

Advies over de aanpak van dwergkroos op enkele bevaarbare waterlopen in West-Vlaanderen

Adviesnummer:	<u>INBO.A.4238</u>
Auteurs:	Frédérique Steen, Jo Packet, Wouter Van Landuyt, Tim Adriaens, Luc Denys & Bram D'hondt
Contact:	Frédérique Steen (frederique.steen@inbo.be)
Kenmerk aanvraag:	e-mail van 25 augustus 2021
Geadresseerden:	De Vlaamse Waterweg nv Afdeling Regio West T.a.v. Nathalie Devaere Guldensporenpark 105 9820 Merelbeke Nathalie.Devaere@vlaamsewaterweg.be

Dr. Maurice Hoffmann
Administrateur-generaal wnd.

Wijze van citeren: Steen F., Packet J., Adriaens T., Van Landuyt W., Denys L. & D'hondt B. (2021). Advies over de aanpak van dwergkroos op enkele bevaarbare waterlopen in West-Vlaanderen. (Adviezen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek; nr. INBO.A.4238). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Aanleiding

Op de IJzer en het kanaal Ieper-IJzer werden in opdracht van de nv De Vlaamse Waterweg in 2020 kroosdekken verwijderd met behulp van een aangepast vaartuig¹. Ook op de Damse Vaart en het kanaal Duinkerke-Nieuwpoort gebeurt dit sinds 2021. Deze kroosdekken worden verwijderd aangezien ze aanleiding geven tot overlast zoals een daling van het zuurstofgehalte van het water, met vissterfte tot gevolg. Daarnaast zijn ze hinderlijk voor hengelaars en zwemmers. Tot slot ontvangt nv De Vlaamse Waterweg ook geregeld klachten van omwonenden omdat de ontbindende kroosdekken geurhinder veroorzaken. In 2021 bedroeg de verwijderde biomassa (natgewicht) aan kroos ca. 800 ton. Het afscheppen van dit kroos is evenwel zeer arbeids- en kostenintensief. Daarom vraagt nv De Vlaamse Waterweg of de **methode** die zij hanteren om de kroosdekken in te tomen, namelijk het machinaal afscheppen, het meest aangewezen is.

Tot op heden is tevens onduidelijk wat de **aard en soortensamenstelling** van deze kroosdekken zijn waarmee de bevaarbare waterlopen geplaagd worden. Er zijn aanwijzingen dat problematische kroosdekken vaak veroorzaakt of versterkt worden door dwergkroos (*L. minuta*), een uitheemse soort.

Vragen

1. Wat is de soortensamenstelling van de kroosdekken: zijn er naast dwergkroos, de exoot *Lemna minuta*, nog andere soorten aanwezig? Welk van de soorten domineert en is hier een verklaring voor?
2. Is het afscheppen de enige methode om dwergkroos onder controle te houden? Moet het mechanisch verwijderen van kroos herhaald en volgehouden worden, of geïntegreerd worden met andere maatregelen?
3. Zal de nv De Vlaamse Waterweg in de toekomst regelmatig met kroosdekken worden geconfronteerd?
4. Zijn er milieufactoren waar de nv De Vlaamse Waterweg als waterwegbeheerder zelf iets kan aan doen om de frequentie of intensiteit van kroosbloei te reduceren?

Toelichting

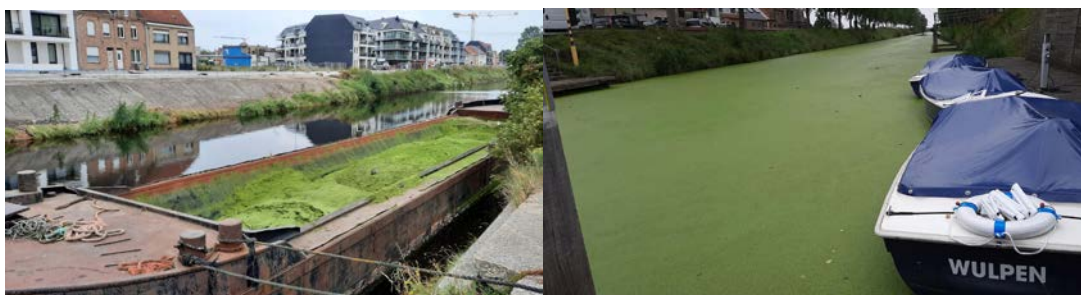
1 Samenstelling kroosdek

In Vlaanderen komen verschillende drijvende kroossoorten voor, waarvan *Lemna gibba* (bultkroos), *L. minor* (klein kroos), *Spirodela polyrhiza* (veelwortelig kroos) en *Wolffia arrhiza* (wortelloos kroos) inheems zijn. *Lemna minuta* (dwergkroos), *L. turionifera* (knopkroos) en *Wolffia columbiana* (Colombiaanse wolffia) zijn de in Vlaanderen waargenomen exotische kroossoorten (Van Landuyt, 2007). Ook de niet-inheemse *Azolla filiculoides* (grote kroosvaren) vormt regelmatig gelijkaardige vegetaties. Een overzicht van de voornaamste kenmerken van de in Vlaanderen voorkomende kroossoorten wordt gegeven in Van Landuyt (2007) en de soortenherkenningsfiche van *Azolla filiculoides* (Adriaens & Landuyt, 2015).

¹ zie filmpje: <https://www.youtube.com/watch?v=OG3DrpAEfck&t=73s>

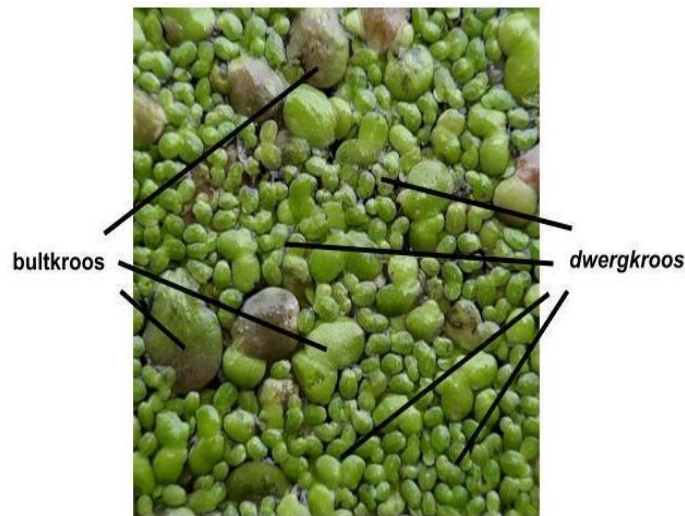
Om de samenstelling van het kroosdek te bepalen werden twee locaties (figuur 1) bezocht op 2 september 2021. Beide locaties werden door de nv De Vlaamse Waterweg aangeduid. Enerzijds werd de locatie te Nieuwpoort bezocht waar het opgeschepte kroos aan land werd gebracht voor verdere verwerking. Anderzijds werd op het kanaal Duinkerke-Nieuwpoort te Wulpen het aanwezige kroosdek onderzocht en bemonsterd.

Op beide locaties werd op het veld vastgesteld dat het kroosdek gedomineerd werd door twee soorten: dwergkroos (*Lemna minuta*) en bultkroos (*Lemna gibba*). Uitgebreid speurwerk op beide locaties leverde geen bijkomende soorten op. Op beide locaties werden twee mengmonsters genomen voor verder onderzoek. Dwergkroos kan een grote variatie in verschijningsvorm vertonen (figuur 2) waardoor het aangewezen leek om de stalen verder te onderzoeken in het labo. Bultkrozen werden niet behandeld omdat deze soort in de (na)zomer makkelijk te herkennen zijn door de half-bolvormige bladschijfjes. Uit de mengmonsters werden deelstalen genomen, behandeld zoals beschreven in Van Landuyt (2007), en op naam gebracht. Ook na deze behandeling die specifieke kenmerken beter zichtbaar maakt en identificatie van de soorten vergemakkelijkt, werd in de stalen enkel dwergkroos gevonden.



Figuur 1: Bemonsterde locaties te Nieuwpoort, Pieter Deswartelaan (links) en in Wulpen (rechts), ter hoogte van de Florizoonebrug (foto: Jo Packet).

Om de oppervlakteverhouding tussen beide soorten te bepalen werden willekeurig een tiental foto's genomen van het kroosdek op het kanaal Duinkerke-Nieuwpoort te Wulpen. Op deze foto's werden de twee soorten gedigitaliseerd zodat de verhouding in oppervlakte kon worden bepaald. Op deze manier werden vijf foto's gedigitaliseerd en er werd een gemiddelde van de verhouding genomen. De bekomen gemiddelde verhouding in % oppervlakte tussen bultkroos/dwergkroos is 19/81. Dus ongeveer 80 % van het kroosdek blijkt te bestaan uit dwergkroos.



