoek	36
2.7.3.5	Overstroming.....	36
2.7.4	Snelheid van verspreiding.....	36
2.8	Invasiegevoelige standplaatsen.....	37
2.8.1	Algemeen	37
2.8.2	Europees beschermde habitats.....	37
2.9	Impact	39
2.9.1	Ecologische impact.....	39
2.9.2	Economische impact.....	40
2.9.3	Risicoanalyse.....	41

Lijst van figuren

Figuur 1.1	In plas-dras-situaties kan watercrassula snel dominant worden en het algemeen aspect volledig bepalen (Drijdijck, Verrebroek, 2013; foto K. Scheers).	15
Figuur 2.1	Watercrassula (<i>Crassula helmsii</i>) bloeiend nabij het Fort van Borsbeek in 2013 (foto K. Scheers).	17
Figuur 2.2	Groeivormen van watercrassula A: submerse vorm; B: na droogvallen; C: dikke mat in ondiep water; D: dwergvorm (foto's K. Scheers).	18
Figuur 2.3	Verspreiding van watercrassula (<i>Crassula helmsii</i>) anno 2019; groen: inheemse populaties, rood: locaties waar de soort uitheems is. In Amerika is watercrassula afwezig (Bron: Floraweb 2013, GBIF 2019a, b).	19
Figuur 2.4	Verspreiding van watercrassula (<i>Crassula helmsii</i>) in Europa anno 2019 (Bron: Floraweb 2013, GBIF 2019a, 2019b).	20
Figuur 2.5	Verspreiding van watercrassula (<i>Crassula helmsii</i>) in België anno 2019 (Bron: GBIF 2019a, b).	21
Figuur 2.6	Densiteit van watercrassulagroeiplaatsen (aantal per IFBL-uurhok) in Vlaanderen anno 2019.	21
Figuur 2.7	Aantal IFBL-uurhokken met watercrassula in Vlaanderen per jaar (1982-2019).	23
Figuur 2.8	De verspreiding van watercrassula in Vlaanderen in 2000, 2010 en 2019.	24
Figuur 2.9	Aantal observaties van watercrassula, gewogen naar het totaal aantal plantenobservaties, in Natura 2000 gebieden per jaar. De zwarte stippen geven de ruwe data weer (aantal waarnemingen). De curve (zwarte lijn) en het betrouwbaarheidsinterval (grijze zone) tonen de waargenomen trend, gecorrigeerd voor inventarisatie-intensiteit op basis van het totaal aantal plantenwaarnemingen (exclusief watercrassula), volgens een Generalized Additive Model (GAM). De kleuren van de stippen geven een indicatie van de mate van toename, gebaseerd op de eerste en tweede afgeleide van de boven- en ondergrens van het betrouwbaarheidsinterval (Harrison et al. 2014).	25
Figuur 2.10	Aantal bezette kilometerhokken in Natura 2000 gebieden per jaar. De zwarte stippen geven de ruwe data weer (aantal waarnemingen). De curve (zwarte lijn) en het betrouwbaarheidsinterval (grijze zone) tonen de waargenomen trend, gecorrigeerd voor inventarisatie-intensiteit op basis van het totaal aantal plantenwaarnemingen (exclusief watercrassula), volgens een Generalized Additive Model (GAM). De kleuren van de stippen geven een indicatie van de mate van toename, gebaseerd op de eerste en tweede afgeleide van de boven- en ondergrens van het betrouwbaarheidsinterval (Harrison et al. 2014).	26
Figuur 2.11	Bodemtextuur van de groeiplaatsen van watercrassula in Vlaanderen (%).	28
Figuur 2.12	Grootteverdeling van wateren met watercrassula in Vlaanderen.	29
Figuur 2.13	Aandeel van plassen met watercrassula (%) volgens grootteklasse.	29
Figuur 2.14	Sterk door ganzen begraasd en bemest tapijtje watercrassula (foto K. Scheers).	32
Figuur 2.15	Zaad van watercrassula (SEM): a. zaadje; b. gerimpelde oppervlaktetextuur van de zaadhuid (Denys et al. 2014a).	34
Figuur 2.16	Begrazing faciliteert de verspreiding van watercrassula, doordat zaden en vegetatieve fragmenten via poten en vacht vervoerd worden (D'Heye, Bredene; foto K. Scheers).	35
Figuur 2.17	Aantal met watercrassula besmette locaties (n) en aandeel (%) ten opzichte van het totaal aantal habitatwaardige locaties (n = 77). Op een locatie kunnen verschillende habitattypes voorkomen.	38
Figuur 2.18	Aandeel van met watercrassula besmette aquatische habitattypes ten opzichte van het totaal aantal en oppervlakte aquatische habitattypes in Vlaanderen.	38

Lijst van tabellen

Tabel 1	Groeivormen van watercrassula in Vlaanderen met hun morfologische kenmerken en standplaats (L = lengte).	18
Tabel 2	Landgebruik in een buffer van 50 meter rondom plassen met watercrassula in Vlaanderen (KLE = diverse kleine landschapselementen).	30
Tabel 3	Doorwerking van de aanwezigheid van watercrassula op de gunstige staat van instandhouding van Europees beschermde habitattypes en regionaal belangrijke biotopen in Vlaanderen (Oosterlynck <i>et al.</i> 2018, Denys 2019).	39
Tabel 4	Overzichtstabel mogelijke maatregelen, hun effectiviteit voor verwijdering en het werkingsgebied.	46

1 INLEIDING

Steeds vaker worden (natuur)beheerders geconfronteerd met invasieve uitheemse soorten op hun terreinen die voor grote problemen zorgen. Met name in aquatische milieus kunnen ze zeer snel uitbreiden, met een grote negatieve impact op de biodiversiteit (Moorhouse 2015). Het Europese en Vlaamse beleid erkent deze problematiek. Voor een aantal van deze invasieve uitheemse soorten, zoals grote waternavel (*Hydrocotyle ranunculoides*), waterteunisbloem (*Ludwigia* spp.), parelvederkruid (*Myriophyllum aquaticum*) of reuzenberenklauw (*Heracleum mantegazzianum*) zijn de meest effectieve bestrijdingstechnieken ondertussen ingeburgerd en worden deze toegepast om hun populaties te beperken en waar mogelijk te verwijderen. Voor andere soorten, zoals de uitheemse duizendknoopsoorten (*Reynoutria japonica*, *R. sachalinensis* en *R. x bohemica*) is de aanpak complexer, is het beheerdoel afhankelijk van de situatie en zijn verschillende beheeropties mogelijk. Een overzicht van voor- en nadelen van de verschillende methodes vormt dan een beslishulp voor beheerders (Thoonen & Willems 2018). Voor watercrassula (*Crassula helmsii*) ontbreekt nog de nodige kennis en is de huidige kennis rond bestrijding onvoldoende ontsloten. Het gevolg is vaak dat er in de afwezigheid van duidelijke richtlijnen geen beheer gevoerd wordt, of dat de beheeraanpak weinig uniform is. Veelal wordt deze soort door beheerders als sterk problematisch ervaren (Figuur 1.1), maar er is grote onzekerheid omtrent de wijze waarop en in welke omstandigheden bestrijding best gebeurt en of dit garant staat voor een succesvolle duurzame verwijdering van de soort. Wat Delbart *et al.* (2011, p. 226) schreven: “*Néanmoins, les gestionnaires peuvent vite se sentir désarmés, d’une part par le manque de clarté sur les moyens à mettre en oeuvre afin d’endiguer la propagation de l’espèce et, d’autre part, par le manque d’exhaustivité des bases de données.*”, geldt nog steeds. Er is geen algemene beheerstrategie waarop beheerders kunnen terugvallen. Hoewel al op talrijke plaatsen in Vlaanderen aanwezig, neemt de verspreiding van watercrassula nog steeds verder toe. Op vraag van het Agentschap voor Natuur en Bos (ANB) en de Vlaamse Landmaatschappij (VLM) wordt hier de actuele kennis omtrent bestrijding en beheersing van de soort samengebracht en wordt aan de hand hiervan een leidraad voorgesteld voor een meer coherente aanpak van watercrassula in Vlaanderen.

Dit rapport richt zich in eerste instantie op terreinbeheerders en instanties die actief zijn bij het beheer van het landschap, doorgaans natuurerreinen, en waterbeheerders. Hierbij worden de aanbevelingen voor de opmaak van een code goede beheerpraktijk ('best practice') voor invasieve exoten gevolgd (Adriaens *et al.* 2015). Het rapport bundelt de informatie over de herkenning, verspreiding en impact van watercrassula en geeft een overzicht van goede beheerpraktijken. Hiermee hopen we alle beheerders, zowel van kleine als grote gebieden met natte habitats, beter te informeren en te begeleiden bij het kiezen van een passend beheertraject.



Figuur 1.1 In plas-dras-situaties kan watercrassula snel dominant worden en het algemeen aspect volledig bepalen (Drijdijck, Verrebroek, 2013; foto K. Scheers).

2 SOORTGEBONDEN INFORMATIE

2.1 TAXONOMIE

Wetenschappelijke naam

Crassula helmsii (T. Kirk) Cockayne, 1907
= *Bulliarda recurva* Hook. f., 1847
= *Crassula helmsii* A. Berger, 1930
= *Crassula recurva* (Hook. f.) Ostenf., 1918
= *Crassula recurva* N.E.Br., 1890
= *Tillaea helmsii* Kirk, 1899
= *Tillaea recurva* (Hook. f.) Hook. f., 1857

Nederlandse naam

Watercrassula, waternaaldkruid

2.2 HERKENNING

Watercrassula (*Crassula helmsii* (T. Kirk) Cockayne) is een overblijvend, amfibisch plantje uit de vetplantfamilie (Crassulaceae). De soort heeft een op doorsnede ronde stengel met zittende, afwisselend tegenoverstaande, succulente, lancetvormige bladeren zonder duidelijke nervatuur (Figuur 2.1). De bladeren zijn frisgroen, de stengels zijn bleker, wit-roze gekleurd. Bij droogte en hittestress lopen de stengels en bladeren van terrestrische planten vaak rood aan. De planten wortelen op de knopen met dunne draadvormige wortels die tot maximaal 20 cm diep in de grond doordringen (Siebel & Van Valkenburg 2013); meestal is dat aanzienlijk minder diep. In de zomer en herfst dragen terrestrische planten en emergente delen van planten die in het water groeien, kleine witte bloemen in de bladoksels. Deze zijn kort gesteeeld, met vier groene tot bleekgele kelkbladen en vier witte kroonbladen (Figuur 2.1) en worden (onder meer) door zweefvligen bezocht (Diaz 2012).



Figuur 2.1 Watercrassula (*Crassula helmsii*) bloeiend nabij het Fort van Borsbeek in 2013 (foto K. Scheers).

Watercrassula is een wintergroene soort die morfologisch zeer variabel is en een aantal standplaatsafhankelijke groeivormen kent (Dawson & Warman 1987; Tabel 1, Figuur 2.2 a-d). Bij droogvallen of inundatie wisselt watercrassula zeer snel tussen deze groeivormen, vaak binnen één of twee weken tijd. De terrestrische vorm (Figuur 2.2 b) is meer gedrongen met korte internodia. De lengte van de bladeren en van de internodia neemt toe naarmate de waterdiepte en/of de mate van beschaduwing toeneemt. Terrestrische vormen hebben meer succulente bladeren dan aquatische, waarbij de dikte van de bladeren toeneemt met de lichtintensiteit. In terrestrische pioniersituaties met een hoge begrazingsdruk kunnen de planten een dwergvorm aannemen (Figuur 2.2 d). Deze sterk gedrongen plantjes groeien plat tegen de grond, de bladeren zijn dan minder dan één millimeter lang en de aanwezigheid van de soort is dan vaak moeilijk vast te stellen. Watercrassula groeit in terrestrische situaties op open bodem of in lage vegetaties doorgaans liggend. Pas bij grotere dichtheid of in hogere vegetatie groeit de soort opgaand. In het water kan de soort voorkomen als submerse, opgaande planten (Figuur 2.2 a), als een lage, bodembedekkende mat in ondiepe delen (doorgaans kort na inundatie), als een wortelende mat waarbij de planten de waterkolom grotendeels opvullen (geruime tijd na inundatie of bij een stabiele waterstand), of als een drijvende mat die deels boven de waterspiegel uitgroeit (Figuur 2.2 c).

Watercrassula is doorgaans gemakkelijk te herkennen aan de vlezig stengel met succulente, tegenoverstaande bladeren. In sommige situaties, zoals bepaalde pioniersituaties en in aquatische en sterk beschaduwde milieus, kunnen groeivormen voorkomen die vegetatief te verwarren zijn met sterrenkroos (*Callitriche* spp.) of vetmuur (*Sagina* spp.). Sterrenkrozen hebben bij een submerse groeivorm een dunne draadvormige stengel en nooit succulente bladeren. Bovendien vertonen sterrenkroossoorten vaak een typische bladnervatuur en microscopische pompoen- of schelpvormige klierharen. Vetmuur groeit steeds vanuit een rozet en de bladeren zijn spits en vaak genaald.

Tabel 1 Groeivormen van watercrassula in Vlaanderen met hun morfologische kenmerken en standplaats (L = lengte).

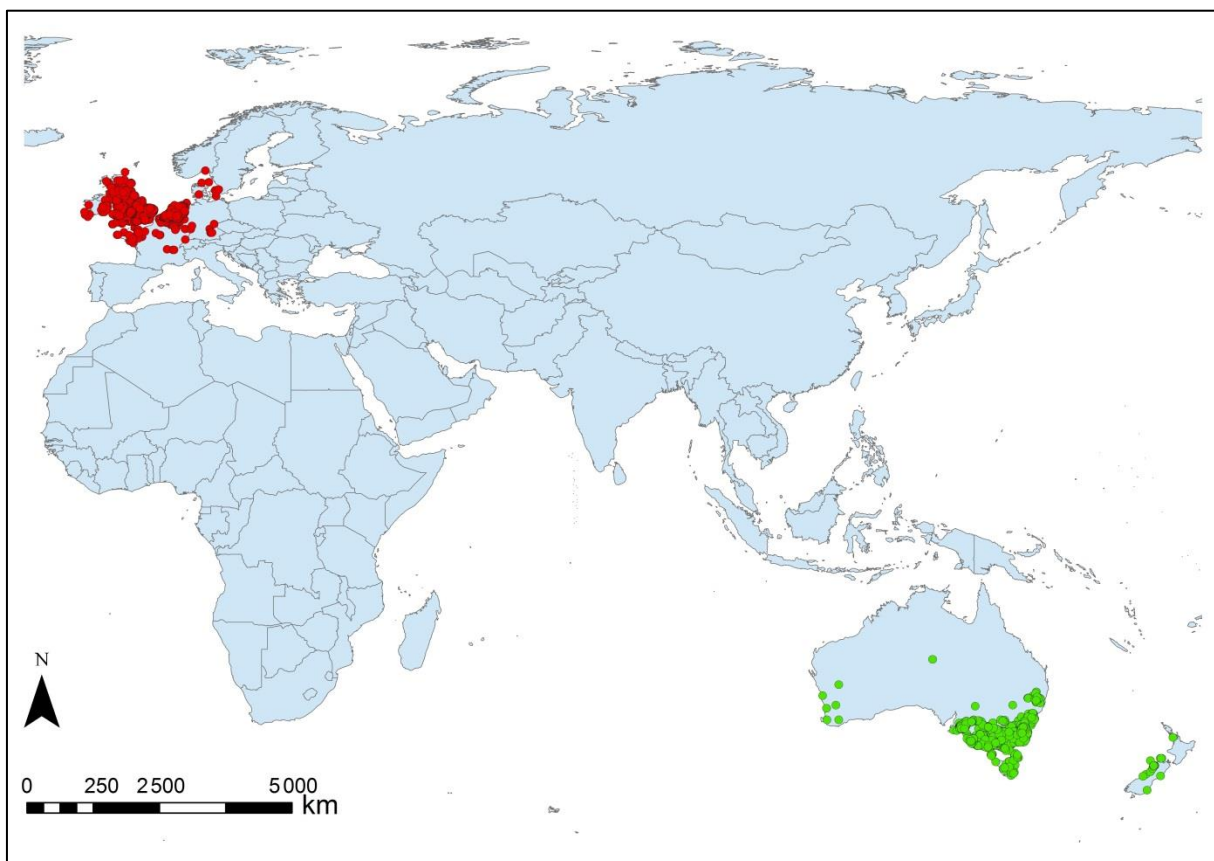
Standplaatsafhankelijke groeivormen					
Groeivorm	Standplaats	Stengel	Internodia (exclusief top)	Bladeren	Aspect
Submerse vorm	dieper water	dunner, halfsucculent opgaand, L tot 150 cm	lang, L >15 mm (15-30 mm)	weinig succulent, L 15-30 mm	in clusters of verspreid
Amfibische vorm	zone tussen gemiddeld winter en zomerniveau	dikker, succulent opgaand, L 3-35 cm	gemiddeld, L <15 mm (2-15 mm)	duidelijk succulent, L 5-15 mm	matvormend
Terrestrische vorm	hogere oever, buiten direct contact oppervlaktewater	dikker, succulent doorgaans liggend, L 1-10 cm	kort, L <10 mm (1-10 mm)	duidelijk succulent, L 3-10 mm	tussen andere vegetatie
Dwergvorm	situaties met intensieve betredingen begrazing	succulent, liggend, L <1 cm	zeer kort, L <1mm (0,5-1 mm)	duidelijk succulent, L 0,5-3 mm	zeer laag bij de grond, open tot gesloten matten



Figuur 2.2 Groeivormen van watercrassula A: submerse vorm; B: na droogval len; C: dikke mat in ondiep water; D: dwergvorm (foto's K. Scheers).

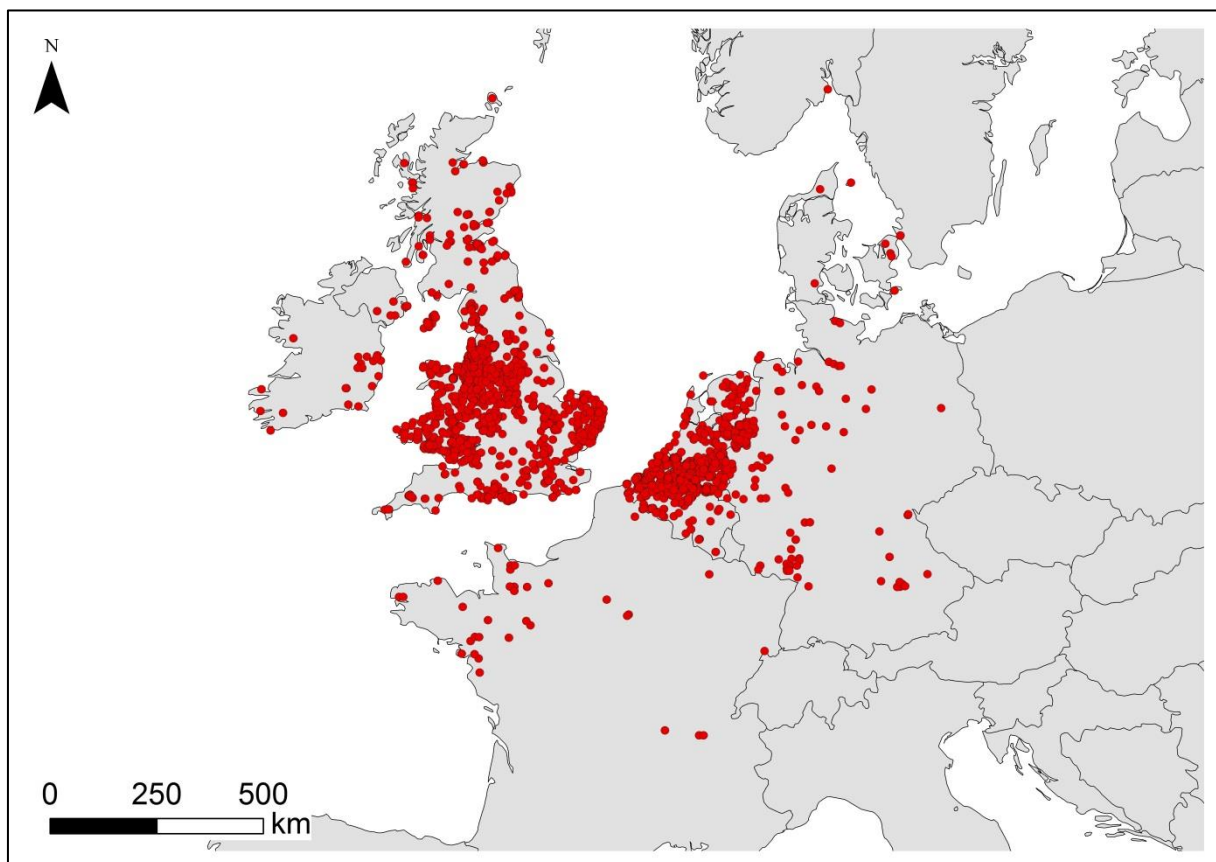
2.3 VERSPREIDING

Het natuurlijk verspreidingsareaal van watercrassula situeert zich in Oceanië, meer specifiek in het westen en zuidoosten van Australië en in Nieuw-Zeeland (OEPP/EPPO 2007). Ze komt er voor in de gematigde klimaatzones, met name in gematigde klimaten zonder droog seizoen en met een warme of gematigde zomer (Köppen-Geiger klimaatclassificatie Cfa en Cfb; tevens de twee in België voorkomende klimaattypes). De soort is in 1956 in het zuidoosten van Groot-Brittannië in het wild aangetroffen (Smith & Buckley 2020). Sindsdien heeft de soort zich in Groot-Brittannië sterk uitgebreid, waarna de soort ook opdook op het West-Europees continent. Watercrassula is ondertussen al waargenomen in België, Denemarken, Duitsland, Frankrijk, Ierland, Nederland, Noorwegen, Oostenrijk en Zweden (CABI 2018) (Figuur 2.3, Figuur 2.4). De soort is in het verleden ook gemeld van Italië, Portugal en Spanje, maar deze meldingen blijken incorrect of zeer twijfelachtig te zijn. Recent zijn van deze mediterrane landen geen vindplaatsen gekend (OEPP/EPPO 2007). Ook de meldingen van watercrassula uit de Verenigde Staten blijken foutief (U.S. Fish & Wildlife Service 2018). De meldingen uit Siberië (Asovsky 1981) betreffen hoogstwaarschijnlijk de nauw verwante, inheemse soort *Crassula aquatica* (L.) Schoenl. (OEPP/EPPO 2007), die evenwel niet voorkomt in de Benelux. De niet-inheemse verspreiding blijkt zich momenteel te beperken tot West-Europa (Figuur 2.3).