Figuur 2: Detailbeeld van het kroosdek uit kanaal Duinkerke-Nieuwpoort te Wulpen met dikke en roodachtige bladschijfjes van bultkroos, en groene, variabele bladschijfjes van dwergkroos (foto: Jo Packet).

Om de verhoudingen in gewicht te kennen, werden van elke soort random 25 levende kroosplantjes verzameld en afgewogen op een microbalans. Deze handeling werd vijfmaal herhaald. Eén bultkroosplantje weegt twintig keer meer dan één dwergkroos. Daarnaast werd de relatieve oppervlakteverhouding tussen beide soorten bepaald door viermaal de oppervlakte te bepalen van 20 plantjes. Rekening houdend met deze bedekking, oppervlakte- en gewichtsverhouding wordt het totaal versgewicht voor 70 % bepaald door dwergkroos. Deze gewichtsverhouding is wellicht sterk wisselend gedurende het groeiseizoen omdat bultkroos in de (na)zomer zijn grootste volume bereikt. In de winter en het voorjaar vormt bultkroos vlakke bladschijven zoals andere kroossoorten en zullen de gewichtsverhoudingen daarom variëren.

Het inheemse bultkroos is bij uitstek een poldersoort en ze komt van nature ook voor in onze grotere riviervalleien (Van Landuyt *et al.*, 2006). Het IJzerdistrict ligt in het kerngebied van het Vlaams areaal. De soort is kenmerkend voor voedselrijke wateren en kan ook in hypertrofe omstandigheden standhouden. Elders komt de soort eerder sporadisch voor daar waar door eutrofiëring het water voldoende voedselrijk is. Bultkroos kan ook in licht brakke omstandigheden overleven. In tegenstelling tot sommige andere krozen is bultkroos sterk lichtbehoefstig.

Dwergkroos is een invasieve exoot, afkomstig uit de gematigde en subtropische gebieden van Noord- en Zuid-Amerika (CABI, 2019). In België werd de soort voor het eerst aangetroffen in 1983 (Adriaens *et al.*, 2009). Gezien de aanwezigheid van de soort in ons omringende landen sinds de jaren '60, kan verondersteld worden dat de soort al langer aanwezig was in Vlaanderen. Wat betreft haar standplaatsen lijkt dwergkroos een veel bredere amplitude dan de inheemse kroossoorten in te nemen. Zowel voedselrijke als voedselarmere milieus worden gekoloniseerd. De soort is dan ook overal in Vlaanderen aanwezig, zonder een bepaald zwaartepunt te hebben. Dwergkroos kan uitstekend overweg in sterk beschaduwde omstandigheden. Vaak zijn dominante vegetaties te vinden in riet- of andere helofytenvegetaties. Zoals onze inheemse kroossoorten overleeft dwergkroos de winter, drijvend of onder water. De reductie door vorst is sterk afhankelijk van het aantal vorstdagen en indien deze uitblijven, neemt dwergkroos en andere inheemse kroossoorten van bij de start van het groeiseizoen een grote voorsprong op bv. submerse vegetaties. Vooral bultkroos kan in dichte vegetaties van andere krozen goed overleven omwille van zijn morfologische groei vorm. Deze soort vult vanaf de zomer de aanwezige luchtholtes tussen de cellen waardoor ze aanzienlijk in volume toeneemt (Weeda *et al.*, 1994). Dankzij de dikkere bladschijf en de vorming van deze luchtholten kan bultkroos zich verheffen boven het dwergkroosdek en kan

ze de concurrentie om licht en plaats goed aan. Beide soorten pieken wat groeisnelheid betreft in de zomerperiode waarbij de populaties verdubbelen in enkele dagen bij watertemperaturen die optimaal zijn voor de soort, nl. $\pm 25^\circ \text{C}$.

2 Problematiek

Kroosdekken geven aanleiding tot wijzigingen in zuurstofgehalte, lichtklimaat en temperatuur van de waterkolom, resulterend in een effect op aanwezige organismen (incl. invertebraten, micro- en macrofyten en vissen). Kroosdekken belemmeren dat licht kan doordringen in de waterkolom, wat tot een lagere temperatuur van de waterkolom leidt (Ceschin *et al.*, 2020). Kroosdekken hebben daarnaast een effect op de zuurstofdiffusie naar de waterkolom. Bij afbraak van afgestorven kroos wordt zuurstof geconsumeerd, wat kan bijdragen aan zuurstofgebrek in de waterkolom (Ceschin *et al.*, 2020). Hierdoor treden zuurstoftekorten op, vooral in de loop van het (vroeg) najaar (STOWA, 1992); indien grote hoeveelheden organisch materiaal op de bodem aanwezig zijn, kan dit fenomeen vroeger optreden. Grote pakketten rottende krooslagen in de nazomer kunnen aanleiding geven tot geurhinder (med. nv De Vlaamse Waterweg). Verder wordt een monotoon kroosdek door waterrecreanten zowel praktisch (vissers en bootrecreanten) als visueel storend en minder attractief ervaren.

3 Standplaatskenmerken

Een massale aangroei van kroos ontstaat door een onderliggend probleem van eutrofiëring, in het bijzonder door een te hoge fosforbelasting (o.a. Boedeltje *et al.*, 2005, 2015; van Zuidam & Peeters, 2013), in combinatie met geschikte temperatuurcondities en beperkte turbulentie of stroming.

3.1 Voedselrijkdom

Kroossoorten nemen nutriënten rechtstreeks op uit de waterkolom en ontwikkelen zich in het bijzonder bij hoge fosforconcentraties. Daarnaast hebben zij ook voorrang op lichtbeschikbaarheid, waardoor zij een sterk competitief voordeel hebben ten opzichte van submerse vegetaties (van Zuidam & Peeters, 2013). Ook wanneer de waterbodem rijk is aan fosfor (P), kunnen zij gebruik maken van de nutriënten die door diffusie naar de waterkolom verspreiden (Janse & Van Puijenbroek, 1998). In ondiepere drainagekanalen bleken kroosmatten steevast op te treden bij totale fosforconcentraties (TP) in het water tussen 0,4-0,7 $\text{mg.l}^{-1} \text{P}$ (van Zuidam en Peeters, 2013). Dit is in lijn met de gemodelleerde waarde van 0,2-0,4 $\text{mg.l}^{-1} \text{P}$ waarop omslag van submerse vegetaties naar kroosmatten zou optreden (van Liere *et al.*, 2007).

Stikstof wordt vooral opgenomen onder de vorm van ammonium of nitraat. Zo wordt al sterke groei waargenomen bij een concentratie van totaal anorganische stikstof (TIN) tussen 0,04 tot 0,14 $\text{mg.l}^{-1} \text{N}$ (STOWA 1992). De inheemse soort *L. minor* vertoont bijvoorbeeld een groeioptimum bij concentraties aan totaal stikstof tussen 2,8-350 $\text{mg.l}^{-1} \text{N}$, terwijl het groeioptimum van *L. minuta* gelegen is tussen concentraties van 0,56-14 $\text{mg.l}^{-1} \text{N}$ (Paolacci *et al.*, 2016).

Kroosachtigen zoals *Azolla* (kroosvaren) leven in associatie met stikstoffixerende cyanobacteriën (*Anabaena* spp.), die atmosferisch stikstof voor de plant beschikbaar maken. Kroosvaren kan daarom voorkomen in oppervlaktewater met nitraatarmere condities, en zelfs voor een stikstofaanrijking van de waterkolom zorgen. Associatie met stikstoffixerende bacteriën is ook aangetoond voor een aantal kroossoorten van de genera *Lemna* en *Spirodela*. Hoewel stikstoffixatie niet de volledige N-behoefte kan invullen van deze organismen, kan dit wel een competitief voordeel aan kroos bieden in meer N-gelimiteerde condities (Duong & Tiedje, 1985). In het IJzerbekken zijn N-gelimiteerde milieus vrijwel afwezig en moet de stikstofaanrijking via kroosgeassocieerde stikstoffixerende bacteriën in verhouding met de

totale N-last als bijzonder gering ingeschat worden. Naast stikstof is ook fosfor een knelpuntparameter binnen het IJzerbekken, geen enkel meetpunt binnen het IJzerbekken scoort beter dan ontoereikend of slecht.

Uit voorgaande volgt dat maatregelen die inzetten op een betere waterkwaliteit, de aanwezigheid van kroosmatten sterk kunnen verminderen. Ook de nutriëntenconcentraties in de waterbodem zijn hierbij van belang, gezien nalevering uit de waterbodem (vooral P) nog zeer lang kan optreden.

3.2 Voortplanting en overwintering

Kroos plant zich hoofdzakelijk vegetatief voort. Bloei en zaadzetting wordt weinig vastgesteld. Overwintering gebeurt zowel onder water onder de vorm van turionen (eiwitrijke overwinteringsknopen), als drijvend onder de vorm van (levende) kroosplanten. Vorst reduceert sterk de overlevingskans van drijvende kroosplanten maar deze groeien bij stijgende temperatuur sneller uit tot kroosvegetaties. Aangroei in het voorjaar vanuit turionen duurt langer gezien de watertemperatuur sneller stijgt aan het wateroppervlak dan onderaan de waterkolom.

Hieruit kan afgeleid worden dat maatregelen die voorkomen dat grote aantallen kroosplanten overwinteren, de massale groei later in het jaar kunnen verminderen.

3.3 Temperatuur

Temperatuur heeft een belangrijke invloed op de groei. Klein kroos en bultkroos beginnen te groeien bij circa 5 °C. De optimale temperatuur voor de meeste soorten is ongeveer 26 °C. Voor klein kroos en bultkroos stijgt de groeisnelheid, binnen het bereik van 5 °C en 25 °C met circa 5 % per °C (STOWA, 1992). Dit betekent dat kroossoorten al vroeg in het voorjaar beginnen groeien en de mate waarin kroos problematisch wordt, sterk afhangt van de overwinterende biomassa (zie ook 5). Hoe meer kroosplanten de winter overleven, hoe groter de kans dat kroos problematisch wordt. Gezien de optimale watertemperatuur ongeveer 26 °C bedraagt, dragen warme zomers bij tot de kroosproblematiek. Bij deze temperaturen kunnen kroosvegetaties zich in twee tot drie dagen verdubbelen. Kroosplantjes hebben een levensduur van vijf tot tien weken, afhankelijk van de temperatuur. Zo leven planten langer bij lagere temperaturen en verdubbelt de levensduur bij 20 °C t.o.v. 30 °C. Onder normale omstandigheden is de gemiddelde levensduur ongeveer zes weken.

Uit voorgaande volgt dat het tijdstip van verwijderen van kroos van belang is om dominante kroosdekken in de (na)zomer te vermijden.

3.4 Watertype en verspreiding

Kroossoorten vormen een losse drijvende vegetatie en komen dan ook het meest voor in stilstaande tot traag stromende rivieren of kanalen. Kroosvegetaties komen vaak voor in ondiepe systemen zoals grachten en greppels. In grotere watersystemen zijn kroosvegetaties beperkt tot luwe zones waar windwerking of golfslag weinig vat op heeft. Deze wateren zijn doorgaans voedselrijk. Het poldersysteem in het IJzerbekken lijkt een optimale habitat voor kroosvegetaties wegens de aanwezigheid van een uitgebreid ondiep grachtenstelsel dat in verbinding staat met grotere kanalen die in de zomer zeer traag stromen of bijna stilstaand water bevatten. Deze kanalen vormen in principe geen optimale habitat wegens hun vrij diepe waterkolom en hun grotere oppervlakte waar windwerking vrij spel kan hebben. Het is dan ook mogelijk dat de kroosontwikkeling zich initieel voordoet in het complex van poldersloten en –grachten en later in het seizoen worden 'geloosd' in grotere kanalen en rivieren. In welke mate dit meespeelt in de huidige problematiek van het IJzerbekken is onduidelijk. Eens ze de kanalen bereikt hebben kunnen ze gemakkelijk afdrijven door lichte stroming of windwerking. Sommige kanalen zijn door de aanwezigheid van dijken goed beschermd tegen de wind zodat toch een geschikte habitat ontstaat.

Verspreiding van drijvende planten zoals kroos gebeurt gemakkelijk door stroming van het water of door windwerking op het wateroppervlak. In uitzonderlijke gevallen kunnen drooggevallen kroosplanten zelfs door de wind worden verspreid. Verder worden kroosplanten verspreid door watervogels en zoogdieren. Kroosplanten kunnen zich ook via allerlei vormen van waterrecreatie verspreiden doordat kroos blijft kleven aan materiaal.

Windwerking en stroming kunnen het probleem van kroosvegetaties verplaatsen. In sommige gevallen kan dit een oplossing zijn. Verder zijn maatregelen te overwegen die voorkomen dat kroosvegetaties zich vanuit ondiepe sloten naar de kanalen verplaatsen.

4 Maatregelen

Maatregelen om dominante kroosvegetaties tegen te gaan, kunnen worden gegroepeerd op de wijze waarop ze ingrijpen. Zo kunnen maatregelen inwerken op:

- 1. Groeiomstandigheden → systeemgericht beheer en het verminderen van nutriënten**
- 2. Aantal kroosplanten → verwijderen van kroosplanten**
- 3. Verspreiding → doorspoelen of isoleren van kroosvegetaties**
- 4. Predatie → biologische bestrijding**

Een overzicht van potentiële beheermethoden wordt in de volgende paragrafen gegeven.

Het gebruik van herbiciden wordt in dit advies niet besproken. Het Decreet integraal waterbeleid (2003) en het Decreet duurzaam pesticidengebruik (2013) laten het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen op en langs waterlopen niet toe.

4.1 Systeemgericht beheer

Bij systeemgericht beheer wordt ernaar gestreefd om de verstoring in biotische en abiotische standplaatscondities te reduceren. Zowel stikstof (N)- als fosfor (P)-concentraties, maar ook de N:P-verhouding en andere factoren, zoals pH en competitie met andere primaire producenten, kunnen de ontwikkeling van kroos beperken (Smith, 2014). De maximale stikstof- en fosforconcentraties waaronder de groeisnelheid van *Lemna minor* wordt beïnvloed, lopen sterk uiteen (Kufel *et al.*, 2010). Van Liere *et al.* (2007) schatten met het PCDitch model de kritische belasting om meer dan 50 % kroosbedekking te bereiken tussen 1,8 à 10,2 g fosfor.m².jaar⁻¹ en 12,1 à 43,8 g stikstof.m².jaar⁻¹, met een concentratiebereik van 0,19–0,42 mg.l⁻¹ P en 1,3–3,3 mg.l⁻¹ N. Deze kritische belasting varieert afhankelijk van sedimenttype, waterdiepte en verblijftijd. De kritische waarden aan P en N liggen hoger bij een kortere verblijftijd maar ook bij een grotere waterdiepte (> 1,25 m) op klei en veen. Op zandbodems komen kroosbloeien voor bij een lagere kritische belasting dan op klei en veen. Deze modellering toont ook aan dat zelfs bij sterke verlaging van de fosforbelasting het vele jaren duurt vooraleer terug een lage bedekking bereikt zal worden. Door baggeren van het sediment (= verhogen van de waterdiepte en verminderen van de P-nalevering) kan deze periode worden ingekort. Het is echter onwaarschijnlijk dat een kroosdek als een 'alternatieve stabiele toestand' (= zichzelf in stand houdend) kan worden opgevat (van Gerven *et al.*, 2015). Bij een verbetering van de water(bodem)kwaliteit zal een betere ontwikkeling van submerse vegetatie worden bekomen die enerzijds in concurrentie zal treden met kroos voor voedingsstoffen en ruimte. Submerse en drijvende plantensoorten verhinderen het afdrijven van kroos en zullen verdere verspreiding tegengaan.

Bij een blijvende hoge fosforbelasting in de waterkolom blijkt de relatieve rol van de waterbodembodem evenwel eerder beperkt te zijn, en blijven kroosdekken of cyanobacteriënbloei de norm. Op hun beurt beperken deze door lichtlimitatie de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten. Om een systeemomslag te bewerkstelligen, dient daarom ingezet te worden op elk van de drie elementen: fosforconcentraties in de waterkolom, in de waterbodembodem, en de ermee samenhangende lichtcondities. Zolang de nutriëntfluxen naar de waterkolom niet worden beperkt, zal ingrijpen op het niveau van de waterbodembodem (baggeren) geen effect hebben op de soortensamenstelling (Lamers *et al.*, 2012). Baggeren in het vroege voorjaar kan wel een positief effect hebben door het verwijderen van de turionen (= overwinterende bladschijfjes) op de waterbodembodem. De vroege ontwikkeling van het kroosdek begint dan vanuit een geringer aantal plantjes (STOWA, 1997).