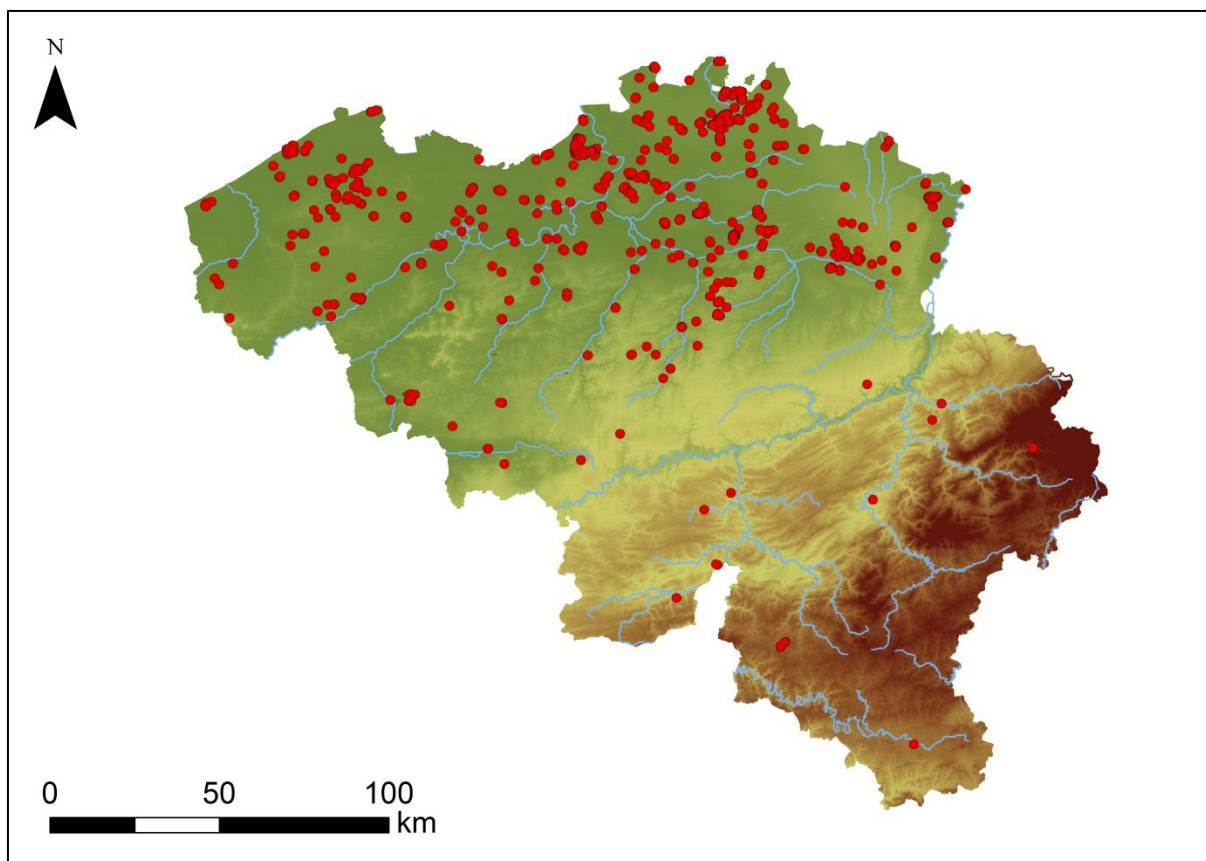
Figuur 2.3 Verspreiding van watercrassula (*Crassula helmsii*) anno 2019; groen: inheemse populaties, rood: locaties waar de soort uitheems is. In Amerika is watercrassula afwezig (Bron: Floraweb 2013, GBIF 2019a, b).

De Europese verspreiding concentreert zich vooral op Groot-Brittannië, Nederland en België. Daarnaast is er rondom dit zwaartepunt een zone van grofweg 800 km waarin de soort eerder sporadisch wordt aangetroffen (Figuur 2.4).

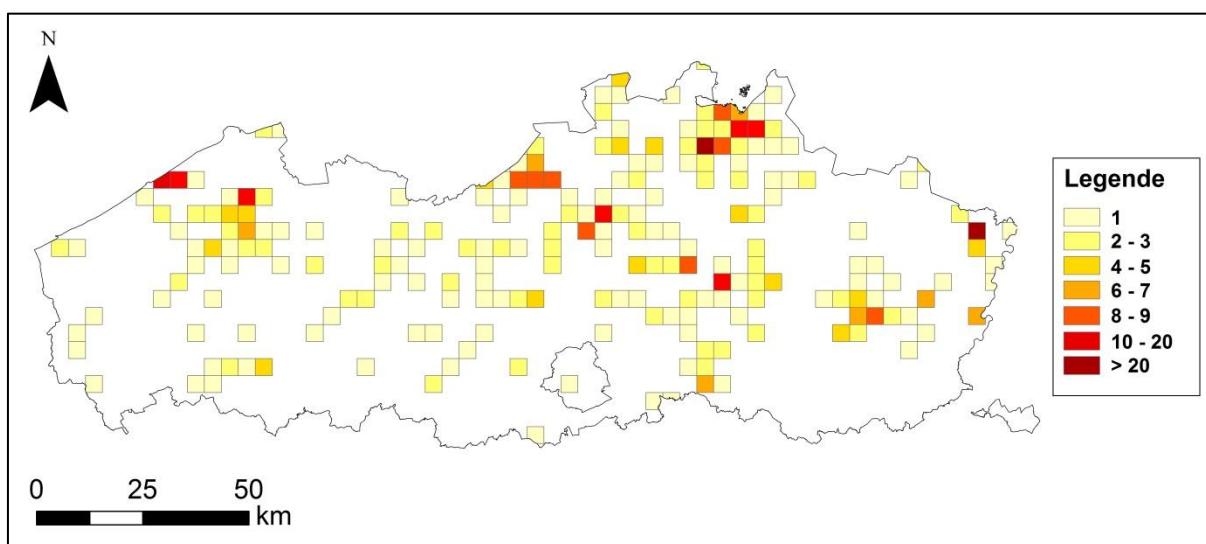


Figuur 2.4 Verspreiding van watercrassula (*Crassula helmsii*) in Europa anno 2019 (Bron: Floraweb 2013, GBIF 2019a, 2019b).

In België werd watercrassula voor het eerst aangetroffen in 1982 in het Meerdaalwoud (Margot 1983). Sindsdien heeft ze het volledige grondgebied ten noorden van Samber en Maas gekoloniseerd. Het is momenteel een vrij algemene soort in Vlaanderen, maar ze blijft relatief zeldzaam in Wallonië (Figuur 2.5). Belangrijke clusters van sites met watercrassula zijn er op de Antwerpse Linkeroever (Kallo tot Doel), in het Brugse Ommeland, de vallei van het Merkske (Hoogstraten), in de kleiputten van de Antwerpse Noorderkempen (Beerse en Rijkevorsel), het Vijvergebied Midden-Limburg (Zonhoven) en in De Brand (Maaseik) (Figuur 2.6).



Figuur 2.5 Verspreiding van watercrassula (*Crassula helmsii*) in België anno 2019 (Bron: GBIF 2019a, b).



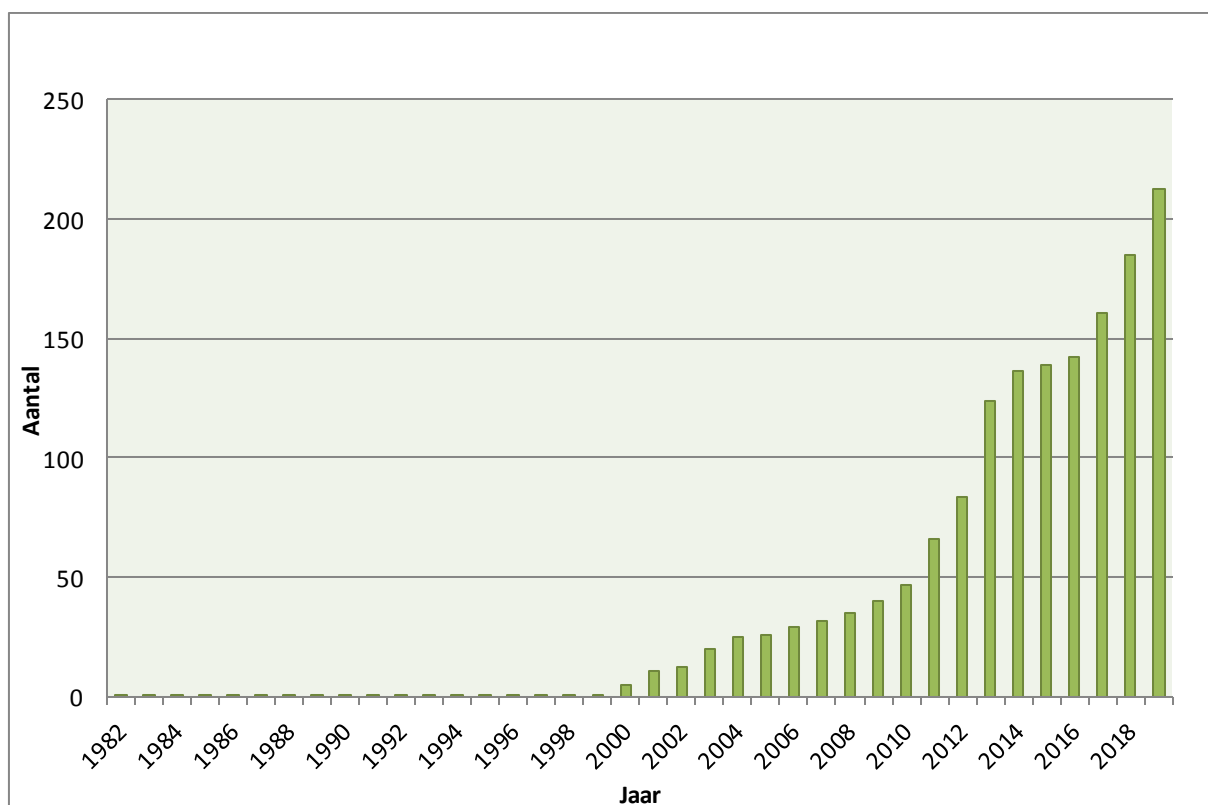
Figuur 2.6 Densiteit van watercrassulagroeiplaatsen (aantal per IFBL-uurhok) in Vlaanderen anno 2019.

2.4 INVASIEHISTORIEK

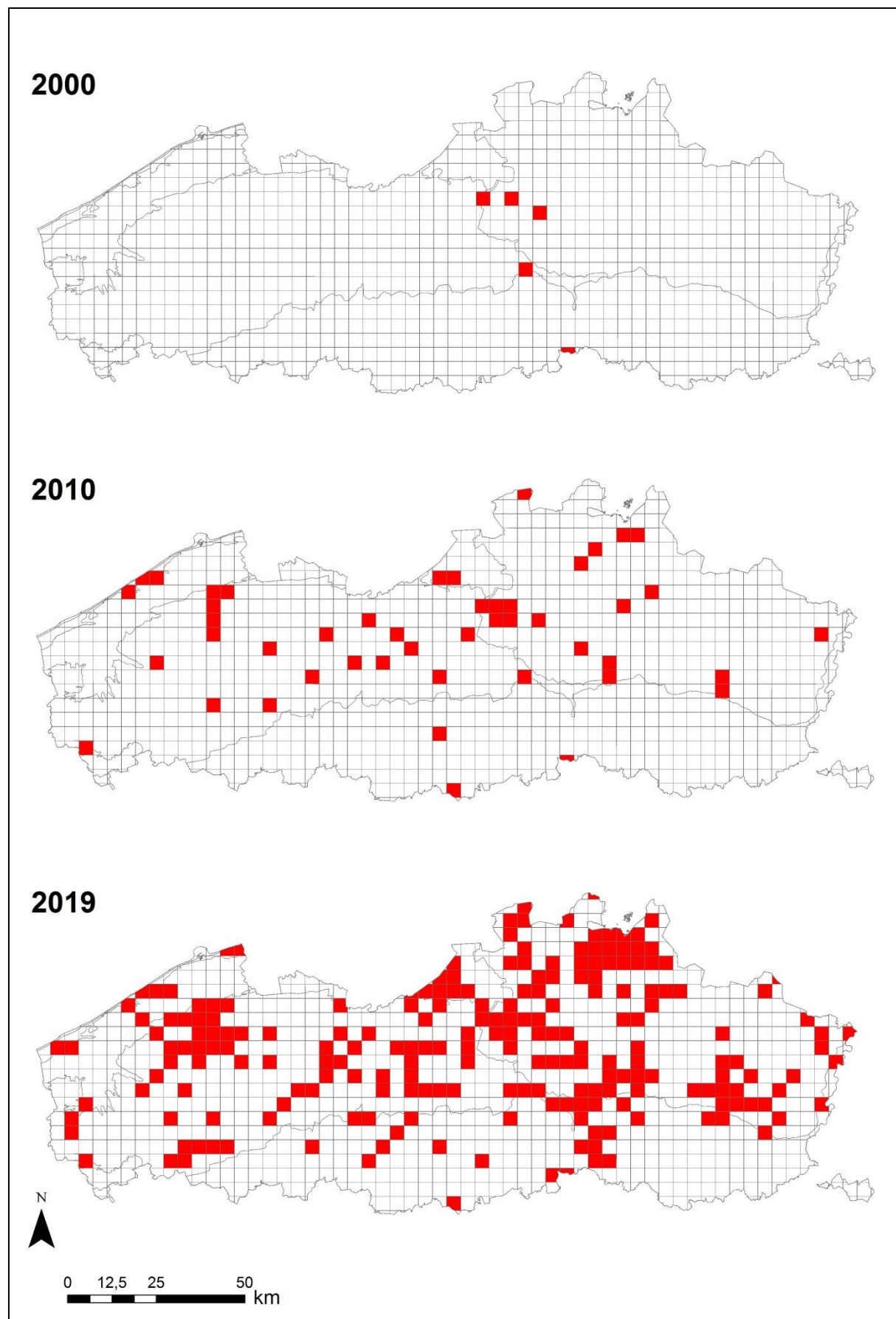
Watercrassula werd in 1911 in Engeland ingevoerd, waar de soort in de handel als aquariumplant werd verkocht. De eerste melding van een populatie in het wild dateert van 1956 (Essex, zuidoost-Engeland; Smith & Buckley 2020). Na eerst in het Verenigd Koninkrijk sterk te zijn toegenomen, werd watercrassula ook op het Europese vasteland waargenomen. Een eerste keer in Duitsland in 1981 (Lang 1981). Het jaar daarna in België en in Nederland was het wachten tot 1995 (CABI 2018). De eerste Belgische waarneming was in Vlaanderen, in een poel in het Meerdaalwoud (Vlaams-Brabant) (Margot 1983). In 1993 werd watercrassula in Wallonië aangetroffen in een groeve te Viroinval (Namen). In Vlaanderen was de soort eind 2000 aanwezig in vijf centraal gelegen IFBL-uurhokken (4x4 km). Sindsdien kent de soort een gestage toename (Verloove 2006) en tegen 2010 was de soort aanwezig in 47 uurhokken en gekend van alle Vlaamse provincies. De toename van watercrassula zet zich nog steeds in een hoog tempo verder en momenteel (eind 2019) is de soort waargenomen in 213 uurhokken (Figuur 2.7, Figuur 2.8).

Anno 2019 is watercrassula gekend van 346 watervlakken in Vlaanderen (cf. Packet *et al.* 2018). Dit is een sterke onderschatting omdat gegevens uit tuinvijvers en andere privé wateren veelal ontbreken en de soort een zeer algemene contaminant is van - zelfs zeer artificiële – tuinvijvers, waar ze vaak onopzettelijk samen met andere waterplanten geïntroduceerd wordt. Deze 346 watervlakken komen neer op 736 ha met watercrassula besmette oppervlakte, of circa 5% van de totale oppervlakte stilstaand water in Vlaanderen.

De verkoop van watercrassula in de aquarium- en vijverhandel, waar de soort nog steeds wordt verkocht als sier- en ‘zuurstofplant’, was initieel de belangrijkste vector voor de verspreiding in Europa. Via plantenafval van tuinvijvers en aquaria kwam de soort in de natuur terecht. Eens gevestigd in een bepaalde regio wordt watercrassula voornamelijk verder verspreid door intern en extern transport van zaden en vegetatieve fragmenten door dieren, o.a. watervogels (Denys *et al.* 2014a), maar ook door wandelaars en andere recreanten (transport via laarzen), door vergraving, grondverzet en via regulier beheer, zoals begrazing en maaien (Leach & Dawson 1999, Wicks 2004). Honden, grote grazers, wild, machines (tractoren, graafmachines) en onderzoeksmateriaal (netten, fuiken...) vormen eveneens potentiële vectoren (o.a. Packet *et al.* 2010).

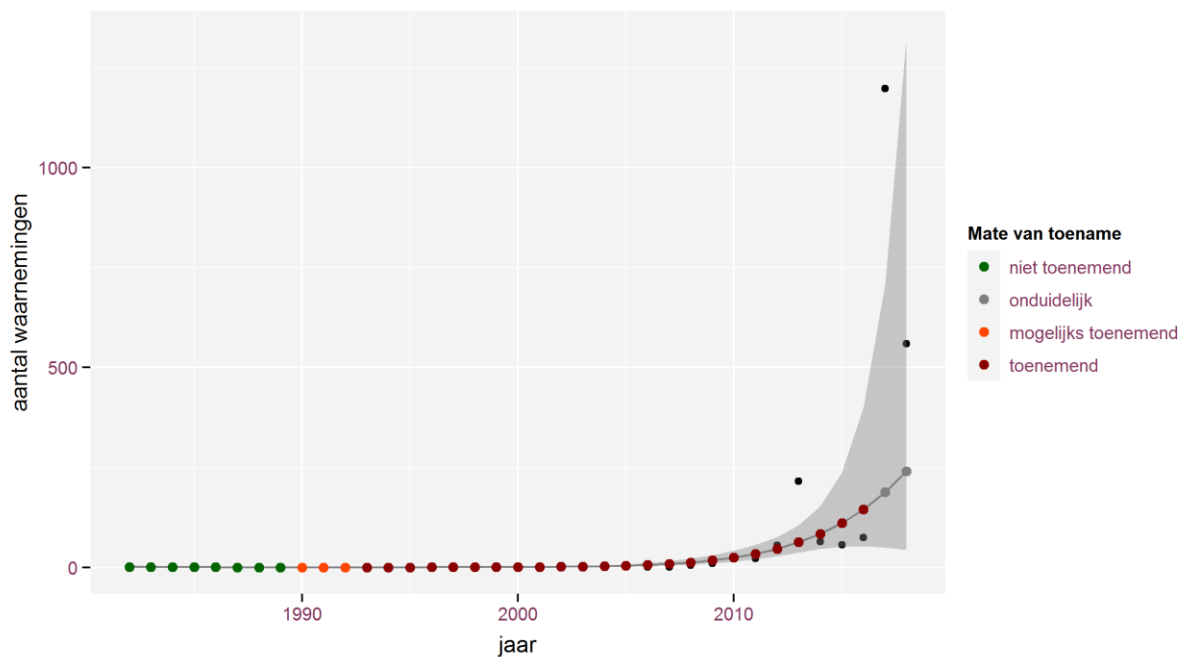


Figuur 2.7 Aantal IFBL-uurhokken met watercrassula in Vlaanderen per jaar (1982-2019).

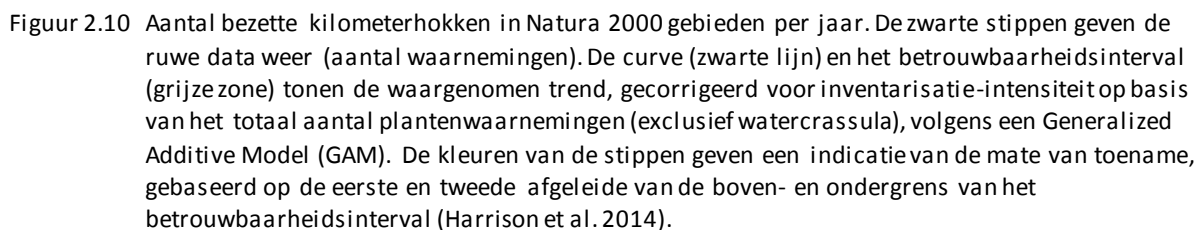


Figuur 2.8 De verspreiding van watercrassula in Vlaanderen in 2000, 2010 en 2019.

De methodiek van het TRIAS-project (Vanderhoeven et al. 2017) laat tijdreeksanalyse toe van het aantal waarnemingen en het aantal hokken waarin watercrassula voorkomt in België, binnen en buiten beschermde gebieden van het Natura 2000 netwerk. Op basis van een analyse van het aantal observaties, gewogen voor het totaal aantal waarnemingen van planten, nam de aanwezigheid van watercrassula in Natura 2000 gebieden sterk toe sinds 2010 (Figuur 2.9). In termen van aantal bezette kilometerhokken (Figuur 2.10) begon die toename in Natura 2000 gebieden wat vroeger, en was die het sterkst in de periode 2005-2010. De laatste jaren lijkt het aantal bezette hokken in beschermde gebieden van het Natura 2000 netwerk te stabiliseren. Deze stabilisatie is vermoedelijk deels een effect van de verzadiging van het aantal beschikbare habitatlocaties, waarvan de meeste geschikte ondertussen werden gekoloniseerd.



Figuur 2.9 Aantal observaties van watercrassula, gewogen naar het totaal aantal plantenobservaties, in Natura 2000 gebieden per jaar. De zwarte stippen geven de ruwe data weer (aantal waarnemingen). De curve (zwarte lijn) en het betrouwbaarheidsinterval (grijze zone) tonen de waargenomen trend, gecorrigeerd voor inventarisatie-intensiteit op basis van het totaal aantal plantenwaarnemingen (exclusief watercrassula), volgens een Generalized Additive Model (GAM). De kleuren van de stippen geven een indicatie van de mate van toename, gebaseerd op de eerste en tweede afgeleide van de boven- en ondergrens van het betrouwbaarheidsinterval (Harrison et al. 2014).