4.2 Verwijderen van kroos

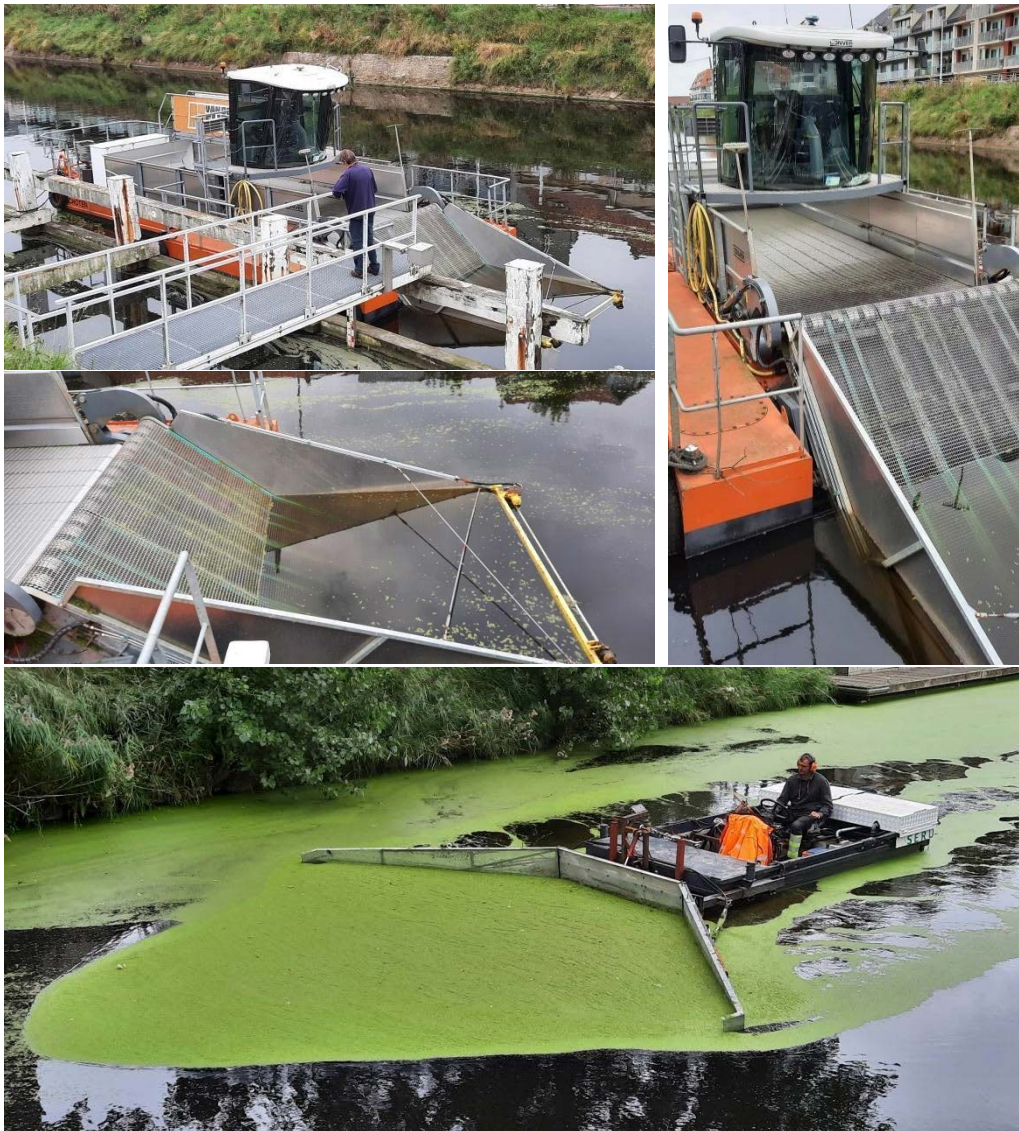
4.2.1 Mechanische bestrijding tijdens het groeiseizoen

Afscheppen van dominante kroosvegetaties kan slechts tijdelijk soelaas brengen en moet beschouwd worden als symptoombestrijding. De relatieve groeisnelheid, dat wil zeggen de aangroei van biomassa ten opzichte van de reeds aanwezige biomassa van kroos bedraagt doorgaans ca. 0,1 à 0,3 d⁻¹. De verdubbelingstijd van kroos kan tijdens de zomer slechts enkele dagen zijn, waardoor het wateroppervlak snel weer dichtgroeit (Peeters *et al.*, 2013). Bij beheerders voelt deze methode dan ook snel aan als 'dweilen met de kraan open'. Een vroege machinale verwijdering (vanaf mei-juni) geniet daarom de voorkeur op de verwijdering van een reeds gesloten kroosdek. In Nederland resulteerde deze methode in een vermindering van 10-15 % bedekking in het najaar (STOWA, 1997). Een constante monitoring zal moeten ingesteld worden om snel te kunnen reageren op opkomende dominantie van kroos. Een volledige verwijdering van alle kroosplantjes zal op deze manier niet verwezenlijkt worden. Bovendien zullen kroossoorten de site ook steeds opnieuw koloniseren (zie 3.4).

In 2021 werden door de nv De Vlaamse Waterweg diverse methodes van mechanische kroosverwijdering getest. In de eerste plaats werd een waterbull (zie figuur 3) gebruikt waarmee het kroosdek richting bandenkraan met aangepaste grijpzeef werd gestuwd. De grijpzeef was een optimalisatie van de schep die eerder werd gebruikt en waarbij het bij elkaar gestuwde kroos uit elkaar bleek te drijven. Een alternatieve methode bestond erin dat de waterbull het kroos naar een ponton stuurde met transportband. Echter, de laadcapaciteit van dergelijk systeem bleek niet voldoende. Daarom werd beroep gedaan op een externe firma die een maaiverzamelboot (MC106; zie figuur 3) met een laadcapaciteit van 15 m³ aanbood (figuur 3). Deze methode had echter een laag rendement in een fijner kroosdek. Een proefopstelling waarbij de lading van de maaiverzamelboot door een kraan opgesteld op een ponton in een container werd overgeheveld en zo via een bandenkraan in een beunbak, bleek wel efficiënt in dikkere (~ 5 cm) krooslagen. De grote uitdaging in de toekomst is om een goede en efficiënte manier te vinden die gericht, minder grote en dichte krooslagen kan verwijderen. Het kunnen verwijderen van dergelijke minder grote krooslagen komt vooral voor vroeger in het jaar (we bevelen immers aan om vroeg in het jaar kroos te verwijderen).

4.2.2 Mechanische bestrijding buiten het groeiseizoen

Mechanische bestrijding in het winterhalfjaar grijpt in op de overwinterende kroosplantjes en is het best toepasbaar in kleinere sloten en greppels. In het geval dat kroosvegetaties initieel afkomstig zijn uit het complex van poldersloten is dit mogelijks een effectieve maatregel. Hierbij gebeurt het schonen van sloten het best in de winter. Het heeft als voordeel dat concurrentiële waterplanten niet worden benadeeld en dat doorstroming van kroos hiermee niet wordt bevorderd. Bij het schonen worden de greppels verdiept, wat de groei van kroos vermindert doordat de greppels minder snel opwarmen. Bij het schonen kunnen op strategisch gekozen plaatsen helofyten (riet) behouden worden zodat ze verdere afstroming van kroosdekken kunnen ophouden.



Figuur 3: De maaiverzamelboot MC106 (boven) waarmee kroosvegetaties worden afgescheept van het wateroppervlak. Een waterbull (onder) aan het werk te Wulpen (2/09/2021) om kroos te verplaatsen (foto's: Jo Packet).

4.3 Doorspoelen of isoleren

Een andere optie, indien technisch mogelijk, is het kroosdek te laten afstromen door het water sneller te laten doorstromen ('**flushing**'). Hierbij is het verspreiden van dwergkroos geen grote bezorgdheid, aangezien deze soort reeds alomtegenwoordig is in elk type watersysteem (met uitzondering van zout en brak water). Voor nieuwkomers met een nog beperkte verspreiding kan dit anders liggen. In gestuwde waterlopen wordt het probleem afgewenteld naar stroomafwaarts gelegen gebieden. Het doorspoelen wordt best niet toegepast bij springtij om verdere landinwaartse verspreiding van het kroos in het getijdengebied te vermijden. Ook in poldersystemen met een variabele stroomrichting, inhammen en draaikommen kan stroomafwaarts accumulatie optreden. Uiteraard is bij het toepassen van flushing communicatie met de beheerders van de stroomopwaartse en -afwaartse gebieden van groot belang.

Het is nog onduidelijk of de dominante kroosvegetaties zich initieel ontwikkelen op de kanalen zelf, of dat deze eerder als verzamelpunt dienen vanuit het omliggende ondiepe greppel- en

grachtensysteem in de polders. Indien dit laatste het geval zou zijn, dan moeten maatregelen overwogen worden om de verspreiding vanuit de poldersloten naar de kanalen te verhinderen. Hierbij kunnen kroosbalken overwogen worden. Deze vormen een barrière in de bovenste laag (10-20 cm) van een sloot maar verhinderen de doorstroming van het water niet. Dit is enkel toepasbaar wanneer waterpeilen doorheen het seizoen vrij constant zijn. Doorstroming van kroosplanten die onderwater groeien (winter) kan op deze manier niet vermeden worden.

4.4 Biologische bestrijding

4.4.1 Graskarper

Enkele methoden zijn gebaseerd op **biologische bestrijding**, o.a. de inzet van graskarpers (*Ctenopharyngodon idella*; Denys *et al.*, 2014). Adulte vissen kunnen onder geschikte condities hun lichaamsgewicht aan plantenmateriaal consumeren. Daarom werd deze vis als een efficiënte manier van biologische controle voor aquatische planten naar voor geschoven (Pipalova, 2006). Graskarpers grazen echter niet selectief, en hebben een preferentie voor aquatische planten met weinig vezels en zacht weefsel zoals filamenteuze algen en kroossoorten (Lemnaceae; Silva *et al.*, 2014). Graasexperimenten toonden aan dat hybride graskarpers van gemiddeld 382 g dagelijks 47 % van hun lichaamsgewicht aan bultkroos consumeerden, maar dat ze daarnaast een grotere preferentie hadden voor het kranwier *Chara* (Cassani & Caton, 1983). Dit graasgedrag leidt tot een selectieve afname of eliminatie van bepaalde plantensoorten, mogelijks met uitbreiding van ongewenste soorten tot gevolg (o.a. invasieve soorten, (blauw)algenbloei) (Nagelkerke, 2018).

De nutriëntrijke excreties van de graskarper kunnen veranderingen teweegbrengen in waterkwaliteit, in sedimentchemie en bijgevolg in de gemeenschappen van zowel primaire producenten als consumenten (Pipalova *et al.*, 2006; Nagelkerke *et al.*, 2018). Ook kunnen graskarpers een negatieve impact hebben op de inheemse vissoorten, door competitie, predatie, of overdracht van ziektes en parasieten (van der Veer & Nentwig, 2015). Ondanks het feit dat graskarpers efficiënt lijken ter bestrijding van woekerende waterplanten, is het niet bekend welke dichtheid aan graskarpers per hectare uitgezet zou moeten worden om bovenstaande negatieve effecten te vermijden (Nagelkerke, 2018).

Voor inzet als biologische controle werd in de jaren '80 een methode ontwikkeld om triploïde graskarpers te produceren, die functioneel steriel zijn (Zajicek *et al.*, 2011). Er blijft evenwel een kleine kans bestaan dat er bij deze methode individuen geproduceerd worden die diploïd of aneuploïd zijn (Papoulias *et al.*, 2011). Maar gezien graskarpers zeer specifieke omgevingscondities vereisen voor seksuele reproductie (Stanley *et al.*, 1987), die hier momenteel niet aanwezig zijn, is de kans op het vestigen van reproductieve populaties miniem. Toch kan dit onder toekomstige klimaatscenario's niet volledig uitgesloten worden (Nagelkerke, 2018).

De graskarper werd de laatste decennia intensief gebruikt als methode voor de bestrijding van aquatische planten. Maar omwille van de geassocieerde risico's wordt deze methode evenwel niet aangeraden. De graskarper heeft echter een brede tolerantie qua omgevingscondities en vanuit geïntroduceerde populaties kan de soort zich breed verspreiden (Pipalova *et al.*, 2006). Eens gevestigd is de graskarper moeilijk te verwijderen, maar daarnaast wordt deze soort ook nog eens zeer oud (ca. 20 jaar; de Winton *et al.*, 2013). In Nederland kreeg deze soort daarom ook een hoge risicoclassificatie (11-12, zwarte lijst) volgens het ISEIA²-protocol (Schiphouwer *et al.*, 2014).

² Invasive Species Environmental Impact Assessment

4.4.2 Kroosvlindertje

Een methode die kan bijdragen aan geïntegreerde bestrijding van dwergkroos zou biologische bestrijding met het inheemse kroosvlindertje (*Cataclysta lemnata*) kunnen zijn. De aquatische larven zijn herbivoor en voeden zich voornamelijk met diverse kroossoorten, waaronder ook dwergkroos. Bij gebrek aan kroos worden ook andere drijvende plantensoorten gebruikt. Dwergkroos en kroosvlindertje zijn echter niet samen geëvolueerd, maar vertonen wel een overlap in vereiste omgevingscondities en hebben gelijklopende levenscycli. Door dit gebrek aan co-evolutie is het kroosvlindertje een goede kandidaat voor biologische controle van (dwerg)kroos aangezien er geen stabiel evenwicht tussen de populaties van beide optreedt. Deze situatie is vergelijkbaar met begrazing van kroosvaren (*A. filiculoides*) door het kroosvarensnuittorretje (*Stenopelmus rufinusus*; Reeder *et al.*, 2018). Op dit ogenblik ontbreken echter de nodige veldexperimenten om de efficiëntie van kroosbegrazing met kroosvlindertje in te schatten. Gegevens over uit te zetten dichtheden, temporele effecten (wanneer uitzetten) en effectiviteit ontbreken.

Voorafgaande mechanische verwijdering van het kroosdek blijft noodzakelijk zodat er optimale omgevingscondities kunnen ontstaan voor de vestiging en overleving van de larven. Zuurstofarme condities in de waterkolom belemmeren immers de vestiging van het kroosvlindertje (Mariani *et al.*, 2020). Naast gebrek aan onderzoek met relevantie voor de Vlaamse context, vormt ook de afwezigheid van een (commerciële) stock van kroosvlindertje een praktisch probleem voor de routinematige toepassing van dergelijke biologische bestrijding. Naast dit praktisch probleem stelt zich de vraag of het introduceren van het kroosvlindertje in kroosvegetaties wel dient overwogen te worden. Het kroosvlindertje heeft immers reeds een, van nature, algemene verspreiding in Vlaanderen³.

4.4.3 Andere

Het inheemse kroosnuittorretje (*Tanysphyrus lemnae*) is een snuitkever waarvan de larven mineren in de bladschijfjes van kroos. De aanwezigheid van de snuitkevers op kroospopulaties is te herkennen aan de ronde gaten die in de bladeren van eendenkroos achterblijven door vraat van volwassen dieren. Doorzichtige bladschijven zijn dan weer het gevolg van voedingsschade door de larven. Tot op heden heeft geen enkele studie de impact van deze kever op kroospopulaties aangetoond (Center *et al.*, 2002). De soort is inheems in Vlaanderen en is wellicht vrij algemeen. Verder worden enkele vliegensoorten vermeld waarvan de larven in kroosplanten mineren zoals *Hydrellia albilabris* en *H. mutata*. Kroos staat verder op het menu van watervogels (vooral eenden) en waterslakken.

5 Meer dwergkroos in de toekomst?

Hoge nutriëntcondities liggen aan de basis van de ontwikkeling van kroosdekken. In de derde generatie stroomgebiedbeheerplannen werd het kanaal Duinkerke-Nieuwpoort ter hoogte van de staalnamelocatie Wulpen als ontoereikend voor fosforconcentratie beoordeeld, met een zomergemiddelde (april-september) totaal-fosforconcentratie van $> 0,7 \text{ mg.l}^{-1} \text{ P}$ en een matige beoordeling voor stikstof ($2,5\text{-}5 \text{ mg.l}^{-1} \text{ N}$).

Nutriëntenconcentraties in oppervlaktewater *op zich* worden nog verwacht toe te nemen onder wijzigende klimatologische omstandigheden onder invloed van verschillende mechanismen zoals beschreven in Van der Aa *et al.* (2015). Hierdoor wordt verwacht dat het voorkomen en de hoeveelheid van invasieve plantensoorten zullen toenemen, maar ook de problematiek van de kroosdekken. Kroossoorten kunnen zowel nitraat als ammonium opnemen als stikstofbron en komen vaak voor in stikstofrijk water. Een kantlijn hierbij is dat uit experimenteel onderzoek blijkt dat hoge stikstofconcentraties niet noodzakelijk leiden tot een competitief voordeel van de exoot *L. minuta* over de inheemse soort *L. minor* (Paolacci *et al.*, 2016).