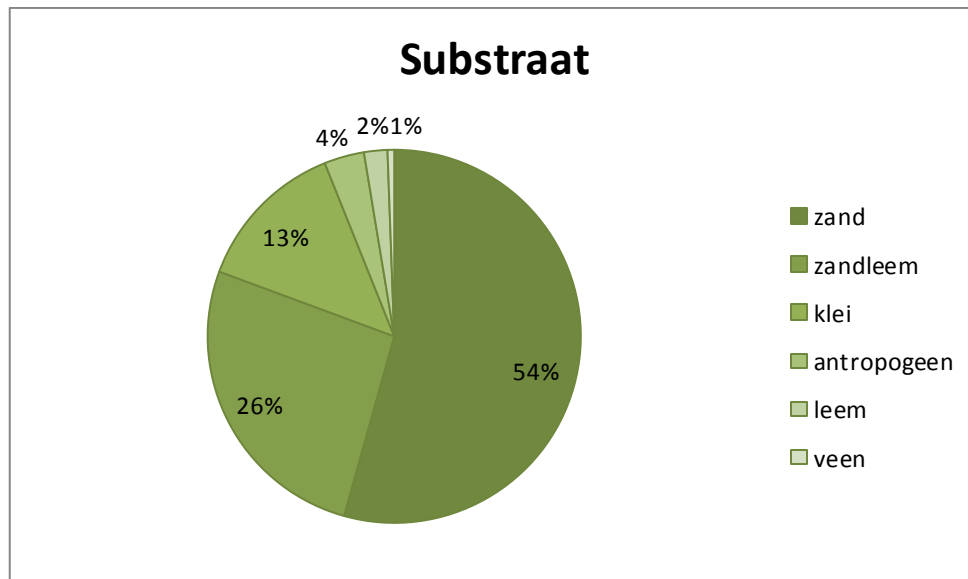
2.5.2 Europa

Watercrassula komt in Europa voor in sterk verschillende biotopen/groeiplaatsen, waarbij de soort andere groeivormen vertoont (Dawson & Warman 1987; zie 2.2). Als volledig submerse wortelende plant groeit ze tot een diepte van drie meter, als emergente plant in ondiep water en als terrestrische plant op oevers en vochtige plaatsen (Sheppard *et al.* 2006). De soort verandert van groeivorm naarmate de waterstand.

De soort is in België en de omliggende landen gevonden in een grote verscheidenheid aan aquatische en semi-aquatische habitats en lijkt geen specifieke voorkeur te hebben voor een bepaald watertype (Brunet 2002, Majerus 2012, eigen waarnemingen). Ze is gekend van zwak gebufferde vennen, poelen, vijvers, grachten en moerassen, waarbij de soort zowel in voedselarme als voedselrijke en zelfs zwak brakke situaties aanwezig is (Dawson & Warman 1987, Denys & Packet 2004, Robert *et al.* 2013).

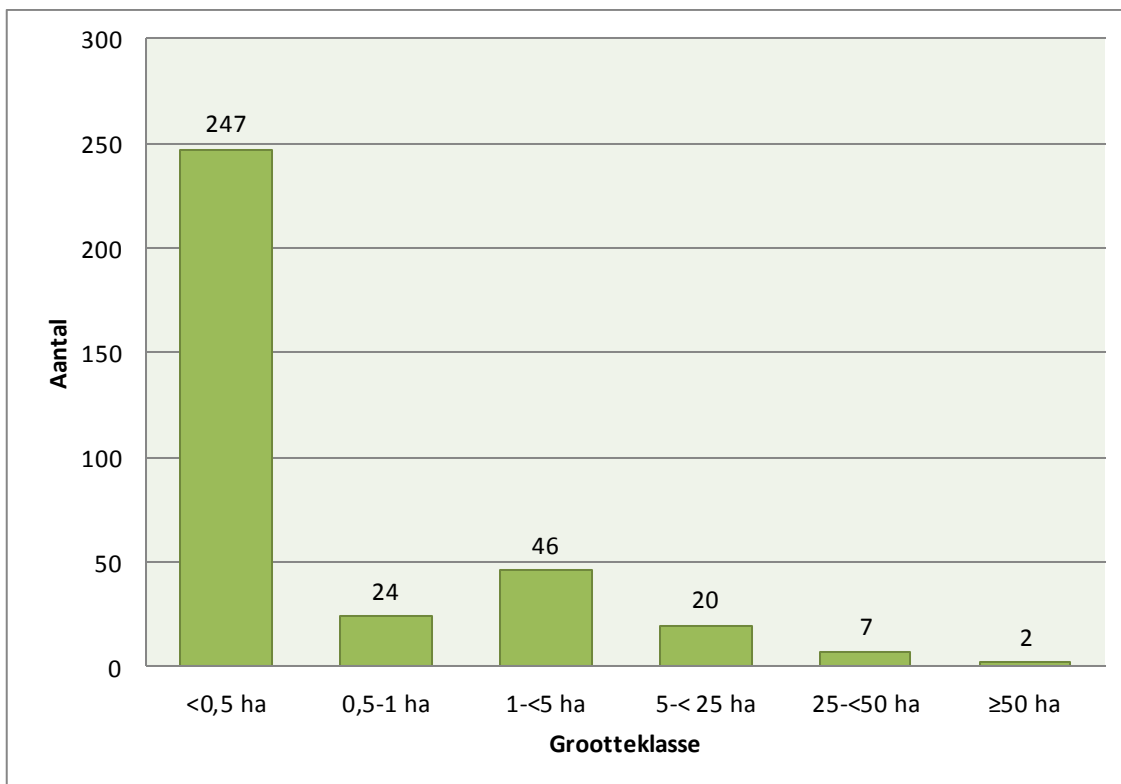
2.5.3 Vlaanderen

In Vlaanderen zijn er groeiplaatsen op zowat alle grondsoorten. Op basis van een GIS-analyse, door middel van een overlay van de groeiplaatsen van watercrassula met de Digitale bodemkaart van het Vlaams Gewest: bodemtypen (Databank Ondergrond Vlaanderen 2017), blijkt dat de meerderheid van de groeiplaatsen te vinden is op zand (zowel in de kustduinen als in de Kempen), gevolgd door zandleem en klei (Figuur 2.11). Een aantal vindplaatsen heeft een antropogeen substraat (onder andere folievijvers en vijvers en plassen binnen de bebouwde zone). Watercrassula blijkt eerder zeldzaam op leem- en veenbodems (met respectievelijk 7 en twee groeiplaatsen). Het merendeel van de locaties met watercrassula is permanent waterhoudend; daarnaast zijn er ook nog een redelijk aantal sites met een semi-permanent karakter. Er zijn slechts een handvol locaties waar watercrassula voorkomt in tijdelijke wateren. Hoewel de soort in zijn natuurlijk verspreidingsgebied en in het Verenigd Koninkrijk ook voorkomt in traag stromend water, is watercrassula in Vlaanderen tot op heden niet waargenomen in waterlopen met een duidelijk waarneembare stroming. Hoge dichtheden, waarbij de soort over grote delen van de oppervlakte domineert, zijn vooral te vinden in geheel of gedeeltelijk droogvallende plassen en in poelen met grote peilfluctuaties. Verder wordt watercrassula bij ons in hoofdzaak gevonden in droogvallende en ondiepe oeverzones en in poelen. In één geval, een ontginningsplas met zeer helder water, zijn in de bodem wortelende planten aangetroffen tot op een diepte van iets meer dan twee meter. Ook in Vlaanderen komt watercrassula in brakke standplaatsen voor, zoals in het Oost-Vlaams krekengebied waar ze in een zwak-brakke (oligohaliene) sloot werd gevonden (Denys & Packet 2014).

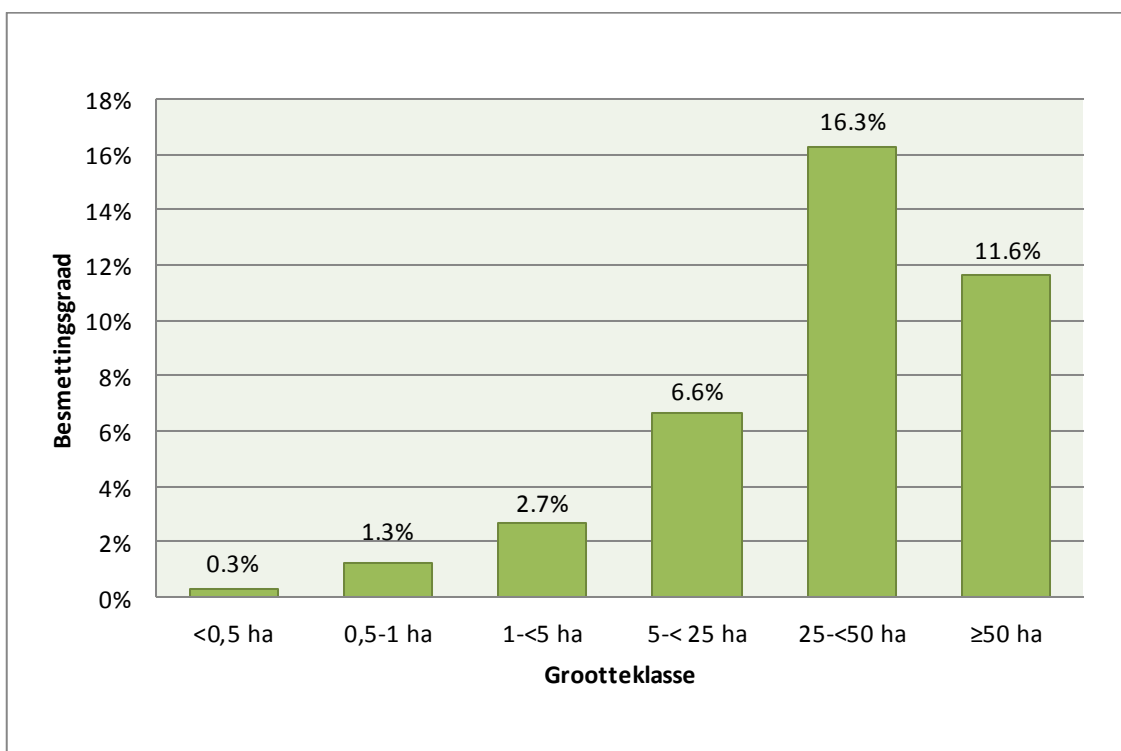


Figuur 2.11 Bodemtextuur van de groeiplaatsen van watercrassula in Vlaanderen (%).

In Vlaanderen komt watercrassula voor in zowel zeer kleine poelen, als grote vijvers (tot ca. 62 ha). 247 van de 346 gekende groeiplaatsen (71%) is kleiner dan 0,5 ha (Figuur 2.12). Een kleine 22% van de besmette locaties is groter dan 1 ha. Bij de procentuele besmettingsgraad per grootteklasse (percentage van het aantal plassen in de Watervlakkenlaag dat besmet is met watercrassula; cf. Packet *et al.* 2018) zien we echter een omgekeerd beeld, waarbij de besmettingsgraad duidelijk toeneemt met de grootte van de plas (Figuur 2.13). De besmettingsgraad van plassen groter dan 1 ha is met 3,6% meer dan tien keer hoger dan bij plassen kleiner dan 1 ha (0,3%), ondanks de veel kleinere onderlinge afstand. Dit zou kunnen indiceren dat grotere plassen gemakkelijker worden gekoloniseerd door watercrassula dan kleinere, wat mogelijk verklaard kan worden door de grotere aantrekkingskracht van grotere wateren voor ganzen en andere watervogels.



Figuur 2.12 Grootteverdeling van wateren met watercrassula in Vlaanderen.



Figuur 2.13 Aandeel van plassen met watercrassula (%) volgens grootteklasse.

Tabel 2 Landgebruik in een buffer van 50 meter rondom plassen met watercrassula in Vlaanderen (KLE = diverse kleine landschapselementen).

2.6 GROEIMETABOLISME & FYSIOLOGIE

2.6.1 Koolstof en pH

2.6.2 Licht

2.6.3 Water

2.6.4 Stikstof

2.6.5 Fosfor

2.6.6 Saliniteit en geleidbaarheid

2.6.7 Metalen

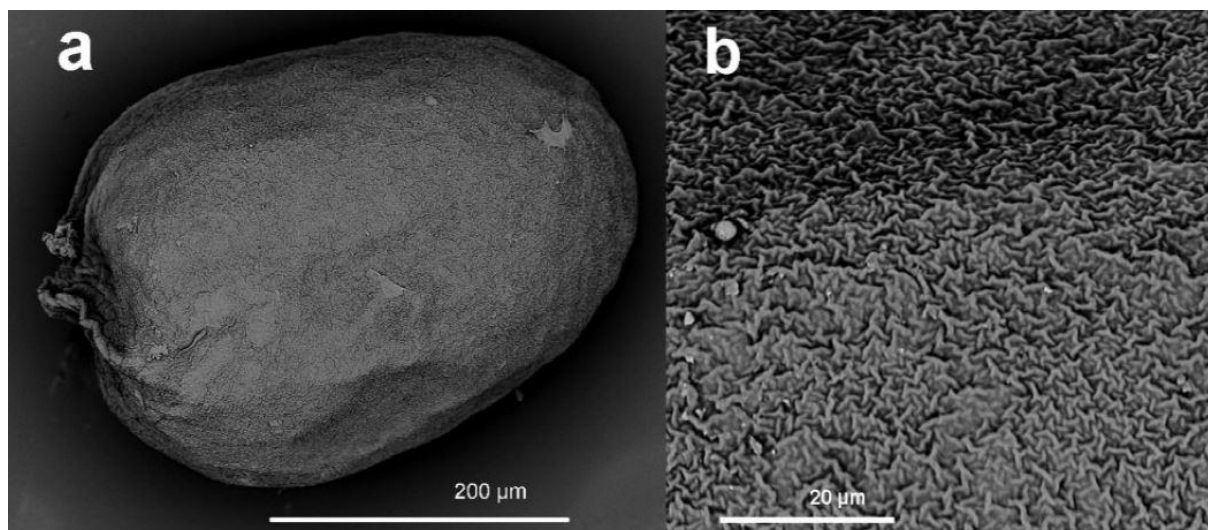
2.7 DISPERSIE

Vegetatieve fragmenten van dit succulente plantje zijn relatief droogte- en kouderesistent en blijven lang groeikrachtig (Dawson 1994), wat dispersie vergemakkelijkt. Kleine stengelfragmenten die een enkele knoop omvatten kunnen tot volledige planten uitgroeien. Bij fragmenten met bladeren gebeurt dit sneller dan bij bladloze stengeldelen (ca. 2 vs. 4 weken; Hussner 2007). Bladeren groeien normaliter niet opnieuw uit tot nieuwe planten, tenzij ze met groeihormoon worden behandeld (Kane *et al.* 1993). Kane *et al.* (1993) verkregen *in vitro* ook adventiefscheuten uit stengeldelen zonder knoop en sluiten niet uit dat dit ook in de natuur zou kunnen gebeuren. Het is onwaarschijnlijk dat (delen van) de wortels in staat zijn tot vorming van adventiefknoppen die tot nieuwe planten uitgroeien. Het vermoeden dat dit in de Langdonken gebeurde na plaggen (Adriaens *et al.* 2010) berust wellicht op het kiemen van zaden (D'hondt *et al.* 2016). Niettemin kan dit zonder verder onderzoek niet volledig worden uitgesloten. Plantfragmenten worden via water (hydrochorie) gemakkelijk verspreid in eenzelfde watersysteem. Ook transport via de poten of vacht van dieren (epizoöchorie; Wicks 2004) is vermoedelijk één van de belangrijkste dispersiemethoden voor watercrassula. Ook overleving van stengelfragmenten na indigestie door ganzen is (indirect) aangetoond (endozoöchorie; Denys *et al.* 2014a, D'hondt *et al.* 2016). De waslaag die de planten bedekt verleent blijkbaar voldoende bescherming tegen vertering om dit soms toe te laten. Daarnaast worden fragmenten ook verspreid via schoeisel en materiaal dat gebruikt wordt tijdens beheerwerken (maaibalk, graafmachine, etc.; Leach & Dawson 1999). Inventarisaties en monitoringsactiviteiten waarbij met hetzelfde materiaal verschillende poelen worden aangedaan, vormen eveneens een risico (amfibieënfuiken, netten, waadpak, laarzen, kledij, ...). Vegetatieve delen komen soms als groenafval uit tuinvijvers in de natuur terecht. Ook worden inheemse plantensoorten vanuit tuincentra in nieuw-gegraven, of opnieuw ingerichte plassen aangeplant om zo de successie te versnellen, of de soortenrijkdom te verhogen. Dat hierbij soms fragmenten van invasieve exoten, zoals watercrassula, mee worden geïntroduceerd is zeker niet uitgesloten (OEPP/EPPO 2007).

Pagina 33 van 96

2.7.2 Generatief

Een enkele bloem kan twee tot vijf zaden bevatten (OEPP/EPPO 2007), maar veruit de meeste bloemen vormen geen volgroeide zaden (D'hondt *et al.* 2016). De rijpe zaden zijn tonvormig, lichtbruin, iets minder dan 500 µm lang en de stevige zaadhuid heeft een typisch rimpelige structuur (Denys *et al.* 2014a; Figuur 2.15). De zaden drijven enige tijd alvorens te zinken (Dawson & Warman 1987). Volgens Dawson (1994), Brunet (2002) en Delbart (2011) vormt watercrassula in Europa geen kiemkrachtige zaden, maar Denys *et al.* (2014a) en D'hondt *et al.* (2016) tonen aan dat de zaden ook in West-Europa kiemkrachtig zijn en dus kunnen bijdragen aan de verspreiding van de soort. Het kiemingssucces van zaden uit België en Nederland verschilt sterk tussen populaties en kan oplopen van <25 % tot 70 % (D'hondt *et al.* 2016). De levensduur van de zaadbank bedraagt minimaal 1 jaar, maar is wellicht langer (D'Hondt *et al.* 2016). Zaden worden zowel verspreid door water, als via de vacht en poten van dieren (Thorsen *et al.* 2009) en wellicht ook na indigestie door allerlei dieren (Denys *et al.* 2014a). Claridge *et al.* (2016) verkregen kiemlingen uit de uitwerpselen van damherten en kangoeroes. Ook via schoeisel en materiaal dat gebruikt wordt bij beheerwerken kunnen zaden verspreid worden; elk transport van grond of planten van besmette plaatsen naar geschikte groeiplaatsen komt hiervoor eveneens in aanmerking (cf. risico bij translocaties).



Figuur 2.15 Zaad van watercrassula (SEM): a. zaadje; b. gerimpelde oppervlaktetextuur van de zaadhuid (Denys *et al.* 2014a).

2.7.3 Verspreidingsbevorderende factoren

2.7.3.1 Begrazing

Wicks (2004) stelt dat grazers een belangrijke rol spelen in de verspreiding van watercrassula. Zowel vegetatieve fragmenten als zaden kunnen via de poten, of de vacht verspreid worden (Figuur 2.16). Locaties met watercrassula worden daarom idealiter uitgerasterd, zodat betreding en verspreiding door grazers niet langer mogelijk is. Begrazing kan kolonisatie ook stimuleren door vorming van onbegroeide trapgaten, nutriëntengift en bodemmineralisatie (Dean *et al.* 2015, Brouwer *et al.* 2017). Díaz (2012) beschrijft dat watercrassula in een dicht rietmoeras in Dorset veel sterker groeit langs door Sika herten *Cervus nippon* gebaande paadjes en dat deze wellicht belangrijke corridors voor verspreiding vormen. Ook andere hertachtigen en everzwijnen komen in aanmerking als vectoren.



Figuur 2.16 Begrazing faciliteert de verspreiding van watercrassula, doordat zaden en vegetatieve fragmenten via poten en vacht vervoerd worden (D'Heye, Bredene; foto K. Scheers).

2.7.3.2 Watervogels

Watervogels zijn een belangrijke vector (Denys *et al.* 2014a, van Kleef *et al.* 2017). In tegenstelling tot de meeste dieren kunnen ze op korte tijd grote afstanden overbruggen en door middel van epizoöchorie en endozoöchorie zaden en vegetatieve fragmenten transporteren naar andere locaties. Daarnaast blijkt ganzenmest op kale bodem de groei en de verdere kolonisatie van watercrassula te bevorderen (van Kleef *et al.* 2017). In het geval van watercrassula zal in deze problematiek de focus vooral op minder honkvaste herbivore watervogels liggen. Met name overzomerende (vanaf augustus) en overwinterende watervogels vormen een groter risico om watercrassula tussen plassen te verspreiden. Fragmentatie van planten door vraat zal de verspreiding in eenzelfde waterlichaam of inundatiezone versnellen. Dit geldt ook voor vogels die zich niet of zelden tussen verschillende waterpartijen verplaatsen. Open oevers met pioniervegetaties die minder toegankelijk zijn, zoals eilandjes of dijken en/of voederplaatsen vormen vaak de eerste gekoloniseerde plaatsen en kleuren tijdens het groeiseizoen typisch lichtgroen door de aanwezigheid van watercrassula.

2.7.3.3 Beheers- en inrichtingswerken

Zowel zaden als plantfragmenten kunnen verder verspreid worden met handwerktuigen (spade, zeis, hark, etc.) en met machines, zoals maaibalk, bosmaaier, graafmachines, enz. (Leach & Dawson 1999). Zaden en fragmenten kunnen zich niet alleen verspreiden door aan wielen en (rups)banden te blijven hangen, maar kunnen ook aan de werkzame onderdelen van machines, zoals maaimessen en schepbakken, blijven kleven en zo andere zones of gebieden bereiken. Ook beschermingskappen en

2.8 INVASIEGEVOELIGE STANDPLAATSEN

2.8.1 Algemeen

Uit het voorgaande blijkt dat watercrassula in vrijwel alle typen stilstaand water voorkomt, met uitzondering van sterk zure, voedselarme vennen en sterk brakke wateren. Vooral nog zijn er bij ons ook geen vondsten gekend uit stromend water. De meest invasiegevoelige wateren zijn recent gegraven of vergraven poelen en plassen, systemen met sterkere peilfluctuaties en habitats waar er door werken verstoorde of met slechts met open vegetatie begroeide bodem aanwezig is. Hoge bedekkingen en een explosieve groei komen vooral voor in de droogvallende oeverzone van poelen en plassen, vooral op zandige bodem, maar ook in kleine, recent gegraven wateren. Naakte bodem en pioniervegetaties langs oevers en in natte depressies, ontstaan na natuurherstel of beheer, worden gemakkelijk door watercrassula gekoloniseerd. Wanneer deze standplaatsen voorkomen in combinatie met grote aantallen watervogels en ganzen wordt de kans op kolonisatie nog groter. Hoewel ze wordt aangetroffen in moerasvegetaties met riet of zeggen en wilgen- of elzenbroek (zie bijv. Delbart *et al.* 2011), lijkt de soort minder succes te hebben met het koloniseren van dicht begroeide, fysisch stabiele vegetaties. Zeer zure situaties, zoals niet gebufferde vennen, plagplekken in natte heide en overgangsvennen, worden zelden gekoloniseerd door watercrassula; ze slaagt er ook niet in om daarin situaties een hoge bedekking te bereiken. Volgens Smith & Buckley (2015) kunnen drijvende waterplanten (kroossoorten *Lemna* spp., kikkerbeet *Hydrocharis morsus-ranae*) luwe zones op het wateroppervlak creëren waarin fragmenten van watercrassula gemakkelijker wortelen.

2.8.2 Europees beschermde habitats

Watercrassula is reeds aangetroffen in alle Europees beschermde waterhabitattypen die voor Vlaanderen zijn aangemeld (Declerck *et al.* 2007): ‘vochtige duinvalleien’ (2190), ‘mineraalarme oligotrofe wateren van de Atlantische zandvlakten (*Littorelletalia uniflorae*)’ (3110), ‘oligotrofe tot mesotrofe stilstaande wateren met vegetatie behorend tot het *Littorelletalia uniflorae* en/of *Isoëtonanojuncetum*’ (3130), ‘kalkhoudende oligo-mesotrofe wateren met bentische vegetaties van *Chara*-vegetaties’ (3140) en in mindere mate ‘van nature eutrofe meren met vegetaties van het type *Magnopotamion* of *Hydrochariton*’ (3150), ‘dystrofe natuurlijke poelen en meren’ (3160) en ‘overgangs- en trilveen’ (7140). Van de 346 gekende locaties waar watercrassula voorkomt, behoort 22 % (77 locaties) tot een of meerdere van deze habitattypen. Zo’n 78 % (269 locaties) van de besmette locaties behoort niet tot een Europees beschermd habitattype. Uit Figuur 2.17 kunnen we afleiden dat beide subtypes van het habitattype 3130 het meest gevoelig zijn voor vestiging van watercrassula, samen goed voor 68 % van alle geïnfecteerde habitatwaardige plassen. Andere habitattypes zijn duidelijk minder gevoelig en volgen op ruime afstand. Het HT_3150 omvat 21 % van het aandeel habitatwaardige geïnfecteerde plassen, gevolgd door ‘vochtige duinvalleien’ (2190) met 12 % en het HT_3140 met 6 %. De meer voedselarme en zuurdere habitattypes 7140, 3110 en 3160 vertegenwoordigen elk slechts enkele procenten. Deze cijfers houden geen rekening met de zeldzaamheid en de totale oppervlakte van het habitattype in Vlaanderen. Figuur 2.18 toont aan dat watercrassula voor het HT_3110 in verhouding een grotere bedreiging vormt dan voor andere aquatische habitattypes. Zo is 75 % van de totale oppervlakte van dit habitattype gekoloniseerd door watercrassula. In de (sub-)habitattypes 3130_aom, 3130_na en 3150 is respectievelijk 15, 14 en 10 % van de oppervlakte watercrassula aanwezig. De habitattypes 3140 en 3160 lijken nauwelijks bedreigd te worden door watercrassula. Dat de habitattypes 3110 en 3130 het meest gekoloniseerd worden

Category	n (Aantal)	%
3130	50	70
3130_aom	45	60
3130_na	25	30
3150	20	22
2190_a	15	15
3140	10	10
7140_meso	5	5
3110	5	5
3160	2	2

A bar chart comparing two metrics across six categories. The y-axis represents percentage from 0 to 80. The x-axis categories are 3110, 3130_na, 3130_aom, 3140, 3150, and 3160. The legend indicates that dark green bars represent '% aantal plassen' and light green bars represent '% oppervlakte'.

Categorie	% aantal plassen	% oppervlakte
3110	40	75
3130_na	10	15
3130_aom	5	15
3140	6	3
3150	4	10
3160	0	3

De aanwezigheid van watercrassula werkt door in de criteria voor het bepalen van de lokale staat van instandhouding voor verschillende Europees beschermde habitats (Oosterlynck *et al.* 2018) en het

regionaal belangrijk biotoop brakke tot zilte wateren (RBBah; Denys 2019) (tabel 3). Of de soort afwezig dient te zijn, dan wel zeer beperkt mag optreden hangt af van de veronderstelde kwetsbaarheid van het desbetreffende type.

Tabel 3 Doorwerking van de aanwezigheid van watercrassula op de gunstige staat van instandhouding van Europees beschermde habitat types en regionaal belangrijke biotopen in Vlaanderen (Oosterlynck *et al.* 2018, Denys 2019).

Habitat(sub)type	Code	Criterium gunstige staat
Waterhoudende depressies in vochtige duinvalleien	2190_a	afwezig
Mineraalarme oligotrofe wateren van de Atlantische zandvlakten (<i>Littorelletalia uniflora</i>)	3110	afwezig
Oligotrofe tot mesotrofe stilstaande wateren: oeverkruidgemeenschappen (<i>Littorelletea</i>)	3130_aom	afwezig
Oligotrofe tot mesotrofe stilstaande wateren: eenjarige dwergbiezenvegetaties (<i>Isoeto-Nanojuncetea</i>)	3130_na	afwezig
Kalkhoudende oligo-mesotrofe wateren met bentische <i>Chara</i> spp. Vegetaties	3140	hoogstens zeldzaam
Van nature eutrofe meren met vegetaties van het type <i>Magnopotamion</i> of <i>Hydrocharition</i>	3150	hoogstens zeldzaam
Submontane en laagland rivieren met vegetaties behorend tot het <i>Ranunculion fluitans</i> en het <i>Callitricho-Batrachion</i>	3260	hoogstens zeldzaam
Rivieren met slikoevers met vegetaties behorend tot het <i>Chenopodietum rubri</i> en <i>Bidention</i> (niet aangemeld voor Vlaanderen)	3270	hoogstens zeldzaam
Regionaal Belangrijk Biotoop brakke tot zilte wateren	RBBah	afwezig

2.9 IMPACT

2.9.1 Ecologische impact

Watercrassula kan zeer dichte vegetaties vormen op de oevers en in ondiepe delen van stilstaande wateren en in periodiek geïnundeerde depressies (Figuur 2.19). De soort concurreert met de inheemse vegetatie voor nutriënten, ruimte en licht. Door de vorming van zeer dichte matten worden andere soorten overgroeid; kieming van inheemse soorten wordt bemoeilijkt (Langdon *et al.* 2004¹), mogelijk zelfs geheel verhindert. Vooral minder dichte, semi-terrestrische vegetaties van lager blijvende soorten (i.c. pionier- en tredvegetaties) – vaak een streefdoel van het natuurbeheer – lopen een groter risico. In bepaalde situaties kan watercrassula drijvende matten vormen, waardoor er in de onderliggende waterlaag lichtgebrek en zuurstoftekort ontstaat (Dawson & Warman 1987, Newman 2013). De afbraak van biomassa van watercrassula onder water kan leiden tot grote zuurstofschommelingen, wat kan leiden tot vissterfte (OEPP/EPPO 2007). Deze gevolgen kunnen mede bepaald worden door de milieukwaliteit.

¹ I.c. aangetoond bij harig wilgenroosje *Epilobium hirsutum*, grote kattenstaart *Lythrum salicaria*, watermunt *Mentha aquatica*, blaartrekkende boterbloem *Ranunculus sceleratus*, beekpunge *Veronica beccabunga* en moerasvergeet-mij-nietje *Myosotis scorpioides*.

A photograph showing a dense, vibrant green carpet of low-growing vegetation, likely a moss or liverwort, covering the ground. In the background, tall, slender reeds or grasses stand upright, contrasting with the low, sprawling plants in the foreground.

2.9.2 Economische impact

2.9.3 Risicoanalyse

3 BELEIDSKADER

3.1 EUROPESE UNIE

3.1.1 Verordening invasieve uitheemse soorten

In Vlaanderen wordt de wetgeving en het beleid met betrekking tot invasieve uitheemse soorten bepaald door de Europese exotenverordening n° 1143/2014. Deze verordening is van kracht sinds 1 januari 2015 en werd ingevoerd om de negatieve impact van invasieve uitheemse soorten in Europa te beperken. Om tot een uniforme en efficiënte aanpak te komen was een internationale wetgeving noodzakelijk.

De bepalingen uit de Europese verordening gelden voor soorten van de lijst van voor de Unie zorgwekkende invasieve soorten, ook wel Unielijstsoorten genoemd. Soorten worden op deze 'Unielijst' opgenomen indien ze een aantoonbare negatieve impact op de inheemse Europese biodiversiteit hebben én de maatregelen uit de verordening deze impact kunnen beperken. Deze lijst moet gezien worden als een dynamische lijst, waarbij soorten kunnen worden toegevoegd of verwijderd. Alvorens nieuwe soorten aan de Unielijst worden toegevoegd, dienen deze te worden voorgesteld door de Europese Commissie, of door de lidstaten zelf. Vooreerst moet echter een wetenschappelijk onderbouwde risicobeoordeling worden uitgevoerd die aan verschillende vereisten voldoet. **Watercrassula is voorlopig niet opgenomen in deze lijst.** Een initiatief in die richting is wel in voorbereiding (Nederland, informatie Henk Groenewoud). Gezien de problematiek van watercrassula in Vlaanderen, is deze leidraad niettemin zo veel als mogelijk conform met deze verordening uitgewerkt.

De verordening hanteert de volgende drietrapsaanpak:

- 1. preventie en sensibilisering:** door bewustmaking of invoeren van wettelijke maatregelen moet worden verhinderd dat schadelijke soorten tot een probleem uitgroeien;
- 2. snel opsporen en ingrijpen:** na snelle detectie van invasieve uitheemse soorten die nog geen vaste voet aan de grond hebben gekregen, volgen maatregelen die leiden tot verwijdering van deze pestsoorten;
- 3. beheer van gevestigde invasieve uitheemse soorten:** invasieve uitheemse soorten die goed ingeburgerd zijn, moeten op passende wijze worden beheerd. Onder dit beheer behoort ook het robuuster maken van aanwezige natuur tegen invasies.

De implementatie van deze verordening in Vlaanderen is geregeld via de recente (2016) update van het Soortenbesluit (zie verder onder 3.3 Vlaanderen). De drietrapsaanpak met betrekking tot watercrassula wordt verder besproken in 5.1.

3.1.2 Europese Kaderrichtlijn Water

De Europese Kaderrichtlijn Water (2000/60/EG) is van kracht sinds 22 december 2000 en moet zorgen voor het veiligstellen van de watervoorraden en de waterkwaliteit in Europa en het afzwakken van de gevolgen van overstromingen en perioden van droogte. Concreet moet de richtlijn

De praktische uitwerking van de richtlijn gebeurt op basis van stroomgebiedbeheerplannen en maatregelenprogramma's. Hierbij dient de ecologische kwaliteit van oppervlaktewateren te worden opgevolgd, waarbij voor de kwaliteitsbeoordeling vijf biotische groepen gebruikt worden: fyto-benthos, fytoplankton, macrofyten, macro-invertebraten en vissen. Voor elke biotische groep is een methodiek ontwikkeld om een ecologische kwaliteitscoëfficiënt te bepalen. De slechtste score bepaalt de eindscore.

3.1.3 Habitatrictlijn

Elke lidstaat moet om de 6 jaar rapporteren over de staat van instandhouding van de habitattypen en soorten van de Habitatrichtlijn aan de Europese Commissie.

3.2 BELGIË

3.3 VLAANDEREN

3.3.1 Natuurdecreet en het Soortenbesluit

Het Soortenbesluit (1/09/2009) is een uitvoeringsbesluit van het Natuurdecreet (21/10/1997). Het Soortenbesluit verankert de Europese exotenverordening 1143/2014, voor wat de bevoegdheden van het Vlaams Gewest betreft (Art. 31/1 tot en met 31/7). Het Soortenbesluit (Art. 31/8) laat toe om een beheerregeling op te stellen voor een bepaalde soort of soortengroep. Hierdoor kan, onder meer, voorzien worden in sensibilisatiecampagnes, beheer- en bestrijdingsacties, beheerovereenkomsten met partners en bepalingen die de verspreiding van de soort(en) reguleren. Het Soortenbesluit biedt ook de mogelijkheid voor de opmaak van een uitgebreidere Vlaamse lijst met bepalingen die gelijklopen met de Europese verordening. Deze lijst is voor Vlaanderen tot op heden nog niet opgemaakt. Om gelijkaardige acties te kunnen ondernemen als voor de soorten van de Unielijst, zou watercrassula in deze lijst kunnen worden opgenomen.

In het Natuurdecreet is een bepaling opgenomen over het beheer van invasieve uitheemse soorten op private terreinen (Artikel 51). Hierbij wordt gesteld dat een beheerregeling kan worden uitgewerkt indien de populaties van deze soorten op privaat terrein een belangrijk struikelblok blijken te zijn om de voor Vlaanderen gestelde doelstellingen te bereiken: “De maatregelen, uitgewerkt in de beheerregeling kunnen alleen ambtshalve worden uitgevoerd indien de eigenaar, de huurder, de exploitant of de grondgebruiker van een privaat terrein na schriftelijk verzoek niet zelf in beheer of bestrijding voorziet. Voor de ambtshalve uitvoering moet schriftelijke toestemming door de eigenaar, de huurder, de exploitant of de grondgebruiker zijn bekomen. Ingeval geen toestemming wordt bekomen, kan de eigenaar, de huurder, de exploitant of de grondgebruiker aansprakelijk worden gesteld voor de beheerkosten of herstelkosten die voortkomen uit de populatie van de betreffende soort op zijn terrein.”

Verder worden in het Soortenbesluit de wettelijke bepalingen inzake de status en bescherming van soorten geregeld. Voor uitheemse soorten stelt Artikel 17 van dit besluit dat het verboden is om deze soorten opzettelijk te introduceren in het wild.

3.3.2 Duurzaam Gebruik Pesticiden

Het Decreet en Besluit Duurzaam Gebruik Pesticiden (vanaf 1 januari 2015) regelt het gebruik van pesticiden op terreinen en de uitzonderingsmogelijkheden voor de bestrijding van invasieve exoten. De beperkingen worden bepaald door de bestemming van een gebied en variëren naargelang de gebruiker. In Vlaanderen geldt er een verbod op het gebruik van pesticiden op terreinen die horen bij een openbare dienst, op wegbermen, langs spoorwegen, in een strook van 6 meter tot het talud langsheen oppervlaktewater (1 m bij land- en tuinbouwgebruik), in waterwingebieden en in natuur- en bosgebieden (niet in privébossen buiten het VEN, hoewel dit wel een criterium is voor duurzaam bosbeheer). Voor openbare diensten geldt een verbod op het gebruik van pesticiden sinds 1 januari 2015. Voor particulieren geldt dat verbod sinds 1 juli 2017. Door deze beperkingen is het gebruik van herbiciden voor de bestrijding van watercrassula in Vlaanderen normaliter niet toegelaten (zie verder 4.2.1).

3.3.3 VLAREBO

Om de verspreiding van bodemverontreiniging te verhinderen, stelde de Vlaamse regering regels op voor het hergebruik van afgegraven bodemmateriaal. Deze regels staan beschreven in hoofdstuk 13 van het Vlaams Reglement betreffende de Bodemsanering en de bodembescherming (kortweg het VLAREBO). Voor de uitvoering van de meeste grondwerken (> 250 m³) is een bodemonderzoek (technisch verslag) verplicht en wordt de kwaliteit van de uitgegraven of uit te graven aarde bepaald. De aanwezigheid van vegetatieve fragmenten of zaden van invasieve planten is op heden geen expliciet VLAREBO-criterium. Zo is het mogelijk dat dergelijk bodemmateriaal de veilige grondverzetscode 211 voor niet-verontreinigde grond meekrijgt en vrij gebruikt kan worden. Om dit te vermijden kan in relevante bestekken opgenomen worden dat de grond niettemin als verontreinigd (VLAREBO-code 999) moet worden behandeld indien deze gecontamineerd is met fragmenten of zaden van watercrassula. Voorstellen voor de behandeling van met watercrassula verontreinigde grond worden behandeld in hoofdstuk 5.6.4.

4 MAATREGELEN EN HUN EFFECTIVITEIT, EEN LITERATUUROVERZICHT

Hieronder wordt, op basis van de literatuur, een overzicht gegeven van maatregelen die in het binnen- en buitenland bij de bestrijding van watercrassula worden gebruikt. Elke maatregel wordt kort toegelicht, waarbij de voor- en nadelen worden vermeld. Een overzichtstabel met de maatregelen met inbegrip van hun effectiviteit voor verwijdering en werkingsgebied is te vinden in tabel 4. Dit overzicht is louter informatief en de vermelde maatregelen zijn niet noodzakelijk deze die voorgesteld worden voor de bestrijding van watercrassula in Vlaanderen. Deze worden besproken in hoofdstuk 5.6.

Tabel 4 Overzichtstabel mogelijke maatregelen, hun effectiviteit voor verwijdering en het werkingsgebied.

Maatregel		Effectief	Werkingsgebied		
			Bovengronds	Ondergronds	Zaadbank
Verwijdering					
4.1	Biologische maatregelen				
4.1.1	Begrazing door grote grazers	neen	x	-	-
4.1.2	Begrazing door vissen	neen	x	-	-
4.1.3	Inzetten natuurlijke bestrijders	?	?	?	?
4.1.4	Competitie/allelopathie	neen	-	-	-
4.2	Chemische maatregelen				
4.2.1	Herbiciden	ja	x	x	?
4.2.2	Verziltten	neen	x	x	?
4.3	Fysische maatregelen				
4.3.1	Bevriezen	neen	x	-	-
4.3.2	Droogleggen / waterstand verlagen	?	x	x	-
4.3.3	Lichtlimitatie door afdekken	ja/neen	x	x	-
4.3.4	Lichtlimitatie door kleurstof	neen	x	x	-
4.3.5	Hittebehandeling	neen	x	?	?
4.4	Mechanische maatregelen				
4.4.1	Maaien	neen	x	-	-
4.4.2	Manueel afgraven	ja	x	x	x
4.4.3	Machinaal afgraven	ja	x	x	x
4.4.4	Dempen	ja	x	x	?
Preventie en indammen					
4.5	Systeemmaatregelen	?			
4.6	Isoleren				
4.6.1	Uitrasteren	ja		NVT	
4.6.2	Watervogels vermijden	?			
4.6.3	Indijken	ja			
4.6.4	Ontoegankelijk maken voor publiek	ja			
4.7	Nulbeheer/nietsdoen	neen			

4.1 BIOLOGISCHE MAATREGELEN

4.1.1 Begrazing door grote grazers

Een van de meest voorkomende natuurbeheervormen is begrazing met runderen, paardachtigen of schapen. Voor bepaalde invasieve plantensoorten zorgt begrazing en betreding door deze grazers er voor dat hun dominantie wordt doorbroken en er opnieuw plaats wordt gemaakt voor inheemse vegetatie. Dit is bijvoorbeeld het geval bij Japanse duizendknoop (Van de Meutter *et al.* 2012). Watercrassula wordt gegeten door damhert (*Dama dama* L.), grijze reuzenkangoeroe (*Macropus giganteus* Shaw), hooglanders (*Bos taurus* L.), Konik pony's (*Equus ferus* f. *caballus* L.), Canadese gans (*Branta canadensis* L.), brandgans (*Branta leucopsis* Bechstein) en Nijlgans (*Alopochen aegyptiaca* L.) (Warren 2008, Denys *et al.* 2014, Claridge *et al.* 2016, Smith & Buckley 2020) en wellicht ook door vele andere planten- en alleseters.

Begrazing blijkt de abundantie en dominantie van watercrassula in de hand te werken, doordat grazers voornamelijk hogere opgaande plantensoorten eten. Dit leidt tot afname van concurrentie voor licht en nutriënten waarvan watercrassula volop profiteert (De an *et al.* 2015). Het effect lijkt niet meteen op te treden, want op korte termijn levert begrazing versus geen begrazing geen noemenswaardig verschil op (Ewald 2014). De trapgaten die door hoefdieren gevormd worden, worden doorgaans sneller terug ingenomen door watercrassula dan door andere soorten (Figuur 4.1). Hierbij moet worden opgemerkt dat er weinig geweten is over de vegetatie-evolutie indien watercrassula door zeer sterke begrazing gereduceerd wordt tot een strikt tegen de grond aanliggende 'dwergvorm'. Grote grazers, maar ook begrazing door ganzen en watervogels, zijn belangrijk voor verdere verspreiding van watercrassula tussen en in percelen (Wicks 2004). In het water is vertroebeling door dieren eveneens niet bevorderlijk voor het competitief vermogen van ondergedoken groeiende inheemse soorten. Omdat begrazing de dominantie en verspreiding van watercrassula veeleer in de hand werkt, kan het eerder zinvol zijn om successie in besmette poelen juist te bevorderen en niet tegen te gaan.

Voordelen	Nadelen/voorwaarden
• lokaal verlaging van biomassa van watercrassula.	• leidt niet tot verwijdering van watercrassula; • vaak met concurrentieel voordeel voor watercrassula als gevolg; • grote grazers vormen een belangrijke vector voor verdere verspreiding.



Figuur 4.1 Hoefafdrukken van Konikpaarden langs een door watercrassula begroeide oever van een poel (foto K. Scheers).

4.1.2 Begrazing door vissen

Submerse planten van watercrassula worden gegeten door graskarper (*Ctenopharyngodon idella*) (Dawson & Warman 1987). Het uitzetten van graskarper, eveneens een exoot, heeft echter een sterk negatief effect op het watersysteem. De afname of het verdwijnen van de watervegetatie leidt tot een verslechtering van de waterkwaliteit en finaal tot een verarming van de biodiversiteit (Schiphouwer *et al.* 2014, Nagelkerke 2018). Daarnaast blijkt graskarper een voorkeur te hebben voor andere waterplanten, waardoor voornamelijk de inheemse vegetatie eerst zal worden aangetast (Robert *et al.* 2013), weerom met vermoedelijk een concurrentieel voordeel voor watercrassula als gevolg. Daarbij is graskarper vaak moeilijk te verwijderen. Daarom wordt het uitzetten van deze dieren ten sterkste afgeraden. Uitzetten van graskarpers is bovendien volgens het soortenbesluit slechts toegelaten in afgesloten viswateren, waarbij de vissen zich, als gevolg van permanente, natuurlijke of kunstmatige hindernissen, niet vrij kunnen bewegen tussen deze en openbare wateren (artikel 18 van het Soortenbesluit).

Voordelen	Nadelen/voorwaarden
• geen duidelijk voordeel.	• leidt niet tot verwijdering van watercrassula; • vaak met concurrentieel voordeel voor watercrassula tot gevolg; • uitzetten van graskarper (een exoot) is

4.1.4 Competitie/allelopathie

Denton (2013) suggereert op basis van het gescheiden voorkomen van oeverkruid *Littorella uniflora* en watercrassula in Woolmer Pond (North Hampshire) en de succesvolle uitbreiding van oeverkruid dat te midden van watercrassula werd uitgeplant, dat *Littorella* watercrassula door competitie kan verdringen, mogelijk vanwege een allelopatische werking. Brouwer *et al.* (2017) vonden dat watercrassula een minder goede competitor is dan inheemse soorten met een groter wortelstelsel, zoals *Littorella*, maar vonden in terrestrische omstandigheden geen aanwijzingen voor allelopathie. De omstandigheden waarin inheemse soorten watercrassula zouden kunnen verdringen vergen nader onderzoek (zie echter 2.5). Eventueel is het inbrengen van competitief sterke soorten na natuurontwikkeling een interessant piste om via prioriteitseffecten inheemse soorten te bevoordelen en watercrassula minder kans op kolonisatie te bieden. Soorten die het eerst aanwezig zijn op het doelperceel na natuurontwikkelings- of herstelmaatregelen, zijn vaak bepalend voor de richting waarin de vegetatie zich zal ontwikkelen.

Voordelen	Nadelen/voorwaarden
• geen schade aan andere biota; • te combineren met introductie van zeldzame inheemsesoorten of doelvegetaties voor natuurherstel.	• blijft nader te onderzoeken; • hooguit beperking, geen eliminatie te verwachten.