³ www.waarnemingen.be

Het blijken eerder hoge fosfaatconcentraties te zijn die een systeem gevoeliger maken voor invasie door *Lemna minuta*. Experimenteel onderzoek toont aan dat groeisnelheden van het inheemse *L. minor* en de exoot *L. minuta* sterk uiteenlopen afhankelijk van de orthofosfaatconcentraties in de waterkolom. Groei-experimenten laten zien dat de inheemse *L. minor* een hogere relatieve groeiratio heeft bij concentraties aan orthofosfaat $>30 \mu\text{g.l}^{-1}$ P dan *L. minuta* (Gérard & Triest, 2018). Deze laatste auteurs suggereren eveneens dat een fosforreductie in de waterkolom naar een mesotrofe toestand een impact zal hebben op de groei van de invasieve *L. minuta* en zijn competitiviteit ten opzichte van *L. minor* zou verlagen.

Van Echelpoel *et al.* (2016) maten de toename aan biomassa en de nutriëntafname in het medium voor zowel *L. minor* als *L. minuta* in een reeks nutriëntconcentraties van een lage (4 mg.l^{-1} N en 1 mg.l^{-1} P) naar hoge concentratie (70 mg.l^{-1} N en 21 mg.l^{-1} P). Enkel bij concentraties lager dan 17 mg.l^{-1} N en 6 mg.l^{-1} P bleek er een significant verschil tussen de functionele respons van beide soorten en *L. minor* bleek efficiënter in het gebruik van nutriënten. Eerdere veldobservaties van dominantie van *L. minuta* bleken niet ondersteund in dit experiment. Deze auteurs stellen dan ook dat naast deze omgevingsfactoren zoals nutriëntenconcentraties, ook andere functionele kenmerken (vb. kiemingsperiode, temperatuurstoleranties, ...) aanleiding geven tot competitieve voordeel van *L. minuta*.

Voor kroossoorten spelen daarnaast ook temperatuurcondities een grote rol. Dwergkroos overwintert als volledige plantjes en/of fragmenten, hetzij op het wateroppervlak, hetzij op het sediment. Langdurige vorst kan in strenge winters deze plantjes sterk reduceren, en zo door de beperking van de initiële biomassa een vroege dominantie voorkomen. De klimaatmodellen voorspellen een meer uitgesproken stijging van de temperaturen in de winter en het voorjaar. Daarom is het zeer plausibel dat het fenomeen van kroosdekken zich in de toekomst wel degelijk meer zal voordoen.

De minimale gemiddelde dagtemperatuur aan het wateroppervlak voor de ontwikkeling van *Lemna minor*, *L. gibba* en *L. minuta* is aanzienlijk lager dan die voor *Spirodela polyrhiza* en *Wolffia arrhiza* (Landolt, 1957). Onderzoek toont een sterke correlatie tussen de aanvang van de massale groei en een toenemende temperatuur aan. Peeters *et al.* (2013) modelleerden voor drainagesloten het aanvangsmoment en de duur van kroosdekken onder verschillende klimaatscenario's en nutriëntcondities. Scenario's waar orthofosfaat in de waterkolom onder $0,05 \text{ mg.l}^{-1} \text{ PO}_4^{3-}$ ($\sim 0,016 \text{ mg.l}^{-1}$ P) blijft, leiden niet tot een bloei van *L. minuta*. Dergelijke concentraties liggen onder de milieukwaliteitsnormen (MKN) voor stromende oppervlaktewateren in Vlaanderen. Voor orthofosfaat ligt de MKN tussen $0,07 - 0,14 \text{ mg.l}^{-1}$ P afhankelijk van het type oppervlaktewater (VLAREM II⁴). Modelling wijst uit dat voor elke stijging van 1° C in de dagelijkse gemiddelde wintertemperatuur (november-maart), de aanvang van de groei wordt vervroegd met veertien dagen. Volgens dit model zal onder de voorspelde klimaatscenario's, ongeacht een reductie aan nutriënten, massale groei van dwergkroos vaker voorkomen. De reductie in nutriënten kan de aanvang van de groei wel verlaten (met 5 tot 23 dagen). Vroege groei leidt tot een zomerse dominantie en een verhoogde concurrentiekracht t.a.v. andere watervegetatie. Het vaker voorkomen van droge zomers en de daarmee geassocieerde lagere waterstanden faciliteert de uitwisseling van orthofosfaat tussen de sliblaag en de waterkolom (Peeters *et al.*, 2013).

Paolacci *et al.* (2018) bestudeerden de aanwezigheid, abundantie en groeisnelheden van drie kroossoorten *L. minor*, *L. minuta* en *A. filiculoides* over 24 vijvers en in een serie van mesocosmos experimenten om het belang van invasiviteit en habitat invasibiliteit te onderzoeken. De veldwaarnemingen toonden aan dat de distributie van de drie soorten heterogeen was in ruimte en tijd. Ook werd binnen deze studie geen associatie waargenomen met lichtbeschikbaarheid en nutriëntconcentraties. De auteurs concludeerden dat interactie

⁴ Bijlage 2.3.1. bij Titel II van het VLAREM - geconsolideerde versie van 25 januari 2022

van verschillende factoren, waaronder groei onder wintercondities en dispersie na verstoring van doorslaggevend belang kunnen zijn in abundantie en verspreiding van kroossoorten.

Ongeacht beperkingen van experimentele en modellering-studies kunnen we aannemen dat met de veranderende klimatologische omstandigheden de problematiek van de kroosdekken wel degelijk zal toenemen. Het veranderende klimaat in combinatie met de hoge nutriëntconcentraties in het Vlaamse oppervlaktewater, leidt ertoe dat condities ontstaan die optimaal zijn voor (dwerg)kroos.

6 Kan de waterbeheerder zelf iets doen?

6.1 Combinatie van maatregelen

Zoals eerder gesteld, is een **stysteemgerichte aanpak** de oplossing op lange termijn. Inzetten op verminderde nutriëntentoevoer en -beschikbaarheid leidt tot minder kroos en zal zorgen voor een lagere competitiviteit van het uitheems dwergkroos. Dergelijk beleid zal ook submerse vegetaties bevoordelen die concurrentieel zijn ten opzichte van kroosvegetaties. Naast het inzetten op een verbeterde waterkwaliteit treft men best maatregelen om nutriëntenuitwisseling vanuit de waterbodem tegen te gaan. Baggeren is dan ook een goede aanvullende maatregel nadat een verbeterende waterkwaliteit wordt bekomen. Door te baggeren bekomt men ook diepere watergangen die minder snel opwarmen. Ondanks het gevoerde beleid, dat een lagere nutriëntentoevoer naar het oppervlaktewater beoogt, zullen wijzigende klimaatomstandigheden ervoor zorgen dat **mechanische verwijdering** van de kroosvegetaties blijvend moet uitgevoerd worden. Een combinatie van maatregelen zal dan ook leiden tot een efficiënte beheersing van de kroosproblematiek. In Nederland werd aangetoond dat de combinatie van baggeren, vroeg verwijderen (mei-juni, maar afhankelijk van de voorjaarstemperaturen) en laat verwijderen (september) kan leiden tot een reductie van 50 %. Bij het inzetten van deze maatregelen in combinatie met een verbeterende waterkwaliteit wordt een nog hogere reductie voorspeld (STOWA, 1997).

6.2 Monitoring

In de eerste plaats is het belangrijk de concentraties aan nutriënten in de waterlopen te monitoren, en hun emissiebronnen te karakteriseren. Dit valt binnen de bevoegdheid van de Vlaamse Milieumaatschappij die ter uitvoering van de Europese Kaderrichtlijn Water zowel voor oppervlaktewater, als voor de waterbodem een meetnetwerk beheert. Resultaten worden vijfjaarlijks gerapporteerd in de stroomgebiedbeheerplannen. Meetresultaten zijn ook te raadplegen op het portaal geoloket water⁵.

Een kennislacune in de huidige kroosproblematiek is daarnaast de herkomst van deze massale kroosvegetaties in de hoofdwatergangen van de polder. Zijn de dominante kroosvegetaties in de kanalen afkomstig vanuit het grachtensysteem uit de polders, komen ze tot stand in de kanalen zelf, of zijn ze afkomstig van stroomopwaartse delen van het IJzerbekken? Om deze vraag te beantwoorden is een **monitoringsstrategie** vereist die zowel in het greppelcomplex van de polders als in de hoofdwaterlopen (kanalen) uitgevoerd wordt. De monitoring moet een antwoord vinden op volgende vragen:

- 1) Waar bevinden zich de kernen van de overwinterende kroosvegetaties?
- 2) Waar en hoe ontwikkelen zich dominante kroosvegetaties in het voorjaar?
- 3) Hoe en wanneer verspreiden zich kroosvegetaties binnen het poldersysteem?