4.2 CHEMISCHE MAATREGELEN

4.2.1 Herbiciden

Herbiciden werden in het buitenland al meermaals toegepast bij de bestrijding van watercrassula, met erg uiteenlopende resultaten (Dawson & Warman 1987, Dawson & Henville 1989, Gomes 2005, Delbart *et al.* 2013, van der Loop *et al.* 2018). Behandeling met waterstofperoxide (zuurstofwater) leidde hooguit tot gedeeltelijk afsterven (Dawson & Henville 1989). Succes was er vooral waar herbiciden werden gecombineerd met mechanische maatregelen, zoals droogleggen en afgraven (Sims & Sims 2016). Het gebruik van herbiciden is wettelijk niet toegestaan in Vlaanderen (zie 3.3.2), hoewel er uitzonderingen kunnen worden bekomen onder strikte voorwaarden en beperkingen voor het gebruik. Het verdwijnen van watervegetatie door behandeling met herbiciden kan leiden tot een moeilijk te herstellen toestand met fytoplanktondominantie.

Voordelen	Nadelen/voorwaarden
• in combinatie met droogleggen grote kans op succes.	• gebruik van herbiciden in aquatische milieus in Vlaanderen niet toegelaten zonder afwijking; • niet selectief, kans op omslag naar een troebele toestand; • kans op neveneffecten op andere biota; • residuen blijven mogelijk voor lange tijd aanwezig.

4.2.2 Verzilten

Bij deze methode wordt een binnen- of buitendijkse groeiplaats van watercrassula met brak of zout water gedurende 8 tot 12 maanden bevoeid, waardoor watercrassula afsterft. Dit werd in het Verenigd Koninkrijk al met succes toegepast op grote terreinen (Charlton *et al.* 2010, Dean *et al.* 2013). In Vlaanderen is deze methode bijvoorbeeld denkbaar toe te passen op sterk artificiële groeiplaatsen (wateren aan kunstwerken) met strooizout, of op plaatsen waar zout grondwater kan aangeboord kan worden of opwelt. De toevoer van zout water wordt mogelijk gemaakt of verhoogd, hetzij door getijwerking, dan wel door pompen. Afhankelijk van de locatie is het niet evident om in het volledige gebied langdurig een voldoende hoge zoutconcentratie te bereiken. Steeds bestaat de mogelijkheid dat watercrassula in randzones of meer afgesloten delen overleeft. De methode is met van nature zout water enkel toe te passen in kustregio's en langs estuaria. Op basis van laboratoriumonderzoek stellen Dean *et al.* (2013) dat minimaal een saliniteit van 8‰ gehaald moet worden. Dit onderzoek richtte zich echter enkel op vegetatieve planten en het effect van tijdelijke verzilting op een eventuele zaadbank is nog niet onderzocht. Het is mogelijk dat tijdelijke inundatie met zilt water weinig tot geen effect heeft op de kiemkracht van zaden in de bodem. De methode is nog niet toegepast in Vlaanderen. In het gecontroleerd overstromingsgebied van Kruibeke -Bazel Rupelmonde groeit watercrassula in periodiek met Scheldewater geïnundeerde zones. De saliniteit van het water in het gebied is niet bepaald, maar die van het water dat ingelaten wordt bij springtij loopt op tot 9‰. De bedekking van watercrassula is er de voorbije jaren sterk teruggelopen en nu is ze slechts sporadisch meer aanwezig. Het is mogelijk dat watercrassula op deze locatie door meer langdurige inundatie volledig geëlimineerd kan worden.

Voordelen	Nadelen/voorwaarden
● leidt tot sterfte van vegetatieve delen van watercrassula.	● enkel mogelijk waar brak of zout water in de nabijheid aanwezig is; ● overleving blijft mogelijk in minder verzilte delen – grote kans dat van hieruit opnieuw kolonisatie gebeurt; ● effect op zaadbank onbekend; ● negatief effect op andere aanwezige flora en fauna.

4.3 FYSISCHЕ МААТРЕGELEN

4.3.1 Bevriezen

Leach & Dawson (1999, 2000) rapporteren over een poging om watercrassula te doden door bevrozing met vloeibare stikstof. Hierbij is een poel eerst drooggelegd, daarna werd de mat watercrassula bespoten met vloeibare stikstof. Een voordeel van deze methode is dat er, in tegenstelling tot bij het gebruik van herbiciden, geen schadelijke residuen achterblijven. Een nadeel is dat, naast de vegetatie, ook de aanwezige fauna wordt geëlimineerd. Doordat de vloeibare stikstof de dikke mat van watercrassula onvoldoende diep kon penetreren, slaagde men er niet in om watercrassula volledig te verwijderen (Leach & Dawson 1999). Ook het bodemtype kan vermoedelijk een bepalende factor zijn voor de effectiviteit van de methode. Leach & Dawson (1999) suggereren

dat bevroren wel effectief kan zijn op een kleine oppervlakte, bij vroege kolonisatiestadia, of na hergroei.

Voordelen	Nadelen/voorwaarden
• geen schadelijke residuen.	• voor zover bekend niet succesvol; • niet geschikt voor grotere oppervlaktes; • moeilijk en omslachtig, gevaarlijk werk; • niet selectief, alle aanwezige fauna wordt geëlimineerd; mogelijk milderende maatregelen voor kwetsbare fauna of flora nodig.

4.3.2 Droogleggen / waterstand verlagen

Het effect van langdurige droogte op watercrassula is voorsnog niet onderzocht. Gezien de droogteresistentie dient dit hoogstwaarschijnlijk meerdere achtereenvolgende jaren te gebeuren vooraleer alle planten volledig zijn afgestorven. De aanwezigheid van een kiemkrachtige zaadbank (aan te nemen indien watercrassula reeds enkele jaren aanwezig is) kan een knelpunt vormen voor toepassing van deze methode. Bij een dichte begroeiing is het wellicht best om eerst de vegetatie zoveel als mogelijk te verwijderen, zodat de bodem beter kan uitdrogen. Het volledig en langdurig droog houden van natte depressies en poelen is in de meeste gevallen door de aanvoer van grondwater en neerslag erg moeilijk, of zelfs onmogelijk. Het is enkel te realiseren in systemen met een sterk doorlaatbare bodem die volledig afhankelijk zijn van een regelbare wateraanvoer, of in grote mate geïsoleerd zijn van het grondwater, zoals hangwatersystemen en kunstmatige wateren, zoals betonnen (park)bassins en folievijvers.

Het droogleggen van een water- of moerashabitat kan voor bepaalde organismen met beperkt dispersievermogen nefast zijn. Zo nodig moeten hiervoor milderende maatregelen, zoals (tijdelijke) translocatie, worden overwogen. Voor amfibieën en andere soortengroepen kan de timing van drooglegging bepalend zijn voor de mate van nevenschade (e.g. Devisscher *et al.* 2012). Sommige plassen/poelen kunnen in het ecologisch netwerk, of als habitat, een dermate essentiële rol vervullen, dat de maatregel als te risicovol beschouwd moet worden. De maatregel kan aanzienlijke gevolgen hebben voor bodemprocessen en nutriëntencycli, wat in sommige gevallen de milieukwaliteit ten goede kan komen. Daarnaast zijn er wellicht gevolgen voor de vegetatiesuccessie (bijv. snelle opslag van houtige gewassen).

Het droogleggen van plassen is echter een vaak toegepaste of noodzakelijke stap, voorafgaand aan andere bestrijdingsmethoden, zoals afgraven (van der Loop *et al.* 2018). Bij het leegpompen of aflaten van plassen moet verspreiding van watercrassula via het afgevoerde water worden vermeden, bijvoorbeeld door gebruik te maken van een filter (van Valkenburg & de Hoop 2013, van Kleef *et al.* 2016) of fijnmazig opvangnet.

Brouwer *et al.* (2017) suggereren dat een beperkte verlaging van de grondwaterstand (in de grootte-orde van 10 à 20 cm) een snelle uitbreiding van watercrassula in semi-terrestrische omstandigheden wellicht kan vertragen, omdat de opname van nutriënten daardoor wordt bemoeilijkt. Hierdoor zou

het tijdvenster voor effectief beheer, of vestiging van gewenste soorten met een dieper groeiend wortelstelsel, groter worden.

Voordelen	Nadelen/voorwaarden
- aan droogte aangepaste fauna en flora overleeft, mobiele fauna kan autonoom habitat opnieuw koloniseren; - de maatregel kan in bepaalde gevallen de algemene milieukwaliteit ten goede komen; - bij beperkte daling grondwaterpeil mogelijk tragere uitbreiding.	- vegetatieve overleving van watercrassula afhankelijk van tijdsduur en omstandigheden; - bij kwel of hoge grondwaterstand moeilijk of onmogelijk; - vermoedelijk geen effect op zaadbank; - mogelijk milderende maatregelen nodig voor kwetsbare flora en fauna; - langdurige afwezigheid van water heeft mogelijk gevolgen voor ecologisch netwerk en habitatbeschikbaarheid.

4.3.3 Lichtlimitatie door afdekken

De bedoeling van deze techniek is dat de planten na voldoende tijd te zijn afgedekt met een volledig licht-ondoorlatend materiaal door lichtlimitatie afsterven. Het afdekken wijzigt ook het bodemklimaat, wat rottingsprocessen kan bevorderen. Doorgaans wordt gebruik gemaakt van zwarte landbouwfolie (Thoonen & Willems 2018). De maatregel is relatief vaak in terrestrische omstandigheden (inclusief tijdelijk drooggelegde situaties) toegepast, meestal in combinatie met lokaal afplaggen of vlakdekkend afgraven. De resultaten lopen uiteen (Wilton-Jones 2005, Adriaens *et al.* 2010, van der Loop *et al.* 2018). Volgens EPPO (2007) zou afdekken gedurende minstens acht weken of bij voorkeur zes maanden kunnen volstaan om een kleine haard (1-20 m²) te verwijderen. Afdekken met folie wordt soms toegepast bij de bestrijding van submers groeiende invasieve exoten (Schooler 2008), maar dit is, voor zover bekend, nog niet het geval bij de bestrijding van watercrassula. Het meest werd dit benaderd bij het afdekken van een brede strook langs de oever, tot ruim onder het laagste waterpeil tot boven het niveau van het hoogste peil, in het Nederlandse Vossenbergrivier (Tilburg; Figuur 4.2). Na verloop van tijd groeide watercrassula op de delen van de folie waarop zich een dunne laag zand had afgezet en ook doorheen gaten die, wellicht door meeuwen, in de folie gemaakt werden (Figuur 4.3; Denys 2014). Niet alle type folies zijn even geschikt. Het materiaal mag geen licht doorlaten en moet tevens stevig en UV-bestendig genoeg zijn om scheuren of verduring te voorkomen. Het plaatsen en op zijn plaats houden van de folie is arbeidsintensief en veroorzaakt relatief veel verstoring (Robert *et al.* 2013). Alle groeiplaatsen moeten gedetecteerd worden en volledig afgedekt blijven, best met inbegrip van een ruime zone rondom de planten. Hoe lang de folie moet blijven liggen is onvoldoende gekend. Ook is nog niet gekend hoe lang de zaden van watercrassula daarbij kiemkrachtig blijven.

Voordelen	Nadelen/voorwaarden
- kleinschalige toepassing vrij makkelijk en vrij goedkoop; - beperkte impact op flora en fauna bij	- leidt zelden tot volledige eliminatie van watercrassula; - mogelijk geen effect op zaadbank; - folie blijft soms moeilijk op zijn plaats

Voordelen	Nadelen/voorwaarden
kleine oppervlakte.	(wind/ wisselende waterstanden); • kan visueel storend zijn; • moeilijk toepasbaar op een grotere oppervlakte, op onregelmatig terrein of bij aanwezigheid van bomen of struiken; • habitat onbeschikbaar voor andere flora en fauna; mogelijk milderende maatregelen voor kwetsbare fauna of flora nodig; • vervuiling indien folieresten achterblijven (ook residuen indien deze deels afbreekt door blootstelling aan de elementen).



Figuur 4.2 Zwarte folie op de oevers van het Oostelijk Vossenbergveld in Huis ter Heide (Tilburg, Nederland) (foto K. Scheers).

Voordelen	Nadelen/voorwaarden
• geen schadelijke residuen.	water; • leidt niet tot volledige verwijdering van watercrassula; • geen effect op zaadbank; • meer lichtbehoevende inheemse planten sterven eerst af; • zeer zelden toe te passen.



Figuur 4.4 Poging om watercrassula door lichtbeperking met een combinatie van zwarte en blauwe kleurstoffen te bestrijden in het Oostelijk Vossenbergrivier in 2013 (Huis ter Heide, Tilburg, Nederland) (foto K. Scheers).

4.3.5 Hittebehandeling

Onder verbranden verstaan we verschillende technieken waarbij hitte wordt gebruikt om de vegetatie te doden. Zowel vuur als heet water, stoom en warm schuim werden getest, maar geen van alle met succes (Bridge 2005, Bogaert 2013, van Kleef *et al.* 2016). Bij de heetwatermethode wordt water op zeer hoge temperatuur ($> 100\text{ }^{\circ}\text{C}$) onder druk met een spuitlans op de vegetatie gespoten (Delarue & Willem 2006). Hierbij wordt de vegetatie effectief blootgesteld aan temperaturen rond $97\text{ }^{\circ}\text{C}$, zodat de bovengrondse delen afsterven en ook de ondergrondse delen gedeeltelijk worden aangetast. Door het gebruik van een spuitlans zijn ook moeilijk behandelbare (reliëfrijke) zones te behandelen. Deze methode kan gecombineerd worden met Waipuna. Dit

////////////////////////////////////

product is gemaakt van plantaardige oliën (kokosnoot & maïs) en is biologisch afbreekbaar. Door het aanbrengen van Waipunaschuim wordt de celstructuur van de planten aangetast. Dit product heeft ten opzichte van klassieke herbiciden het voordeel dat de toepassing niet weersafhankelijk is; het kan aldus ook gebruikt worden bij vochtig en winderig weer. Het schuim kan zeer gericht gebruikt worden, zodat naburige vegetaties ontzien kunnen worden (Berwick 2009, Bridge 2005). De werkwijze werd in Groot-Brittannië reeds toegepast met een effectiviteit van 50 % (Bridge 2005). Bij “stomen” hanteert men hetzelfde principe als met heet water, maar maakt men gebruik van stoom. De resultaten zijn vergelijkbaar, maar de toepassing is moeilijker in meer reliëfrijke omstandigheden. De effectiviteit van deze technieken vermindert aanzienlijk doordat de ondergrondse delen (wortels en zaden) niet of niet in voldoende mate kunnen vernietigd worden. Bovendien zijn de standplaatsen vaak vochtig, wat een effectieve hittebehandeling bemoeilijkt (Packet *et al.* 2010).

Voordelen	Nadelen/voorwaarden
• behandeling van reliëfrijke zones mogelijk.	• leidt niet tot verwijdering van watercrassula; • toepassing beperkt tot kleinere oppervlakte; • niet selectief, alle aanwezige fauna wordt geëlimineerd; mogelijk zijn milderende maatregelen voor kwetsbare fauna of flora nodig.

4.4 MECHANISCHE MAATREGELEN

4.4.1 Maaien

Maaien heeft, voor zover bekend, nog nooit geleid tot eliminatie van watercrassula (van der Loop *et al.* 2018). Doorgaans leidt het tot een competitief voordeel voor watercrassula, omdat deze soort sneller aangroeit dan veel andere en stengeldelen worden rondgestrooid. Bij intensief maaibeheer vormt watercrassula een lage dichte mat waarin weinig plaats is voor andere planten. Daarnaast faciliteert maaibeheer veelal de verspreiding. Indien maaisel met watercrassula naar een andere plaats wordt vervoerd voor opslag of verwerking, dienen de nodige bioveiligheidsmaatregelen te worden genomen om besmetting van andere locaties te voorkomen.

Voordelen	Nadelen/voorwaarden
• sterke afname biomassa (evenwel van zeer korte duur).	• door snelle hergroei slechts zeer tijdelijk effect; • watercrassula blijft aanwezig; • maaien zorgt voor vegetatieve fragmenten, wat verspreiding faciliteert.

4.4.2 Manueel afgraven

Het manueel afgraven of plaggen van kleinere vlekken met watercrassula is zowel in Vlaanderen als elders meermaals toegepast met uiteenlopende resultaten (van der Loop *et al.* 2018), maar kan in een zeer vroeg stadium, of bij schaarse hergroei na meer omvangrijke eerdere bestrijdingsacties, effectief zijn. Dit is echter enkel het geval op een heel kleine oppervlakte (tot ongeveer 1 m²). Daarnaast is deze maatregel niet toepasbaar op geïnundeerde delen. Na zaadvorming daalt de kans op succes. Het is steeds erg belangrijk om bij het verwijderen van de planten een voldoende grote buffer rond de planten mee af te graven en voldoende diep (minstens 10 cm) te werken. Bij kleinere, verspreide vlekken watercrassula kan het een goede maatregel zijn, maar het succes is sterk afhankelijk van de diepte tot waarop kan worden geplagd en beperkende factoren, zoals overige begroeiing en bodemtype (Adriaens *et al.* 2010, Delbart *et al.* 2013). Het afgegraven materiaal dient bioveilig en correct afgevoerd te worden (nauwkeurig werken, niet morsen), bijvoorbeeld door het diep te begraven.

Voordelen	Nadelen/voorwaarden
● kleinschalig en gericht; ● grotere kans op succes; ● door niet-gespecialiseerd personeel uit te voeren, zonder grote ingrepen of bijzonder materiaal.	● verdere opvolging en nazorg noodzakelijk; ● alle groeiplaatsen zijn zo snel mogelijk te detecteren en te behandelen.

4.4.3 Machinaal afgraven

Machinaal afgraven met behulp van een graafmachine kan, net als manueel afgraven (zie 4.4.2), bij kleinere, lokale besmettingen succesvol zijn. Op grotere schaal is deze methode met uiteenlopende resultaten toegepast (van der Loop *et al.* 2018) (Figuur 4.5). In enkele grote, geheel door watercrassula begroeide wateren, die systematisch werden afgegraven, werd op korte termijn geen hergroei vastgesteld (van de Loo *et al.* 2020). Het succes is sterk afhankelijk van de mate waarin secuur kan gewerkt worden, wat bij gebruik van machines een heuse uitdaging is. Als watercrassula in het water aanwezig is dient de plas eerst te worden drooggelegd. Compenserende maatregelen m.b.t kwetsbare flora en fauna kunnen nodig zijn (zie ook 5.6.5). Dit is een win-win-maatregel indien het een nutriëntenrijke bodem betreft die men wenst te verarmen, of als men pioniervegetaties een nieuwe kans wenst te geven.

Voordelen	Nadelen/voorwaarden
• bij correcte uitvoering en voldoende nazorg relatief hoge kans op succes; • mogelijk secundaire natuurwinst (nutriëntenarmere bodem, terugzetten naar vroeg successiestadium).	• kostenplaatje afhankelijk van oppervlakte en omstandigheden; • professionele inzet nodig; • droogleggen meestal nodig; • toezicht op de uitvoering veelal nodig; • nazorg en opvolging blijven noodzakelijk; • mogelijk milderende maatregelen m.b.t. kwetsbare flora en fauna nodig; • naakte bodem na werkzaamheden is gevoelig voor nieuwe kolonisatie van

Voordelen	Nadelen/voorwaarden
	watercrassula.



Figuur 4.5 Afgegraven van nat terrein en venoever in het natuurgebied Huis ter Heide (Tilburg, Nederland) (foto J. van Valkenburg).

4.4.4 Dempen

Het volledig dempen van poelen of plassen is de enige maatregel die quasi met zekerheid toereikend is (van der Loop *et al.* 2018). Vaak is het een laatste redmiddel nadat andere maatregelen niet het beoogde resultaat opleverden (Boute 2013). Deze methode resulteert in het verdwijnen van de habitat en is doorgaans vergunningsplichtig². Het verlies kan in de meeste gevallen worden opgevangen door de aanleg van nieuw habitat. Ook andere milderende maatregelen, zoals translocatie, kunnen nodig zijn m.b.t. kwetsbare flora en fauna (zie ook 5.6.5).

Voordelen	Nadelen/voorwaarden
• verwijdering van watercrassula vrijwel	• aanwezig (semi-)aquatische habitat

² Omzendbrief LNW/98/01 betreffende algemene maatregelen inzake natuurbehoud en wat de voorwaarden voor het wijzigen van vegetatie en klein landschapselementen betreft volgens het besluit van de Vlaamse regering van 23 juli 1998 tot vaststelling van nadere regels ter uitvoering van het decreet van 21 oktober 1997 betreffende het natuurbehoud en het natuurlijk milieu (10/11/1998).

Voordelen	Nadelen/voorwaarden
zeker; • kosten relatief beperkt.	verdwijnt; • mogelijk milderende maatregelen nodig, zowel voor habitat als kwetsbare fauna en flora; • vergunningsplichtig.

4.5 SYSTEEMMAATREGELEN

Recent onderzoek in Nederland heeft aangetoond dat watercrassula door stikstoflimitatie en concurrentie met inheemse soorten, zoals oeverkruid (*Littorella uniflora*), moeilijk een dominante bedekking verkrijgt in zeer voedselarme, ongestoorde situaties (van Kleef *et al.* 2017). Ook experimenteel onderzoek wijst in deze richting (Brouwer *et al.* 2019). Bij (zeer) voedselarme vennen kan het vermijden van verstoring de kolonisatie en groei van watercrassula tegengaan, maar in andere milieus is dit vooralsnog niet aangetoond.

Het bekomen van stikstoflimitatie is bij de huidige atmosferische depositiewaarden lang niet overal vanzelfsprekend. Toch is het inzetten op een goede milieukwaliteit ook in de exotenproblematiek een prioritaire maatregel. Het terugschroeven van verhoogde nutriënteninput (stikstof of fosfor) in een systeem via grond- en oppervlaktewater en/of depositie en van vermessing door watervogels of andere dieren, dient meegenomen te worden in elke actie. Behalve op nutriëntenlimitatie kan ingezet worden op concurrentie voor plaats. Watercrassula is een zeer succesvolle kolonist van naakte bodem, maar vestigt zich moeilijk in een gesloten vegetatie van bodembedekkende soorten. Het versnellen van successie op vochtige naakte bodem, zoals oevers van nieuw gegraven of vergraven wateren of natte depressies, verkort het tijdvenster waarin watercrassula makkelijk zijn intrede doet en vermindert de kans op kolonisatie. Successie versnellen gebeurt in de eerste plaats door actief inzaaien of beplanten van naakte bodem met inheemse soorten. Van een spontane vegetatieontwikkeling is dan echter geen sprake meer, wat bij natuurherstel lang niet altijd gewenst is. Het vermijden van begrazing door uitrasteren is soms nodig om de successie niet te belemmeren.

Het is niet uitgesloten dat een beperkte verlaging van de grondwaterstand tot 10 tot 20 cm op afgegraven terrein de groei van watercrassula dermate kan beperken dat inheemse soorten met een groter wortelstelsel hier voldoende voordeel mee doen om de beschikbare niche eerst in te vullen, zodat vestiging minder waarschijnlijk wordt (Brouwer *et al.* 2017).

Voordelen	Nadelen/voorwaarden
• lagere kans op kolonisatie of dominantie; • gunstig voor inheemse flora en fauna.	• toepassing beperkt tot sommige situaties; • geen spontane vegetatie-ontwikkeling bij inzaaien of uitplanten.

4.6 ISOLEREN

4.6.1 Uitrasteren

Volgens Wicks (2004) is begrazing een belangrijke vector in de verspreiding van watercrassula. Plantfragmenten en zaden blijven gemakkelijk aan de poten en in de vacht van deze dieren hangen en worden zo naar elders getransporteerd. Daarbovenop blijkt begrazing de abundantie en dominantie van watercrassula in de hand te werken (Dean *et al.* 2015). Wanneer een poel of perceel besmet is met watercrassula, is het daarom beter om deze tot minstens 1 meter buiten de hoge oever, resp. omtrek, uit te rasteren, om het contact met grote grazers te verhinderen.

Voordelen	Nadelen/voorwaarden
• vermijdt verdere verspreiding door grote grazers; • makkelijk en goedkoop.	• poel is niet langer beschikbaar als drinkplaats voor grote grazers; • door het wegvallen van begrazing versnelt de successie.

4.6.2 Watervogels vermijden

Vermoedelijk zijn watervogels, vooral ganzen, naast de mens de belangrijkste verspreiders van watercrassula over grotere afstand (Denys *et al.* 2014a, van Kleef *et al.* 2017). Nieuw gegraven plassen en heringerichte oevers zijn vaak erg aantrekkelijk voor watervogels en deze kunnen tevens de omstandigheden voor kolonisatie door watercrassula bevorderen. Nabijheid van (mais)akkers en grasland dat als fourageergebied gebruikt kan worden, voor predatoren minder toegankelijke delen, zoals eilandjes en bijvoeren kunnen tot grotere aantallen ganzen en eenden leiden. Watervogels zijn echter een zeer moeilijk te controleren vector. De beste mogelijkheid bestaat uit het voor hen onaantrekkelijk maken van oevers en waterpartijen door inrichting of (regelmatige) verstoring. Een andere mogelijkheid is het spannen van draden boven sterk invasiegevoelige delen (zoals recent vergraven of heringerichte oevers), zodat ganzen en andere grotere vogels hier niet kunnen landen (zie 5.4.3, Figuur 4.6). De effectiviteit van deze maatregel is echter nog niet degelijk onderzocht en doordat ganzen en andere watervogels ook rechtstreeks op het water kunnen landen is het effect bij grotere plassen vermoedelijk beperkt.

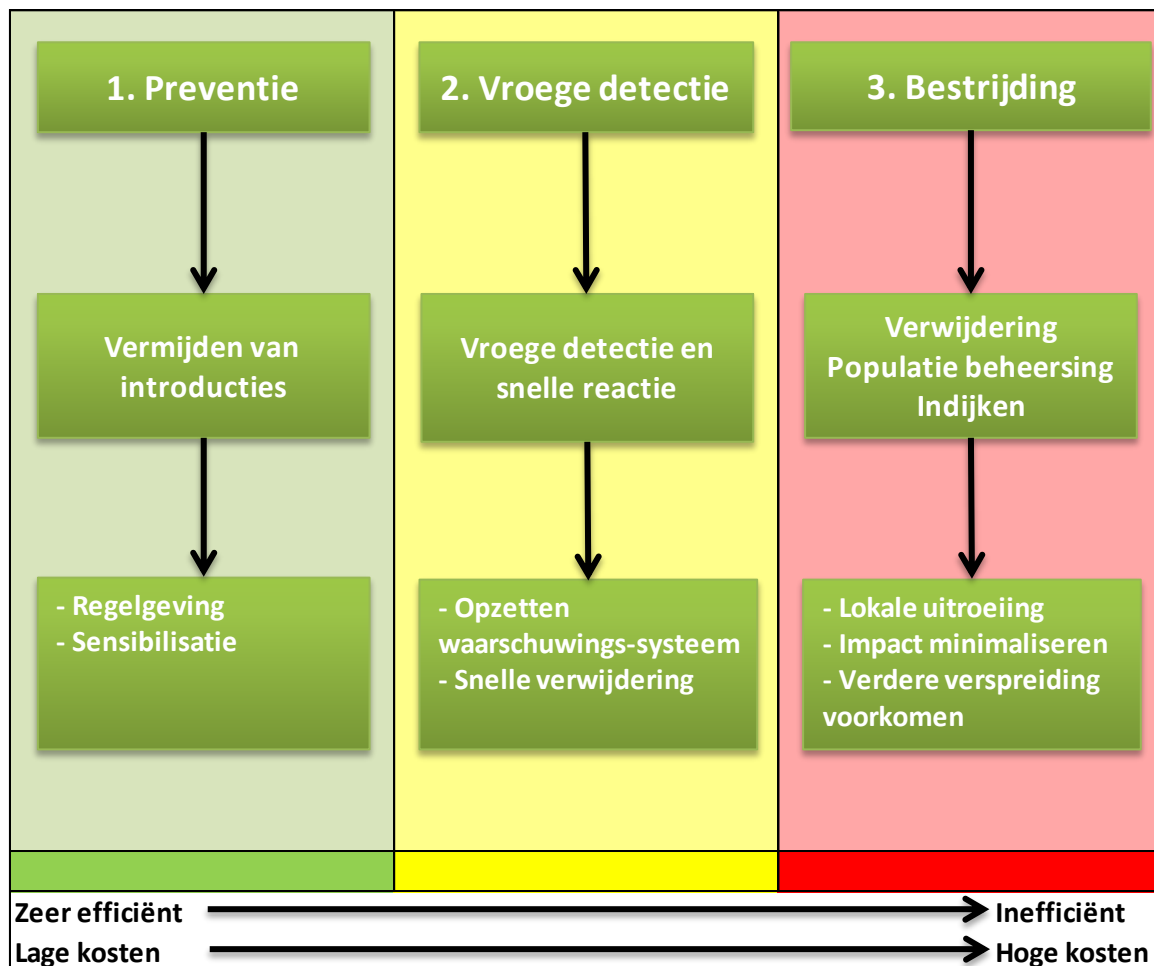
Voordelen	Nadelen/voorwaarden
• kleinere kans op kolonisatie; • versnelde successie.	• lang niet overal te implementeren; • effectiviteit niet goed gekend; • esthetisch onaantrekkelijk, negatief voor natuurbeleving en sommige vogelsoorten; • versnelde successie.

5 BESTRIJDING VAN WATERCRASSULA IN VLAANDEREN

5.1 DRIETRAPSAANPAK VOOR INVASIEVE SOORTEN

De voornaamste doelstelling bij het beleid rond invasieve niet-inheemse soorten is “de negatieve impact op de inheemse biodiversiteit, of op haar vermogen om in de menselijke behoeften te voorzien, te minimaliseren” (Adriaens *et al.* 2015). Om dit te bereiken zijn er drie subdoelen gesteld (Adriaens *et al.* 2015; Figuur 5.1), waar verschillende maatregelen in kunnen worden ondergebracht:

- preventie;
- vroege detectie en snelle verwijdering;
- populatiebeheersing.



Figuur 5.1 Drietrapsaanpak van invasieve exoten (naar Adriaens *et al.* 2015).

Voor invasieve uitheemse soorten wordt aangenomen dat het vermijden van introducties door sensibilisering en wetgeving steeds het meest efficiënt is, gevolgd door vroege detectie ('early warning') en het zo snel mogelijk verwijderen (Adriaens *et al.* 2015; zie 5.5). Populatiebeheersing en het vermijden van verdere verspreiding van de soort vormen de laatste stap in de keten. Ze zijn enkel van toepassing als de voorgaande subdoelen niet meer haalbaar zijn. Onder populatiebeheersing valt

ook de lokale eliminatie. Deze aanpak, bedoeld als basis voor een nationale of regionale strategie, kan naar het beheer van individuele groeiplaatsen worden vertaald.

5.2 BESLISSINGSSCHEMA VOOR BEHEERDERS

Voor een geslaagd regionaal beleid rond invasieve exoten is het van groot belang dat er een consequente implementatie gebeurt in heel Vlaanderen. Voor watercrassula is eliminatie op Vlaams niveau helaas niet meer mogelijk. Door gerichte en consequente bestrijding is het wellicht nog wel mogelijk om deze soort in bepaalde regio's te elimineren en op andere locaties voldoende in te dijken, zodat verdere verspreiding of impact op gevoelige vegetaties (zie 2.9) kan worden beperkt. Figuur 5.2 geeft een beslissingsschema dat terreinbeherende instanties kan helpen bij het opstellen van een strategie ter bestrijding van watercrassula. Dit schema is toepasbaar op het niveau van een al dan niet geïnfecteerde site, doorgaans een waterlichaam, meerdere met elkaar verbonden waterlichamen, of een natte depressie – verder betiteld als het ‘perceel’ – en niet op gebiedsniveau. In het laatste geval dient het schema voor elk perceel afzonderlijk te worden doorlopen. De terreinbeheerder dient zelf een keuze te maken tussen de verschillende maatregelen als de oppervlakte van het perceel waarin watercrassula aanwezig is meer dan 1 m² bedraagt (1-100 m² en >100 m²). Bij het maken van die keuze kunnen verschillende criteria, in meerdere of mindere mate, in rekening worden gebracht (zie ook Booy *et al.* 2017):

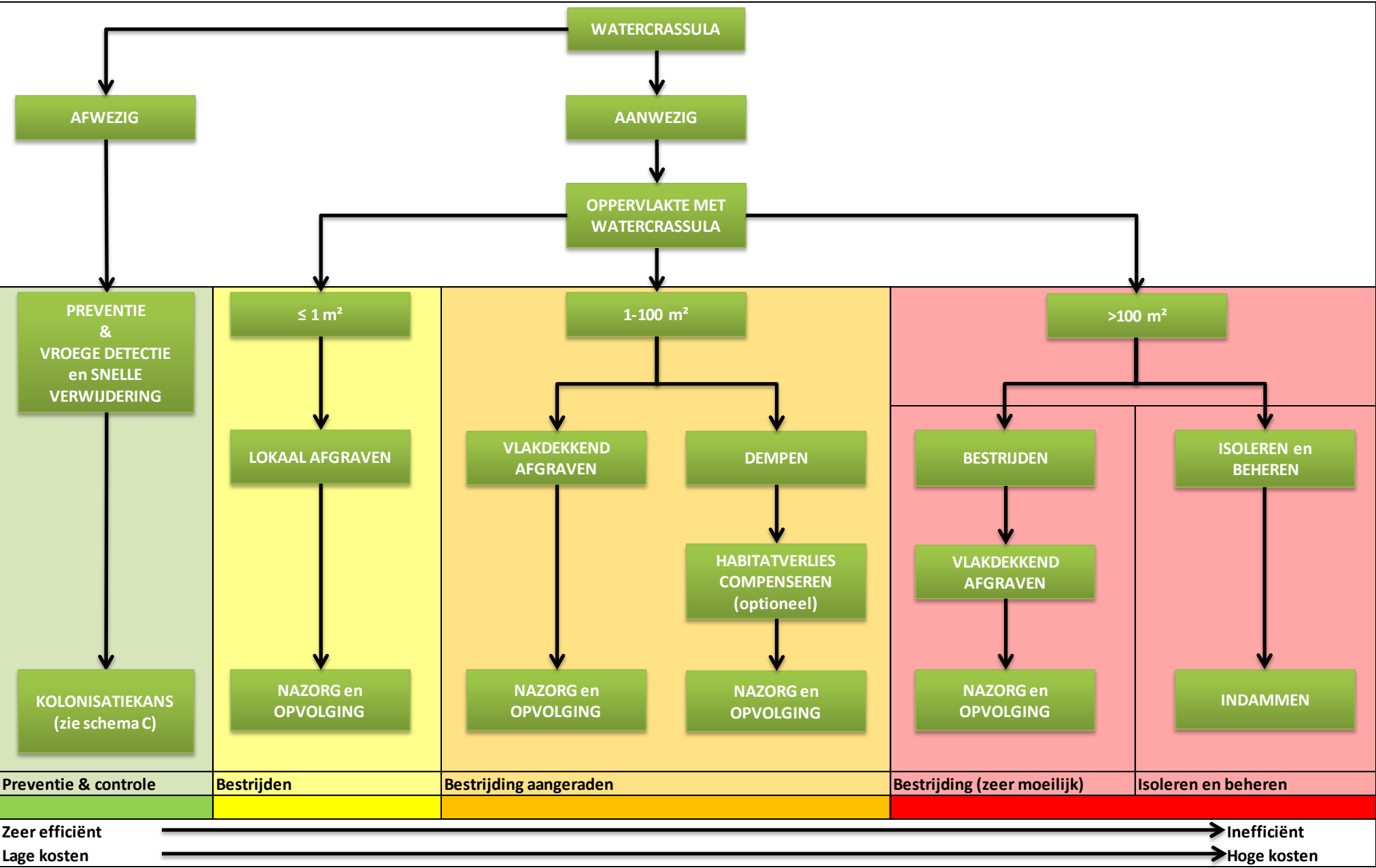
- financiële middelen;
- functie of aard van het waterlichaam (bijvoorbeeld: wateropvangbekken, watervoerende gracht, ...);
- knelpunten voor bestrijding (bijvoorbeeld: onmogelijk om droog te leggen);
- hoe lang watercrassula al aanwezig is (m.b.t. waarschijnlijkheid dat er reeds zaden in de bodem aanwezig zijn);
- finale doelstelling (uitroeijing, beheersing, indammen);
- aanwezigheid van zeldzame of beschermde soorten of vegetatietypen;
- nabijheid van andere locaties die gevoelig zijn voor kolonisatie van watercrassula;
- draagvlak voor de maatregelen;
- kans op nieuwe kolonisatie nadat de mogelijke maatregelen zijn genomen (zie 5.3).

Het invoeren van het advies van (ervarings)deskundigen kan hierbij nodig zijn.

De verschillende stappen uit het schema zijn uitgebreid beschreven in volgende paragrafen:

- 5.3 Kolonisatiekansen;
- 5.4 Preventie;
- 5.5 Vroege detectie en snelle verwijdering;
- 5.6 Maatregelen;
- 5.7 Nazorg en opvolging.

•



Figuur 5.2 Beslissingsschema voor beheerders (op perceelsniveau, zie tekst).

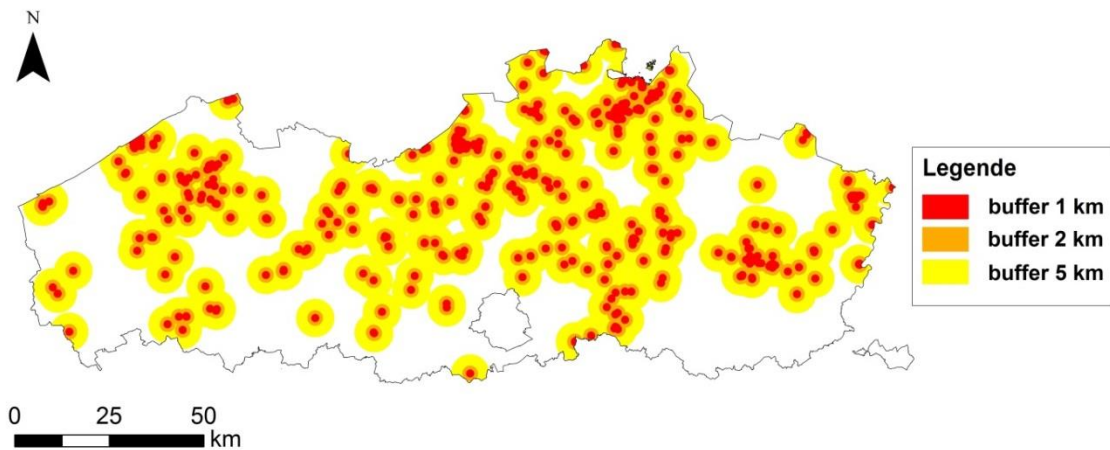
5.3 KOLONISATIEKANS

In een analyse van de kolonisatiekans wordt er gekeken hoe groot de kans is dat watercrassula een perceel kan koloniseren, of een perceel opnieuw zal koloniseren, nadat er maatregelen werden genomen. Dit gebeurt op een semi-kwantitatieve manier. De inschatting is steeds een momentopname. Ook voorafgaand aan werkzaamheden in of aan een bestaand waterlichaam, bij de aanleg van een nieuwe poel, of bij het vergraven van natte terreinen, is een analyse van de kolonisatiekans aangeraden. De uitkomst kan achteraf geëvalueerd worden. Indien de kolonisatiekans (erg) hoog blijkt te zijn, moet er bekeken worden of de werkzaamheden wel strikt nodig zijn (kosten/baten) en zeker hoe eventuele vestiging kan worden vermeden. Daarnaast is de analyse een hulpmiddel om te beslissen of er op een perceel al dan niet wordt overgegaan tot bestrijding. Als de kans op herhaalde kolonisatie erg hoog is, kan er worden gekozen om niet te bestrijden, maar veeleer om de aanwezige populatie in te dammen (isoleren), om verdere verspreiding te voorkomen (zie 5.6.6). De analyse van de kolonisatiekans wordt tevens gebruikt om te bepalen wat het beste prospectie-interval zal zijn voor snelle detectie (zie 5.5) en na eventuele bestrijdingswerken (zie 5.7).

Hierbij worden vier criteria gebruikt. Het ene criterium weegt zwaarder door dan het andere en de totaalscore, op een schaal van 0 tot 12, indiceert ruwweg de kans dat watercrassula op het perceel zal opduiken. De totaalscore wordt als volgt opgevat:

- 0 kolonisatiekans laag;
- 1 - 3 beperkte waarschijnlijkheid;
- 4 - 6 vrij hoge waarschijnlijkheid;
- 7 - 12 nieuwe vestiging zeer waarschijnlijk.

Het eerste criterium is de aanwezigheid van watercrassula in een straal van twee kilometer rond het perceel. Deze radius is gebaseerd op onderzoek in Noord-Brabant (Nederland) waar werd berekend dat watercrassula zich gemiddeld 1,5 km per jaar verspreidt (van Kleef *et al.* 2016; zie 2.7.4) en nemen we uit voorzorg iets ruimer. Watercrassula kan zich zowel over korte afstand over land (bijvoorbeeld via grazers of wandelaars) verspreiden, als over lange afstand (bijvoorbeeld met watervogels). Deze snelheid is geen absoluut getal en wellicht sterk afhankelijk van situatie en ruimtelijke context. Niettemin kan verwacht worden dat percelen die dicht bij een groeiplaats van watercrassula gelegen zijn, een grotere kans zullen hebben om gekoloniseerd te worden, omdat watercrassulapropagulen via meerdere dispersieroutes en/of in grotere getale kunnen worden aangevoerd (de zgn. ‘propagule pressure’ zal groter zijn). Figuur 5.3 toont een kaart van Vlaanderen met de gekende groeiplaatsen met watercrassula en hun buffers van respectievelijk 1, 2 en 5 km. De kolonisatiekans wordt groter naarmate de buffer kleiner is. Voor het bepalen van de actuele aanwezigheid van watercrassula kan het digitale dataportaal www.waarnemingen.be worden geraadpleegd.



Figuur 5.3 Kaart van Vlaanderen met buffers van verschillende grootte rondom de gekende groeiplaatsen van watercrassula (01/2020).

Het tweede criterium is de aanwezigheid van onbegroeide, minerale bodem. Dit kan in verschillende situaties, zoals bij nieuw-gegraven poelen, op vergraven of geplagde oevers, bij droogvallende oeverdelen, maar ook op door grazers of wild vertrapte oevers. Hierbij wordt niet enkel gekeken naar de actuele situatie, maar ook naar deze in de nabije toekomst (bijvoorbeeld na uitvoering van de geplande werkzaamheden).

Het derde criterium is de regelmatige aanwezigheid van ganzen. Ganzen worden meer aangetrokken door grotere wateren met voldoende rust, gelegen in een open landschap, maar zullen in poelen en kleinere plassen in een bosrijke omgeving (Figuur 5.4) minder vlug een rol spelen in de verspreiding van watercrassula.



Figuur 5.4 Nieuwe poel in het Polygoonbos (West-Vlaanderen). De poel is ver verwijderd van andere percelen met watercrassula en niet aantrekkelijk voor ganzen. Door de onbegroeide, minerale bodem en de ligging langs een wandelpad is er toch een verhoogde kans op vestiging (score 4) en is een goede opvolging wenselijk (foto K. Scheers).

////////////////////////////////////

Het vierde criterium is de toegankelijkheid voor het publiek. Opzettelijk verspreiden van gebiedsvreemd plantenmateriaal, dumpen van plantenafval uit tuinvijvers, of onbewuste verspreiding via schoeisel, zijn vermoedelijk een belangrijke bron van nieuwe populaties (Leach & Dawson 1999). Een perceel gelegen langs een wandelpad of weg heeft hierdoor een grotere kans om gekoloniseerd te worden door watercrassula, dan een perceel in een niet toegankelijk (deel-)gebied.

Het vijfde en laatste criterium is de uitvoering van recurrente monitorings- of onderzoeksactiviteiten op, of vlak naast, de groeiplaats van watercrassula. Hoewel onderzoekers worden geacht zich ten volle aan de bioveiligheidsmaatregelen (zie 5.4.2) te houden, is het nooit geheel uit te sluiten dat watercrassula getransporteerd wordt via schoeisel of materiaal tijdens onderzoeksactiviteiten. Als recurrent wordt verstaan dat de activiteit vrijwel maandelijks gebeurt op dezelfde plaats. Onderzoeksactiviteiten waarbij de groeiplaats slechts sporadisch wordt bezocht, worden hier niet onder gerekend.

Figuur 5.5 geeft de procedure schematisch weer.

Criterium		Nee	Ja
1	Is er watercrassula aanwezig in een straal van 2 km?	0	4
2	Is er open minerale bodem aanwezig, of zal dit binnenkort zo zijn?	0	3
3	Zijn er regelmatig ganzen aanwezig?	0	2
4	Ligt de locatie langs een publiek toegankelijk pad of weg?	0	2
5	Is er recurrente monitoring op of vlak naast de groeiplaats?	0	1
Kolonisatiekansen (som van bekomen scores)		= .. /12	
0 = kolonisatiekansen laag		1-3 = kolonisatiekansen beperkt	4-6 = kolonisatiekansen verhoogd
7-12 = kolonisatiekansen hoog			
Preventieve controle: Bij voorkeur jaarlijks. Na verwijdering van watercrassula: Zowel direct na als een maand na uitvoering van werkzaamheden en minimaal 2 x het volgende jaar.	Preventieve controle: Bij voorkeur jaarlijks, extra aandacht na werkzaamheden. Na verwijdering van watercrassula: Zowel direct na als een maand na uitvoering van werkzaamheden en minimaal 2 x het volgende jaar.	Preventieve controle: 2x per jaar, extra aandacht na werkzaamheden. Na verwijdering van watercrassula: Zowel direct na als een maand na uitvoering van werkzaamheden en minimaal 2 x het volgende jaar.	Preventieve controle: 2x per jaar, extra aandacht na werkzaamheden. Na verwijdering van watercrassula: Zowel direct na als een maand na uitvoering van werkzaamheden en minimaal 2 x het volgende jaar.