⁵ geoloket.vmm.be

Een globale monitoring van het bekken kan in het veld enkel efficiënt worden uitgevoerd met de techniek van Remote Sensing (STOWA 1997; Blaas *et al.*, 2016). Een uitrol hiervan voor waterlopen in Vlaanderen is voorzien in het project Geo.Informed⁶.

Een pilootproject kan initieel worden uitgevoerd op een representatief kleiner deel van het IJzerbekken waarbij een complex aan poldersloten, grotere watergangen en kanalen op het veld, op strategisch gekozen plaatsen, doorheen het jaar worden gemonitord. Een veldprotocol dient hiervoor uitgewerkt te worden.

6.3 Valorisatie

Een interessante denkpiste zou zijn om de geogoste biomassa als product te oogsten. Er bestaan veel toepassingen waarbij kroos verwerkt kan worden als hoogwaardig product. Een voorbeeld hiervan is de verwerking tot veevoer (Holshof *et al.*, 2010; Compeer, 2018; Devlamynck *et al.*, 2021). Alternatief kan anaerobe vergisting van kroos biogas en digestaat produceren, wat op zijn beurt als meststof kan gebruikt worden. Een dergelijke strategie van vermarkting dient rekening te houden met het spanningsveld tussen de reductiedoelstelling en het duurzaam oogsten. Oogst en vermarkting levert zelf een minimale opbrengst, maar kan betekenen dat de verwerkings- en transportkost vermindert of wegvalt. Ter illustratie: in het proefproject uit 2021 werd in district 7 (Afdeling Regio West: district IJzer) het kroosdek ten dele verwijderd (4 ha) waarbij in totaal 800 ton kroos geogst werd. Deze beheeringreep kostte € 163.000, waarvan 54 % voor het mechanisch verwijderen, 21 % voor het transport en 25 % voor de verwerking (storten). De huidige methode van verwijderen (cf. 4.2.1) kostte in dit specifieke geval € 200 per ton. Indien het verwijderde kroos gevaloriseerd wordt, kan de kostprijs grotendeels beperkt worden of zelfs wegvallen.

Het innovatief verwerken van afvalstromen uit exotenbestrijding kent een groeiende interesse. Een aantal groenbedrijven zetten er actueel sterk op in.⁷

7 Is het zinvol stalen te nemen?

Het is niet noodzakelijk om extra metingen te doen tijdens het groeiseizoen van het kroos. Indien gewenst kan het zuurstofgehalte wel gemonitord worden om een beter inzicht te verwerven in mogelijke hypoxie en gerelateerde vissterfte. Maandelijkse nutriëntmetingen geven een beter zicht op de nutriëntrijkdom in het water en worden uitgevoerd voor de opvolging van de oppervlaktewaterkwaliteit op bekkenniveau door de VMM. De meetpunten zijn hierbij gekozen om de totale druk op de waterloop te bepalen. Daarnaast neemt de VMM ook aanvullende stalen bij de zogenaamde calamiteiten, of waargenomen verontreinigingen. Bij uitrol van een kroosgerichte monitoringsstrategie, zoals beschreven in 6.2, zouden aanvullende nutriëntmetingen nuttig zijn voor het identificeren van lokale hotspots in de omgeving van kroosdekken.

Op dit ogenblik worden de beheerinspanningen voor verwijdering van kroos niet bijgehouden in het intern databeheersysteem. Het systematisch documenteren van de ingrepen in combinatie met het monitoren van de soortensamenstelling kan wel een inschatting geven van welke economische kost de exoot *Lemna minuta* vertegenwoordigt binnen het totale budget voor het verwijderen van kroos.

⁶ <https://geo-informed.be/>

⁷ vb. [Pro Natura](#)

Conclusies

1. Op beide staalnamelocaties (Nieuwpoort, Pieter Deswartelaan; Wulpen, Florizoonebrug) was er een dominantie van bultkroos en dwergkroos. De totale bedekking van het wateroppervlak van beide soorten was 81 % dwergkroos en 19 % bultkroos. De gewichtsverhouding tussen beide soorten bedraagt 1 bultkroos: 20 dwergkroos. Gezien de relatieve oppervlakteverhouding tussen beide soorten 1 bultkroos: 12 dwergkroos bedroeg, vertegenwoordigt dwergkroos op het moment van staalname 70 % van de levende biomassa.

2. Om de kroosproblematiek efficiënt aan te pakken zijn systeemgerichte maatregelen noodzakelijk. De beste benadering om de problematiek van de kroosdekken aan te pakken is het beperken van de hoeveelheid en dus vermijden van de instroom van nutriënten in de waterkolom en de waterbodem. Dit zal een aanpak op lange termijn vergen. Het mechanisch verwijderen van de kroosdekken, zoals op dit ogenblik wordt uitgevoerd door de nv De Vlaamse Waterweg, eventueel in combinatie met baggeren, kan in het voorjaar en najaar aanzienlijke reducties opleveren. Verder dient onderzocht te worden op welke manier doorstromen of isoleren van populaties de dominante kroospakketten op kanalen kan verminderen.

3. Er wordt verwacht dat onder de klimaatscenario's voor de toekomst, rekening houdend met het afnemen van het aantal vorstvrije dagen en de stijging in de dagelijks gemiddelde wintertemperatuur, de (dwerg)kroosproblematiek zal toenemen. Ook drogere zomers en de lagere waterstanden zullen leiden tot een toegenomen uitwisseling van orthofosfaat uit de waterbodem naar de waterkolom, wat wildgroei van dwergkroos zal faciliteren.

4. In afwachting van de resultaten van de meer systeemgerichte benadering, waarbij een reductie van de nutriënttoevoer wordt beoogd, kan de huidig toegepaste strategie van de nv De Vlaamse Waterweg, i.e. mechanisch wegscheppen van kroosdekken, tijdelijk soelaas bieden voor de problematiek van bevaarbaarheid, hypoxie in de waterkolom en last voor de omwonenden. Idealiter wordt vroeg in het groeiseizoen afgescheept, dus vooraleer een gesloten kroosdek optreedt. Hiervoor is een goed zicht nodig op de mobiliteit van de kroosvegetaties doorheen het jaar. Het instellen van een innovatief monitoringsmeetnet binnen het IJzerbekken dient zich aan. Aanvullend kunnen de ontwikkeling en migratie van kroosvegetaties binnen een beperkt netwerk van greppels, beken en kanalen nuttige inzichten leveren. Verder wordt een goede documentatie van de ingrepen (kostprijs, hoeveelheid verwijderd, resultaat) aangeraden.

Referenties

Adriaens T., Denys L., Packet J. & Van Landuyt W. (2009). Advies met betrekking tot in een beheerregeling op te nemen uitheemse en invasieve water- en oeverplantensoorten. Adviezen van het Instituut voor Natuur-en Bosonderzoek (INBO.2009.269). Brussel.

Adriaens T. & Van Landuyt W. (2015). Project invasieve exoten: herkenningfiche grote kroosvaren *Azolla filiculoides*.⁸

Agentschap voor Natuur en Bos (2013). Technisch Vademecum Beheer van Invasieve Uitheemse Planten.⁹

8

<https://www.google.com/url?q=https://waarnemingen.be/media/species/invasive/pdf/6452.pdf&sa=D&source=docs&ust=1637667350108000&usq=AOvVaw2wyLH9WH4h1vRtt0c3VMKs>

9

https://www.natuurenbos.be/sites/default/files/insertedfiles/technisch_vademecum_beheer_van_invasieve_uitheemse_planten.pdf

Blaas M., Penning E., Eleveld, M., Pires M.D. & Blauw A. (2016). Waterkwaliteitsbeheer - Remote sensing komt steeds meer binnen bereik (Deltares) - H₂O-magazine.¹⁰

Boedeltje G., Smolders A.J.P., Lamers L.P.M. & Roelofs J.G.M. (2005). Interactions between sediment propagule banks and sediment nutrient fluxes explain floating plant dominance in stagnant shallow waters. - Archiv für Hydrobiologie 162: 349-362.

Boedeltje G., Lenssen J. & Gerritsen R. (2015). Sleutelfactoren voor waterplanten in wateren van Gelderse Vallei, Veluwe, Achterhoek en Liemers. H₂O-Online.