Figuur 5.5 Criteria voor het inschatten van de kolonisatiekansen en aanbevolen prospectiefrequentie.

Communicatie kan zowel in algemene zin over invasieve soorten gebeuren (campagnes, brochures, sociale media,...), als zeer gericht, in bepaalde situaties en met betrekking tot specifieke soorten (waarschuwborden met tekst en uitleg, excursiebegeleiding, infosessies voor beheerders en terreingebruikers, in gesprek met bezoekers,...).

Goede communicatie op verschillende vlakken draagt in grote mate bij aan het voorkomen van introducties en aan begrip bij bestrijding van invasieve soorten. Ze is bovendien cruciaal in het kunnen nemen van de gepaste bioveiligheidsmaatregelen. Besmette zones worden bij voorkeur aangeduid op het veld, waarbij niet alleen informatie wordt aangeboden maar bovendien een lijst kan worden opgemaakt van wat kan en niet kan (5.4.2).

5.4.2 Bioveiligheid

Bioveiligheid in deze context omvat alle activiteiten die gericht zijn op het voorkomen van verdere verspreiding van invasieve uitheemse soorten. Ook maatregelen die getroffen worden tijdens bestrijdingsacties vallen hieronder.

Bioveiligheid maakt integraal deel uit van de beheerproblematiek van invasieve exoten en bioveiligheidsmaatregelen zijn een belangrijk instrument om nieuwe introducties en verdere verspreiding te beperken, of zelfs geheel te voorkomen (Adriaens *et al.* 2018). Hoewel er soortspecifieke maatregelen bestaan, zijn de meeste bioveiligheidsmaatregelen generiek voor veel invasieve plantensoorten. Het toepassen van deze maatregelen minimaliseert bijgevolg de kans op vestiging en verspreiding van een breed scala aan invasieve soorten. Door routinematige toepassing kunnen veel problemen vermeden worden. Daarvoor dienen de maatregelen consistent te worden toegepast door iedereen die percelen of gebieden met invasieve soorten bezoekt, van wandelaars tot beheerders, aannemers tot onderzoekers.

Bij betreding van besmette percelen met watercrassula zijn de volgende maatregelen van toepassing:

- betreding (ook door honden en paarden) van percelen met watercrassula vermijden of deze als laatste bezoeken indien meerdere plaatsen dienen bezocht te worden;
- na het betreden van een perceel met watercrassula schoeisel, eventueel kleding en materiaal, grondig reinigen op een veilige plaats (een droge, al dan niet verharde, locatie, weg van (semi-)aquatische habitats), om propagulen te verwijderen, dit bij voorkeur door overvloedig te spoelen met water en gebruik te maken van een borstel, gevolgd door visueel nazicht;
- apart veldmateriaal (netten, fuiken, ...) gebruiken voor percelen met watercrassula of minimaal 1 uur onderdompelen met warm water van 45°C³ waarna het materiaal een dag moet drogen (Anderson *et al.* 2015).

Verder zijn bij het **beheer en de inrichting van percelen** met watercrassula de volgende maatregelen van toepassing:

³ Bij hogere temperatuur kan een kortere duur volstaan. Volgens Shannon *et al.* (2018) is bij water van 50°C minimaal 5 minuten nodig.

- aangevoerd materieel en machines dienen vooraf gereinigd te zijn en vrij te zijn van watercrassula vooraleer ze in gebruik worden genomen;
- beheer van percelen met watercrassula scheiden van deze zonder;
- beheer (maaïen, ...) met gebruik van machines op percelen met watercrassula, dient vermeden te worden;
- rijbewegingen op besmette percelen dienen vermeden worden;
- na werkzaamheden op een perceel met watercrassula moet al het materiaal grondig worden gereinigd en geïnspecteerd op achterblijvende propagulen;
- bij graafwerken (bijvoorbeeld bestrijding) op percelen met watercrassula moet morsen met grond worden vermeden;
- aangevoerde grond mag niet afkomstig zijn van een perceel met watercrassula.

Wanneer grondwerken worden uitgevoerd **door een derde partij** dienen dezelfde bioveiligheidsmaatregelen te worden **opgenomen in het bestek**. Daarbij is het belangrijk om de derde partij op de hoogte te brengen van de locaties met watercrassula door het toevoegen van een gedetailleerd plan en aanduidingen op het veld. De afspraken hieromtrent dienen bij aanvang van de werken op het veld besproken te worden. Bij voorkeur wordt de naleving hiervan nauwlettend opgevolgd.

Boveiligheid is eveneens niet te vergeten in het kader van ‘conservation rescue’, waarbij planten of dieren overgebracht worden naar vijvers, bewaarbekkens of serres bij het uitvoeren van ingrijpende werken en dit zowel wanneer deze worden verwijderd, als wanneer ze terug worden geplaatst.

5.4.3 Controle van introductieroutes

Het identificeren, controleren en/of elimineren van de mogelijke introductieroutes (route waarlangs een invasieve soort het gebied/perceel kan bereiken) is van belang voor de preventie van nieuwe vestigingen (Adriaens *et al.* 2015, 2018). Voor watercrassula zijn met name watervogels (in hoofdzaak ganzen), grazers en mensen te viseren. Ook wissels van groter wild verdienen aandacht. Percelen die regelmatig bezocht worden door ganzen, of mensen, hebben een grotere kans om gekoloniseerd te worden, dan locaties die onaantrekkelijk zijn voor ganzen, of afgesloten zijn voor het publiek. Indien men deze introductieroutes kan elimineren of minimaliseren voor invasiegevoelige percelen kan de kans op vestiging worden verlaagd.

5.5 VROEGE DETECTIE EN SNELLE VERWIJDERING

Vroege detectie is de beste garantie om invasieve exoten kostenefficiënt te kunnen bestrijden (Adriaens *et al.* 2017). Wanneer nieuwe populaties van watercrassula in een vroeg stadium worden gedetecteerd moet er snel (bij voorkeur voor de bloei of vegetatieve verspreiding) worden ingegrepen. Manuele bestrijding is dan relatief gemakkelijk en heeft een zeer hoge succesgraad. Deze bestrijding kan door de lokale beheerder gebeuren en heeft een lage kost.

Om vroege detectie te verzekeren is screening en monitoring noodzakelijk. Het is ten sterkste aangeraden om oeverzones, vooral waar naakte bodem aanwezig is, jaarlijks te controleren op aanwezigheid van watercrassula. Hoewel watercrassula het jaar rond aanwezig is en

- ### 5.6.2 Vlakdekkend afgraven

⁵ De kleinezaden kunnen door inspoeling en allerlei vormen van bodemverstoring (bioturbatie, betreding) in diepere bodemhorizonten terecht komen. In bepaalde situaties kan mogelijk tot op een iets geringere diepte worden afgegraven, maar dit dient proefondervindelijk ter plaatse te worden nagegaan.

Aandachtspunten:

- Op korte termijn heeft de maatregel een negatief effect op de aanwezige vegetatie en fauna.
- Bij grotere percelen kan de kostprijs erg hoog zijn.
- Wanneer vegetatieve fragmenten of zaden van watercrassula aanwezig blijven, kan hergroei snel optreden; in dit geval hangt het succes af van de nazorg.
- Na het afgraven ontstaat een pionierssituatie waarin watercrassula zich gemakkelijk kan vestigen.
- Vaak vergunningsplichtig.

Optionele maatregelen

- Versnellen van successie door het inplanten of inzaaien van inheemse planten, om zo de beschikbare niche voor watercrassula te verkleinen.
- Aanbrengen van nieuwe grond op de afgegraven oppervlakte om het profiel te herstellen. Dit gebeurt met een zorgvuldig gereinigde of andere machine om besmetting te voorkomen.
- Beperken van mogelijke introductie door ganzen of grote grazers door de behandelde oppervlakte (al dan niet tijdelijk) uit te rasteren of draden te spannen.
- In veiligheid brengen en herintroduceren van bijzondere of beschermde soorten.

5.6.3 Dempfen

Hierbij wordt de gehele plas of depressie opgevuld met grond en verdwijnt het beschikbare habitat definitief. Het dempen van een perceel is de enige maatregel waarbij de eliminatie van watercrassula nagenoeg geheel zeker is. Enkel in moerassige situaties bestaat de kans dat watercrassula aanwezig blijft. Deze kans kan beperkt worden door het correct opvolgen van de werkwijze, nazorg en bioveiligheidsmaatregelen. Deze methode is in Vlaanderen al meermaals toegepast (Roomacker, Tielrode; Beisbroek, Brugge) en dit bleek tot dusver steeds succesvol te zijn. Het dempen gebeurt met een graafmachine. Bij voorkeur heeft die een arm die tot in het midden van het perceel kan reiken, zodat andere besmette zones niet worden bereiden en rijbewegingen beperkt blijven. Op deze manier blijft ook de machine (met uitzondering van de graafbak) grotendeels vrij van watercrassula en is het gemakkelijker om aan alle bioveiligheidsmaatregelen te voldoen. Bij grotere wateren is dit uiteraard niet altijd mogelijk en dienen machines achteraf grondig te worden gereinigd. Het gebruik van rijplaten is ook een mogelijkheid om het contact tussen de machine en watercrassula te vermijden. Achteraf dienen deze dan wel grondig te worden gereinigd. Gezien deze maatregel zeer destructief is voor zowel het habitat als voor de aanwezige fauna en flora dient de impact hierop nagegaan te worden. Er kan een plan van aanpak worden voorzien om eventuele kwetsbare fauna of flora te verwijderen en elders onder te brengen. Indien mogelijk kan ter compensatie vlakbij een nieuw waterlichaam worden gegraven. De vrijgekomen grond kan gebruikt worden om de besmette site te dempen. Indien er bepaalde zeldzame of beschermde plant- of diersoorten

Werkwijze

- Aandachtspunten:

- ## Optionele maatregelen

- Na het uitvoeren van de werkzaamheden kan de locatie worden uitgerasterd, zodat de kans op verspreiding van eventueel nog resterende plantendelen of zaden wordt verkleind.
- Het habitatverlies als gevolg van het dempen van de groeiplaats kan gemilderd worden door elders nieuw habitat aan te leggen (zie 5.6.5). De hierbij uitgegraven grond kan bij het dempen gebruikt worden. Het is van groot belang om maatregelen te nemen om besmetting van de nieuwe habitat te voorkomen.
- In veiligheid brengen van bijzondere of beschermde soorten.

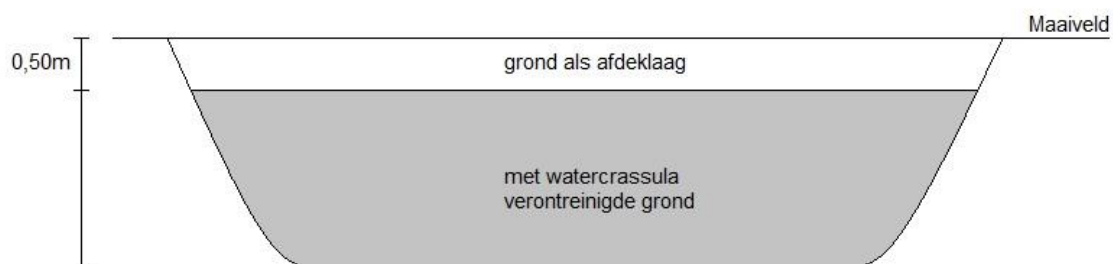
BOX 2

Wegvangen en translocatie van biota in een te dempen poel

Een locatie met watercrassula kan nog steeds een thuis vormen voor zeldzame of beschermde soorten zoals planten, amfibieën of bepaalde macro-invertebraten. Een poel dempen ten behoeve van de bestrijding van invasieve planten kan in bepaalde gevallen extra maatregelen met zich meebrengen om de aanwezige fauna of flora te beschermen. Het verplaatsen of wegvangen en uitzetten op een andere, geschikte, locatie is hierbij doorgaans de meest gebruikte optie (translocatie), maar ook het tijdelijk onderbrengen in cultuur, of het dempen van het aquatische habitat in een seizoen dat de desbetreffende soorten (bijvoorbeeld amfibieën) er niet aanwezig zijn, zoals in de winter of na droogval, is mogelijk. Voor translocatie is echter een afwijking van het soortenbesluit nodig. Voor inheemse soorten is hiervoor een wettelijk kader voorzien in het soortenbesluit (artikel 21). Bij translocatie van dieren afkomstig uit een locatie met watercrassula (of een andere invasieve uitheemse soort) is het van cruciaal belang dat er geen zaden of vegetatieve fragmenten meeliften naar de nieuwe locatie. Hiertoe is het belangrijk dat alle bioveiligheidsmaatregelen (zie 5.4.2) strikt worden gevolgd en dat ook het plantenmateriaal en de dieren in kwestie grondig worden geïnspecteerd. IUCN/SSC (2013) geeft richtlijnen rond herintroducties en translocaties, wat een goede leidraad biedt bij beslissingen hierover en voor de praktische uitvoering.

5.6.4 Behandeling van met watercrassula gecontamineerde grond

Het verzetten van grond die gecontamineerd is met zaden of vegetatieve fragmenten van invasieve planten is in Vlaanderen momenteel niet wettelijk gereguleerd. Afgegraven grond besmet met watercrassula mag officieel, indien er geen andere verontreiniging is, vrij hergebruikt worden. Hergebruik van grond besmet met watercrassula is echter ten sterkste af te raden in, of in de nabijheid van aquatische milieus, of op vochtige locaties, om verdere verspreiding tegen te gaan. Afgegraven materiaal kan best worden begraven. Hierbij wordt de grond in een kuil gestort en afgedekt met minstens 0,5 meter geschikte grond die vrij dient te zijn van watercrassula (Figuur 5.6). Omzichtigheid is geboden om geen grond te morsen. De plaats waar dit gebeurt is, moet geregistreerd en in het veld duidelijk en permanent aangegeven worden, zodat deze grond in de komende jaren niet meer wordt vergraven. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren door het plaatsen van een afrastering. Om de exacte rustperiode aan te geven is meer kennis omtrent de potentiële levensduur van de zaadbank nodig, maar er is rekening mee te houden dat dit wel eens meerdere decennia zou kunnen bedragen. Het spreekt voor zich dat de plaats waar de met watercrassula verontreinigde grond werd begraven niet meer in aanmerking komt om in de toekomst (semi-)aquatisch habitat aan te leggen. Indien begraven niet mogelijk is, kan de afgegraven grond worden gestockeerd op een droge plaats zonder waterpartijen in de nabijheid en worden afgedekt met zwarte landbouwplastic of vijverfolie (Figuur 5.7), of naar een gespecialiseerd composteringsbedrijf worden afgevoerd. Doordat momenteel niet geweten is hoelang vegetatieve fragmenten en, vooral, zaden levensvatbaar blijven is ook bovengrondse stockage mogelijk van zeer langdurige aard en daarom niet aan te bevelen. Aan de afvoer en verwerking van afgegraven grond en plantaardig materiaal door een gespecialiseerd bedrijf hangt een aanzienlijk kostenplaatje.



Figuur 5.6 Schematische weergave van het begraven van met watercrassula verontreinigde grond.



Figuur 5.7 Afdekken van afgegraven grond met zwarte landbouwplastic in het Dwingelderveld, Dwingelo, Nederland (foto Staatsbosbeheer).

5.6.5 Habitatverlies compenseren

Na het dempen van een groeiplaats met watercrassula verdwijnt het aanwezige habitat. Dit kan -of moet, in sommige gevallen- gecompenseerd worden door op een andere locatie een nieuw, gelijkaardig (semi-)aquatisch habitat aan te leggen. Ook als de gedempte locatie een noodzakelijke functie vervult in de waterhuishouding van het gebied (bijvoorbeeld als bufferbekken) zal dit gecompenseerd moeten worden. Om diverse redenen kan er voor worden gekozen om de afgegraven grond van de nieuwe plas te gebruiken voor het dempen van de groeiplaats. Het is van groot belang om hierbij de nodige maatregelen te nemen inzake bioveiligheid om besmetting van nieuw habitat te voorkomen. De tijd tussen het graven van het nieuwe en het dempen van het besmette habitat wordt daartoe zo kort mogelijk gehouden (hooguit enkele dagen). Een andere voorzorgsmaatregel is om de afstand tussen het gedempte

////////////////////////////////////

en het nieuwe habitat zo groot mogelijk te houden (bij voorkeur niet in hetzelfde beheerperceel).

5.6.6 Indammen

Vaak is bestrijding met het oog op verwijdering niet mogelijk. Technische en financiële redenen kunnen hiervoor zeer uiteenlopend zijn. De belangrijkste zijn:

- een te grote oppervlakte met watercrassula;
- middelgrote tot grote wateren waarvan het waterpeil niet verlaagd kan worden;
- situaties waar, door grotere diepte of andere redenen, de bestrijding met het oog op verwijdering van watercrassula onpraktisch of zelfs onmogelijk is, of de kans op succesvolle eliminatie uiterst klein is;
- situaties waarin uitvoering van de nodige maatregelen niet mogelijk is door hun aard of functie.

Beperkte financiële middelen zijn vaak een limiterende factor voor de bestrijding van invasieve soorten, zoals watercrassula. Het is dan nog steeds belangrijk om maatregelen te nemen om verspreiding naar nabijgelegen potentiële groeiplaatsen tegen te gaan. Welke maatregelen hiervoor geschikt zijn, is sterk plaatsafhankelijk. Zo kan een perceel met watercrassula in een begrazingsblok worden uitgerasterd om te voorkomen dat grazers als vector optreden, of kunnen ganzen worden geweerd, of kan publieke toegang worden ontzegd. In overstromingsgevoelige gebieden kan hydrochorie tegengegaan worden door de aanleg van dijkjes rondom het perceel, of door de vrije doorstroming van de ene plas naar de andere te blokkeren. Gezien de beperkte afmetingen van plantendelen en zaden is het aanbrengen van grofmazige roosters op waterloopjes niet zinvol.

Een andere maatregel kan zijn om de successie zijn gang te laten gaan of juist te versnellen, zodat de site dichtgroeit met bijv. riet, wilgen of zwarte els. Watercrassula zal in dit geval niet verdwijnen, maar door de toenemende beschaduwing en strooiselvorming kan de dominantie worden doorbroken.

We merken op dat acties gericht op het beperken van verspreiding niet los staan van meer actief beheer, maar gelijktijdig kunnen en moeten gebeuren (cf. Hussner *et al.* 2017).

5.6.7 Mogelijkheden in de toekomst

Zoals vermeld is de volledige eliminatie van watercrassula in Vlaanderen niet langer mogelijk omdat deze al te wijdverspreid en moeilijk te bestrijden is. Op dit moment zijn de hierboven beschreven maatregelen, met lokale verwijdering enerzijds en indamming anderzijds, de meest haalbare om de impact van deze exoot op Vlaams niveau te beperken. In de nabije toekomst kunnen echter andere technieken beschikbaar worden. Momenteel is de biologische bestrijding met de parasiterende mijt *Aculus crassulae* veelbelovend. De laboratoriumtesten zijn positief afgerond en de eerste veldtesten lopen in het Verenigd Koninkrijk (Knihinicki *et al.* 2018, CABI 2019). Indien *A. crassulae* de groei van watercrassula dusdanig beperkt dat deze niet langer in staat is om hoge dichtheden te bereiken, zou het uitzetten van deze mijt ook in Vlaanderen een mogelijke maatregel kunnen zijn. Het uitzetten van een biologische bestrijder is zeer kostenefficiënt en na verloop van tijd vaak zelfregulerend. Een vergelijkbare situatie in

5.7 NAZORG EN OPVOLGING

Wanneer er na een bestrijdingsactie een beperkt aantal planten terug verschijnt, kan door goede nazorg de bestrijding alsnog succesvol worden. Nazorg blijkt nog belangrijker bij meer onopvallende soorten met een explosieve groei, zoals watercrassula. Vermits fysisch gestoorde situaties een belangrijke niche zijn, leiden veel bestrijdingsmaatregelen juist tot een meer invasiegevoelige situatie, waardoor nazorg onmisbaar is. Die bestaat er in dat deze voor een bepaalde tijd consequent wordt opgevolgd en gescreend op nog aanwezige of nieuwe gekiemde of uitgroeiende planten. Dit gebeurt bij voorkeur een eerste keer direct na de bestrijdingsactie, een tweede keer een maand later en vervolgens minstens halfweg en op het eind van het eerstvolgende groeiseizoen (mei t.e.m. september). In de daaropvolgende jaren kan de frequentie verlaagd worden, maar er wordt best op zijn minst de volgende twee jaren, of tot zolang er nog planten aanwezig zijn, een grondige controle uitgevoerd. Telkens als de soort terug opduikt worden de planten zo snel mogelijk verwijderd om bloei en zaadzetting te vermijden. Hoe hoger de controlefrequentie, hoe sneller er gereageerd kan worden en dus hoe groter de slaagkans van de bestrijding.

- 1) de actie was succesvol en ook in de twee daaropvolgende jaren wordt de soort niet meer gezien;
- 2) na de bestrijding duikt een beperkt aantal planten terug op, op een beperkte oppervlakte;
- 3) de soort is nog steeds met een hoge bedekking en over een grote oppervlakte aanwezig.

kunnen worden uitgevoerd. In dergelijke situaties wordt getracht te achterhalen wat de vermoedelijke oorzaak van het falen kan zijn en wordt dit best gedocumenteerd (zie 5.8). Hieruit kunnen lessen worden getrokken voor later.

5.8 REGISTRATIE EN DOCUMENTATIE

Bij het uitvoeren van beheermaatregelen is het erg belangrijk om de uitgangssituatie, de uitgevoerde werkzaamheden en de resultaten uitvoerig te documenteren en te registreren. De bestrijding van exoten is nog steeds een leerproces van 'trial-and-error'. Hierbij zijn niet geslaagde bestrijdingsacties even belangrijk als succesvolle om tot een goed werkende beheerstrategie te komen.

Voor de algemene documentatie en uitwisseling van beheerervaringen met invasieve exoten is er een online tool beschikbaar via Ecopedia: <https://www.ecopedia.be/pagina/projecten>. Met deze tool kunnen uitgevoerde bestrijdingsacties worden gedocumenteerd en geraadpleegd. De tool bestrijkt ook niet-succesvolle bestrijdingsacties en draagt daardoor bij aan efficiëntieverbetering en toekomstige oplossingen. Het belang van deze centrale registratie kan niet genoeg worden benadrukt en dit zou door alle terreinbeherende instanties moeten gebeuren. Op zijn minst dienen de uitgangssituatie, de gebruikte methode, de kostprijs en inspanning en het eventuele resultaat gedocumenteerd te worden.