CABI (2019). Invasive Species compendium. Factsheet *Lemna minuta*.¹¹

Cassani J.R. & Caton W.E. (1983). Feeding behaviour of yearling and older hybrid grass carp. - Journal of fish Biology 22: 35-41.

Center T.D., Dray F.A., Jubinsky G.P. & Grodowitz M.J. (2002). Insects and other arthropods that feed on aquatic and wetland plants. USDA/ARS Technical Bulletin 1870.

Ceschin S., Ferrante G., Mariani F., Traversetti L. & Ellwood N. (2020). Habitat change and alteration of plant and invertebrate communities in waterbodies dominated by the invasive alien macrophyte *Lemna minuta* Kunth.- Biological invasions 22: 1325-1337.

Compeer A.E. (2018). Rapport Blauwe keten: Eendenkroos richting veevoer. Stichting Avans Hogeschool, Breda.

Denys L., Adriaens T. & Packet J. (2014). Advies betreffende de bestrijding van verspreidbladige waterpest, *Lagarosiphon major*, in het bijzonder op twee locaties te Gent. Adviezen van het Instituut voor Natuur-en Bosonderzoek (INBO.2014.3149), Brussel.

Devlamynck R., Vanherpe I., Leenknecht J. Meers E. & Eeckhout M. (2021). Karakterisatie van eendenkroos en zijn verwerkingstappen. Wat is de samenstelling van eendenkroos en zijn verwerkte producten? Inagro vzw - Dienst Energie & Circulaire economie.

de Winton M., Jones H.F., Edwards T., Özkundakci D., Wells R., McBride C.G., Rowe D.K., Hamilton D.P., Clayton J., Champion P. & Hofstra D. (2013). Review of best management practices for aquatic vegetation control in stormwater ponds, wetlands, and lakes, Auckland Council Technical report, TR2013/026, Auckland.

Duong T.P. & James M.T. (1985). Nitrogen fixation by naturally occurring duckweed-cyanobacterial associations. - Canadian Journal of Microbiology 31: 327-330.

Gérard J. & Triest L. (2014). The effect of phosphorus reduction and competition on invasive lemnids: life traits and nutrient uptake. - International Scholarly Research Notices Botany.

Holshof G., Hoving I. E. & Peeters E.T.H.M. (2010). *Eendenkroos: van afval tot veevoer= Duckweed from waste to animal feed* (No. 306). - Wageningen UR Livestock Research, Wageningen.

Kufel L., Strzałek M., Konieczna A. & Izdebska K. (2010) The effect of *Stratiotes aloides* L. and nutrients on the growth rate of *Lemna minor* L. - Aquatic Botany 92: 168-172.

¹⁰ https://www.h2owaternetwerk.nl/images/12artikelimages/H2O-Online_1612-06_Remote_sensing_-_Blaas_et_al.pdf

¹¹ <https://www.cabi.org/isc/datasheet/108968>

- Lamers L.P.M., Schep S., Geurts J. & Smolders A.J.P. (2012). Erfenis fosfaatrijk verleden: Helder water met woekerende waterplanten. – H2O 13: 29–31.
- Landolt E. (1957). Physiologische und ökologische Untersuchungen an Lemnaceen. - Berichte der Schweizerische Botanische Gesellschaft 67: 271-410.
- Mariani F., Ellwood N.T.W., Zuccarello V. & Ceschin S. (2020). Compatibility of the invasive alien *Lemna minuta* and its potential biocontrol agent *Cataclysta lemnata*. - Water 12: 2719.
- Nagelkerke L., Peeters E., Moonen J. & van Smeden J. (2018). Effecten van Graskarper op de kwaliteit van watersystemen - STOWA 2018-03.
- Paolacci S., Harrison S. & Jansen M.A. (2016). A comparative study of the nutrient responses of the invasive duckweed *Lemna minuta*, and the native, co-generic species *Lemna minor*. - Aquatic Botany 134: 47-53.
- Paolacci S., Jansen M. A. & Harrison S. (2018). Competition between *Lemna minuta*, *Lemna minor*, and *Azolla filiculoides*. Growing fast or being steadfast? - Frontiers in chemistry, 6: 207.
- Papoulias D.M., Candri J.S., Jenkins J.A.A & Tillitt D.E (2011). Verification of ploidy and reproductive potential in triploid black carp and grass carp. *In Invasive Asian Carps in North America*. Edited by D.C. Chapman and M.H. Hoff. American Fisheries Society Symposium 74, Bethesda Maryland: 251–266.
- Peeters E.T.M., van Zuidam J.P., van Zuidam B.G., Van Nes E.H., Kosten S., Heuts P.G., Roijackers R.M., Netten J.J. & Scheffer M. (2013). Changing weather conditions and floating plants in temperate drainage ditches. - Journal of Applied Ecology 50: 585-593.
- Pipalova I. (2006). A review of grass carp use for aquatic weed control and its impact on water bodies. - Journal of Aquatic Plant Management 44: 1-12.
- Reeder R.H., Bacon E.T.G., Caiden M.J., Bullock R.J. & González-Moreno P. (2018). Effect of population density of the Azolla weevil (*Stenopelmus rufinusus*) on the surface cover of the water fern (*Azolla filiculoides*) in the UK. – BioControl 63: 185-192.
- Schiphouwer M., Kessel N.V., Matthews J., Leuven R.S., Koppel S., Kranenbarg J., Haenen O.L., Lenders H.J., Nagelkerke L. & Velde G. (2014). Risk analysis of exotic fish species included in the Dutch Fisheries Act and their hybrids.
- Silva A. F., Cruz C., Pitelli R.L.C.M. & Pitelli R.A. (2014). Use of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) as a biological control agent for submerged aquatic macrophytes. - Planta Daninha 32: 765-773.
- Smith S.D.P. (2014). The roles of nitrogen and phosphorus in regulating the dominance of floating and submerged aquatic plants in a field mesocosm experiment. - Aquatic Botany 112: 1-9.
- Stanley J.G., Woodard W.M. & Sutton D.L. (1978). Reproductive requirements and likelihood for naturalization of escaped grass carp in the United States. - Transactions of the American Fisheries Society 107: 119-128.
- STOWA (1992). Ontstaan en bestrijden van deklagen van kroos. Modelmatige benadering van de kroosontwikkeling en beoordeling van beheersbaarheid. - STOWA 1992-10.
- STOWA (1997). Ontstaan en bestrijden van deklagen van kroos. Inventarisatie en beoordeling van verwerkingsmogelijkheden voor kroos. - STOWA 1997-17.

Van der Aa B., Vriens L., Van Kerckvoorde A., De Becker P., Roskams P., De Bruyn L., Denys L., Raman M., Van den Bergh E., Wouters J. & Hoffmann M. (2015). Effecten van klimaatverandering op bos en natuur. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015 (INBO.R.2015.9952476). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

van der Veer G. & Nentwig W. (2015). Environmental and economic impact assessment of alien and invasive fish species in Europe using the generic impact scoring system. - Ecology of Freshwater Fish 24: 646-656.

Van Echelpoel W., Boets P. & Goethals P.L.M. (2016). Functional response (FR) and relative growth rate (RGR) do not show the known invasiveness of *Lemna minuta* (Kunth). - PLoS ONE 11(11): e0166132.

van Gerven L.P., de Klein J.J., Gerla D.J., Kooi B.W., Kuiper J.J. & Mooij W.M. (2015). Competition for light and nutrients in layered communities of aquatic plants. - The American Naturalist 186: 72-83.

Van Landuyt W., Hoste I., Vanhecke L., Van den Bremt P. Vercruyse W. & De Beer D. (2006) Atlas van de Flora van Vlaanderen en het Brussels gewest. Nationale Plantentuin en het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek i.s.m. Flo.Wer. vzw, Brussel.

Van Landuyt W. (2007). Herkenning van de vier in België voorkomende drijvende *Lemna*-soorten. - Dumortiera 91:16-20.

van Liere L., Janse J.H. & Arts G.H.P. (2007). Setting critical nutrient values for ditches using the eutrophication model PCDitch. - Aquatic Ecology 41: 443-339.

van Zuidam J.P. & Peeters E.T.H.M. (2013) Occurrence of macrophyte monocultures in drainage ditches relates to phosphorus in both sediment and water. - SpringerPlus 2: 564.

Weeda E.J., Westra R., Westra C. & T. Westra (1994). Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties (deel 5). IVN, Amsterdam.

Zajicek P., Goodwin A.E. & Weier T. (2011). Triploid grass carp: triploid induction, sterility, reversion, and certification. - North American Journal of Fisheries Management 31: 614-618.