Om een wetenschappelijke evaluatie van in Vlaanderen gevoerde beheermaatregelen op watercrassula te kunnen voeren, is een meer uitgebreide, centrale, gestandaardiseerde registratie van beheeringrepen, omstandigheden, inspanning en resultaat nodig. Hiervoor is voorlopig echter nog geen systeem beschikbaar.

6 KENNISHIATEN

Ondanks de grote aandacht die watercrassula de laatste decennia heeft gekregen in de wetenschappelijke literatuur, met name in het Verenigd Koninkrijk en Nederland, zijn er toch nog steeds belangrijke hiaten te vullen die van groot belang zijn met betrekking tot de bestrijding van deze invasieve soort en het begrijpen van de potentiële impact. Hieronder worden de vier meest relevante kort besproken.

- **Levensduur zaadbank:** dat *watercrassula* in West-Europa kiemkrachtig zaad produceert werd pas recent aangetoond (Denys *et al.* 2014a, D'hondt *et al.* 2016). D'hondt *et al.* (2016) stellen dat de zaadbank minimaal één jaar, maar vermoedelijk veel langer, kiemkrachtig blijft. Momenteel is er nog geen onderzoek gebeurd naar de levensduur van de zaadbank. Deze kennis is echter van groot belang voor het opstellen van een bestrijdingsstrategie voor deze soort. Indien er een langlevende zaadbank wordt gevormd zullen bepaalde bestrijdingsmaatregelen, die voornamelijk gericht zijn op het verwijderen van vegetatieve delen, veel van hun betekenis verliezen. Ook is de levensduur en kiemkracht van de zaadbank een belangrijk aspect voor de behandeling of het hergebruik van met *watercrassula* gecontamineerde grond.
- **Hergroei vanuit worteldelen:** de draadvormige wortels van *watercrassula* dringen tot maximaal ca. 20 cm diep in de grond door (Siebel & Van Valkenburg 2013). Het is echter nog onduidelijk of *watercrassula* opnieuw kan uitlopen vanuit wortels. Dit is echter van belang om de minimale plagdiepte te bepalen. De morfologie van de wortels doet vermoeden dat dit niet het geval zal zijn, maar enig experimenteel onderzoek is wenselijk om dit finaal te bevestigen of ontkrachten, zodat de richtlijnen voor bestrijding door afgraven indien nodig kunnen worden bijgesteld.
- **Effect van successiebevorderende maatregelen:** *watercrassula* is een zeer succesvolle kolonist van naakte bodem, maar vestigt zich moeilijk in een gesloten vegetatie van bodembedekkende soorten. van Kleef *et al.* (2017) stellen dat de bestrijding van *watercrassula* best in combinatie gebeurt met het stimuleren van inheemse soorten die met *watercrassula* concurreren voor nutriënten en ruimte. Successiebevorderende maatregelen kunnen zowel deel uitmaken van een bestrijdingsactie, als preventief worden ingezet om de kans op kolonisatie van *watercrassula* te verkleinen. Het effect van dergelijke maatregelen is echter nog onduidelijk en verdient verder onderzoek.
- **Effectiviteit van *Aculus crassulae* als biologische bestrijder:** laboratoriumtesten met de recent ontdekte, parasiterende mijt *A. crassulae* als biologische bestrijder van *watercrassula* blijken veelbelovend (Knihinicki *et al.* 2018, CABI 2019). Sinds 2018 lopen de eerste veldtesten in het Verenigd Koninkrijk maar voorlopig werd er nog niet gerapporteerd over de resultaten.
- **Effect van langdurige droogte:** het effect van langdurige droogte op *watercrassula* is momenteel nog onvoldoende gekend. Er zijn indicaties dat *watercrassula* op specifieke groeiplaatsen die meerdere opeenvolgende jaren niet inunderen (bv. op de hogere

oever van locaties met een langdurig verlaagde waterstand) verdwijnt. Het is echter niet gekend of watercrassula hier terug opduikt na inundatie. Dat langdurige droogte na bepaalde tijd een negatief effect zou hebben op de bovengrondse delen is op zich niet verassend, maar het effect hiervan op populaties van watercrassula is niet gekend. De zaadbank is daarentegen hoogstwaarschijnlijk zeer droogtetolerant, waardoor het effect van langdurige droogte vermoedelijk geheel afhankelijk is van de levensduur van de zaadbank.

- **Effect van droogte na afgraven:** Brouwer *et al.* (2017) suggereren dat een beperkte verlaging van de grondwaterstand op afgegraven of geplagde terreinen een snelle uitbreiding van watercrassula mogelijk voldoende kan beperken om dieper wortelende inheemsesoorten een concurrentieel voordeel te verschaffen. Verdere ondersteuning van deze hypothese is gewenst.

7 ONLINE BRONNEN EN INFORMATIE

- <http://www.ecopedia.be>
- <http://biodiversite.wallonie.be/fr/la-ciei.html?IDC=5725>
- <https://flora.inbo.be>
- <http://ias.biodiversity.be/species/risk>
- <http://www.alterias.be>
- <http://www.cabi.org/isc/datasheet/16463>
- <http://www.fs.fed.us/eng/pubs/pdf/05511203.pdf>
- http://www.gt-ibma.eu/wp-content/uploads/2018/01/dortel_dutartre_2017_crassule_de_helms_synthese_vf.pdf
- <http://www.inaturalist.com>
- <http://www.korina.info>
- <http://www.waarnemingen.be>
- <http://www.zonderisgezonder.be>

8 REFERENCES

- Adriaens T., Lommaert L., Packet J. & Denys L. (2010). Kwesties uit het veld - Bestrijding van watercrassula, een lastige invasieve exoot. *Natuur.focus* 9: 128-129.
- Adriaens T., Vandegehuchte M. & Casaer J. (2015). Basisdocument voor het opmaken van een code van goede praktijk (best practice) voor invasieve exoten. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.R.2015.7041776, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 35 pp.
- Adriaens T., Vandegehuchte M. & Casaer J. (2018). Guidance for drafting best management practices for invasive alien species. Reports of the Research Institute for Nature and Forest 2018 (68), Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 35 pp.
- Adriaens T., Verreycken H. & D'hondt B. (2017). De aanpak van invasieve uitheemse soorten in Vlaanderen. *De Levende Natuur* 8: 116-121.
- Anderson L., Dunn A., Rosewarne P. & Stebbing P. (2015) Invaders in hot water: a simple decontamination method to prevent the accidental spread of aquatic invasive non-native species. *Biological Invasions* 17: 2287-2297.
- Asovsky M.G. (1981). Rare finds for east Siberia of littoral-aquatic and aquatic plants on the Baikalo-Amur Route. *Botanicheskii Zhurnal (Lningr.)* 66: 1218-1220.
- Berwick H. (2009). *Crassula helmsii* at Lound Lakes, management options. Broads Authority, Essex & Suffolk Water. <http://www.norfolkbiodiversity.org/nonnativespecies/>
- Black M., Maberly S. & Spence D. (1981). Resistances to carbon dioxide fixation in four submerged freshwater macrophytes. *New Phytologist* 89: 557-568.
- Bogaert S. (2013). Eco-efficiënte en effectieve onkruidbestrijding met heet water. Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen, Universiteit Gent, 97 pp.
- Booy O., Mill A.C., Roy H.E., Hiley A., Moore N., Robertson P., Baker S., Brazier M., Bue M., Bullock R. (2017). Risk management to prioritise the eradication of new and emerging invasive non-native species. *Biological Invasions* 19: 2401-2417.
- Boute M. (2013). Kennisdocument Watercrassula - Pilots bestrijding exoten waterschap De Dommel en waterschap Aa en Maas. Boute Ecologie & Water Advies, Stevensweert, 8 pp.
- Branquart E., Stiers I., Triest L., Vanderhoeven S., Van Landuyt W., Van Rossum F. & Verloove F. (2013). Alert, zwart en watch lijsten van invasieve soorten in België. Harmonia versie 1.2, Belgisch forum over invasieve soorten, toegankelijk op 28/02/2020 via: <http://ias.biodiversity.be>.
- Bridge T. (2005). Controlling New Zealand pygmyweed *Crassula helmsii* using hot foam, herbicide and by burying at Old Moor RSPB Reserve, South Yorkshire, England. *Conservation evidence* 2: 33-34.

Dean C., Day J., Gozlan R.E., Green I., Yates B. & Diaz A. (2013). Estimating the minimum salinity level for the control of New Zealand Pygmyweed *Crassula helmsii* in brackish water habitats. Conservation Evidence 10: 89-92.

Dean C., Day J., Gozlan R.E. & Diaz A. (2015). Grazing vertebrates promote invasive swamp stonecrop (*Crassula helmsii*) abundance. Invasive Plant Science and Management 8: 131-138.

Decleer K., red. (2007). Europees beschermde natuur in Vlaanderen en het Belgisch deel van de Noordzee. Habitattypen / Dier- en plantensoorten. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.M.2007.01, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 584 pp.

Delbart E. (2011). Mise en place de tests de méthodes de gestion mécaniques sur les espèces végétales aquatiques invasives en Wallonie et formation-expertise à la gestion des espèces végétales invasives. Gembloux AgroBio Tech, Gembloux, Belgium, 31 pp.

Delbart E., Mahy G. & Monty A. (2013). Efficacité des méthodes de lutte contre le développement de cinq espèces de plantes invasives amphibies: *Crassula helmsii*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Ludwigia grandiflora*, *Ludwigia peploides* et *Myriophyllum aquaticum* (synthèse bibliographique). Biotechnol. Agronomie, Société et Environnement 17: 87-102.

Delbart E., Monty A. & Mahy G. (2011) Gestion de *Crassula helmsii* en Belgique plus difficile qu'il n'y paraît? Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 41: 226-231.

Delarue S. & Willem J. (2006). Mechanisatie van het landschapsbeheer. Werktuigen voor het beheer van opgaande kleine landschapselementen, (oever)bermen en recreatiepaden. IKC Groenmanagement, Roeselare, 92 pp.

Denton J. (2013). Could shoreweed be useful for *Crassula* control? Conservation and Land Management Winter 2013: 18-19.

Denys L. (2019). Beoordeling regionaal belangrijke biotopen ten behoeve van het beheer. Deel V: brakke tot zilte wateren (RBBAH). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2019 (9), Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 37 p.

Denys L. & Packet J. (2004). *Crassula helmsii* ook in brak water. Dumortiera 82: 27-28.

Denys L. (2014). RINSE progress report 2013-2014: work on *Crassula helmsii* at INBO. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 8 pp.

Denys L., Packet J., Jambon W. & Scheers K. (2014a). Dispersal of the non-native invasive species *Crassula helmsii* (Crassulaceae) may involve seeds and endozoochorous transport by birds. New Journal of Botany 4: 104-106.

Denys L., Packet J. & Scheers K. (2014b). Bestrijding van *Crassula helmsii* in het landgoed Huis ter Heide (Tilburg): gevolgen lichtbeperking – eerste resultaten. Research Institute for Nature and Forest INBO.E.2014.5, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 9 pp.

Denys L., van Valkenburg J., Packet J., Scheers K., De Hoop E. & Adriaens T. (2014c). Attempts to control aquatic *Crassula helmsii* at Huis ter Heide (Tilburg, The Netherlands), with special

////////////////////////////////////

- Hussner A. (2007). Zur Biologie von *Crassula helmsii* (Crassulaceae) in Nordrhein-Westfalen. *Acta Biologica Benrodis* 14: 77-88.
- Hussner A. (2009). Growth and photosynthesis of four invasive aquatic plant species in Europe. *Weed Research* 49: 506-515.
- Hussner A., Stiers I., Verhofstad M.J.J.M., Bakker E.S., Grutters B.M.C., Haury J., van Valkenburg J.L.C.H., Brundu G., Newman J., Clayton J.S., Anderson L.W.J. & Hofstra D. (2017). Management and control methods of invasive alien freshwater aquatic plants: a review. *Aquatic Botany* 136: 112-137.
- IUCN/SSC (2013). Guidelines for reintroductions and other conservation translocations. Version 1.0. IUCN Species Survival Commission, Gland, viiii + 57 pp.
- Kane M.E., Philman N.L., Bartuska C.A. & McConnell D.B. (1993). Growth regulator effects on in vitro shoot regeneration of *Crassula helmsii*. *Journal of Aquatic Plant Management* 31: 59-64.
- Keeley J.E. (1998). CAM photosynthesis in submerged aquatic plants. *The Botanical Review* 64: 121-175.
- Kelly J. & Maguire C.M. (2009). New Zealand Pigmyweed (*Crassula helmsii*) Invasive Species Action Plan. Prepared for NIEA and NPWS as part of Invasive Species Ireland.
- Kirby J.R. (1965). Notes on *Crassula helmsii*. *The Cactus and Succulent Journal of Great Britain* 27: 9-10.
- Knihinicki, D.K., Petanović R., Cvrković T. & Varia S. (2018). A new species of *Aculus* mite (Acari: Eriophyidae), a potential biocontrol agent for Australian swamp stonecrop, *Crassula helmsii* (Crassulaceae). *Zootaxa* 4497: 573-585.
- Küpper, H., F. Küpper & Spiller M. (1996). Environmental relevance of heavy metal-substituted chlorophylls using the example of water plants. *Journal of Experimental Botany* 47: 259-266.
- Küpper H., B. Götz, A. Mijovilovich, F. C. Küpper & Meyer-Klaucke W. (2009). Complexation and toxicity of copper in higher plants. I. Characterization of copper accumulation, speciation, and toxicity in *Crassula helmsii* as a new copper accumulator. *Plant Physiology* 151: 702-714.
- Lang W. (1981). *Crassula recurva* (Hook) Ostenf., eine neue adventive Art in der Bundesrepublik Deutschland. *Göttinger Floristische Rundbriefe* 15: 41-44.
- Langdon S.J., Marrs R.H., Hosie C.A., Mcallister H.A., Norris K.M. & Potter J.A. (2004). *Crassula helmsii* in U.K. Ponds: effects on plant biodiversity and implications for new Conservation. *Weed Technology* 18: 1349-1352.
- Leach J. & Dawson H. (1999). *Crassula helmsii* in the British Isles - an unwelcome invader. *British Wildlife* 10: 234-239.
- Leach J. & Dawson H. (2000) Is resistance futile? The battle against *Crassula helmsii*. *Journal of Practical Ecology and Conservation* 4: 7-17.

- Leyssen A., Adriaens P., Denys L. Packet J., Schneiders A., Van Looy K. & Vanhecke L. (2005). Toepassing van verschillende biologische beoordelingssystemen op Vlaamse potentiële interkalibratielocaties overeenkomstig de Europese Kaderrichtlijn Water – Partim “Macrofyten”. Rapport Instituut voor Natuurbehoud IN.R.2005.05, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 178 pp.
- Lockton A.J. (2009). Botanical Society of the British Isles. *Crassula helmsii*. http://species.bsbi.org.uk/html/crassula_helmsii.html (geraadpleegd op 20 februari 2020)
- Madsen T.V. (1987). Interactions between internal and external CO₂ pools in the photosynthesis of the aquatic CAM plants *Littorella uniflora* (L.) Aschers and *Isoetes lacustris* L. New Phytologist 106: 35-50.
- Majerus M. (2012). Caractérisation de la niche écologique de *Crassula helmsii* et participation au développement d’un outil prévisionnel du risque d’invasion en milieu aquatique. Travail de fin d’étude. Agro-Bio Tech., Gembloux, 86 pp.
- Margot J. (1983). La végétation aquatique des Springputten en forêt de Meerdael. Evolution et presences floristiques. Naturalistes belges 64: 199-221.
- Moorhouse T. (2015). Are invasives worse in freshwater than terrestrial ecosystems? WIREs Water 2: 1-8.
- Nagelkerke L.A.J., Peeters E.T.H.M., Moonen J. & van Smeden J. (2018). Effecten van Graskarper op de kwaliteit van watersystemen. Stowa, Amersfoort, 54 pp.
- Newman J.R. (2013). CEH Information Sheet 12: *Crassula helmsii*, Australian Swamp Stonecrop. Centre for Ecology & Hydrology, CAPM, CEH Wallingford, Crowmarsh Gifford, Wallingford, Oxon.
- Newman J.R., Raven J.A. (1995). Photosynthetic carbon assimilation by *Crassula helmsii*. Oecologia 101: 494-499.
- Nicol J.M. & Ward R. (2010). Seed bank assessment of Dunn's and Shadow's lagoons. South Australian Research and Development Institute (Aquatic Sciences), Adelaide, Australia, 21 pp.
- OEPP/EPPO (2007). *Crassula helmsii*. In: OEPP/EPPO Bulletin 37: 225-229.
- Oosterlynck P., De Saeger S., Leyssen A., Provoost S., Thomaes A., Vandevoorde B., Wouters J., Paelinckx D. (2009). Criteria voor de beoordeling van de lokale staat van instandhouding van de natura 2000 habitattypen in Vlaanderen. Basisinstrumentarium ter bepaling van de mate van instandhouding van habitatlocaties a.d.h.v. indicatoren voor structuur, vegetatieontwikkeling, verstoringsindicatoren en ruimtelijke samenhang. Versie 3.0. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.R.2018.14061248, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 326 pp.
- Osmond C., Winter K. & Ziegler H. (1982). Functional significance of different pathways of CO₂ fixation in photosynthesis. Physiological plant ecology II. Springer, p. 479-547.

- Sims P.F. & Sims L.J. (2016). Control and eradication of Australian swamp stonecrop *Crassula helmsii* using herbicide and burial at two ponds at Mile Cross Marsh, Norfolk, England. *Conservation Evidence* 13: 39-41.
- Smith T. (2015). The environmental impact of *Crassula helmsii*. PhD thesis, Canterbury Christ Church University, Canterbury, VK, 226 pp.
- Smith T. & Buckley P. (2015). The growth of the non-native *Crassula helmsii* (Crassulaceae) increases the rarity scores of aquatic macrophyte assemblages in south-eastern England. *New Journal of Botany* 5: 192-199.
- Smith T. & Buckley P. (2020). Biological Flora of the British Isles: *Crassula helmsii*. *Journal of Ecology* 108: 797-813.
- Thoonen M. & Willems S. (2018). Invasieve duizendknoop in Vlaanderen. Een kader voor goed beheer. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2018 (62), Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 65 pp.
- Thorsen M.J., Dickinson K.J. M. & Seddon P.J. (2009). Seed dispersal systems in the New Zealand flora. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 11: 285-309.
- T'Jollyn F., Bosch H., Demolder H., De Saeger S., Leyssen A., Thomaes A., Wouters J., Paelinckx D. & Hoffmann M. (2009). Ontwikkeling van criteria voor de beoordeling van de lokale staat van instandhouding van de Natura 2000 habitattypen. Versie 2.0. Rapport Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.R.2009.46, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 326 pp.
- USDA (United States Department of Agriculture) (2013). Weed risk assessment for *Crassula helmsii* (Kirk) Cockayne (Crassulaceae) swamp stonecrop. U.S. Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection and Quarantine, Raleigh.
- U.S. Fish & Wildlife Service (2018). Australian Swamp Stonecrop (*Crassula helmsii*) Ecological Risk Screening Summary. Web version 6.26.2018
- Van de Meutter F., Vanderhaeghe F., Raman M. & Van Kerckvoorde A. (2012). Invasieve uitheemse planten langsheen bevaarbare waterlopen in West- en Oost-Vlaanderen. Inschatting van het voorkomen en een afwegingskader voor beheer. Rapporten Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.R.201, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 78 pp.
- van de Loo M., van der Loop J.M.M., Soontjens F. & de Vries W. (2020). Grootschalige eliminatie van watercrassula op Terschelling. *De Levende Natuur* 121: 32-34.
- van der Loop J.M.M., de Hoop L., van Kleef H.H. & Leuven R.S.E.W. (2018). Effectiveness of eradication measures for the invasive Australian swamp stonecrop *Crassula helmsii*. *Management of Biological Invasions* 9: 343-355.
- 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., Adriaens T., Desmet P., Strubbe D., Backeljau T., Barbier Y., Brosens D., Cigar J., Coupremanne M., De Troch R., Eggermont H., Heughebaert A., Hostens K., Huybrechts P., Jacquemart A.L., Lens L., Monty A., Paquet J.-Y., Prévot C., Robertson T., Termonia P., Van De Kerchove R., Van Hoey G., Van Schaeybroeck B., Vercayie D., Verleye T.J., Welby S. & Groom J. (2017). 'Tracking Invasive Alien Species (TrIAS): Building a data-driven framework to inform policy'. *Research Ideas and Outcomes* 3: e13414.

van Kleef H., Brouwer E., van der Loop J.M.M., Buiks M. & Lucassen E.C.H.E.T. (2017).
Systeemgerichte bestrijding van watercrassula. Stichting Bargerveen, Nijmegen, 89 pp.

van Kleef H.H., de Hoop L., Odé B., van Zuidam J. & Leuven R.S.E.W. (2016). Verkenning bestrijdingsmaatregelen watercrassula (*Crassula helmsii*) in Wijchen. Verslagen Milieukunde nr. 516, Radboud Universiteit, Nijmegen en Nederlands Expertise Centrum Exoten, Nijmegen.

van Valkenburg J. & de Hoop E. (2013). The on-going *Crassula* battle at Huis ter Heide. In: Newman J. (ed.) The 45th Robson Meeting 7th-8th March 2013, Proceedings, p. 10.

Varia S. & Shaw R. (2011). Potential for the biological control of *Crassula helmsii* in the UK. Proceedings of the XIII International Symposium on Biological Control of Weeds, Waikoloa, Hawaii, USA, 11-16 September, 2011, p. 179.

Verloove F. (2006). *Crassula helmsii*. In: Van Landuyt W., Hoste I., Vanhecke L., Van den Bremt P., Vercruyse E., De Beer D. (red.). Atlas van de flora van Vlaanderen en het Brussels Gewest. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Nationale Plantentuin van België & Flo.Wer, Brussel-Meuse, p. 313.

Webb C.J., Sykes W.R. & Garnock-Jones P.J. (1988). Flora of New Zealand. Vol. IV. Botany Division, DSIR, Christchurch.

Wicks D. (2004). War against *Crassula helmsii*. In: Abstracts 13th International Conference on Aquatic Invasive Species. Institute of Technology, Sligo, p. 242.

Wilton-Jones G. (2005). Control of New Zealand pygmyweed *Crassula helmsii* by covering with black polythene at The Lodge RSPB Reserve, Bedfordshire, England. *Conservation Evidence* 2: 63.

Zhang C., Sale P.W., Clark G.J., Liu W., Doronila A.I., Kolev S.D. & Tang C. (2015). Succulent species differ substantially in their tolerance and phytoextraction potential when grown in the presence of Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, and Zn. *Environmental Science and Pollution Research International* 22: 18824-18838.