



Vlaanderen
is wetenschap

Kennisopbouw invasieve duizendknopen

Opvolging van oppervlakteverandering en
onderzoek naar efficiëntie van manueel uitspitten

Marijke Thoonen, Andy Van Kerckvoorde, Luc De Geest, Bart Christiaens

**INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK**

Auteurs:

Marijke Thoonen , Andy Van Kerckvoorde , Luc De Geest, Bart Christiaens 

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Reviewer:

Frédérique Steen

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.

Vestiging:

Herman Teirlinckgebouw

INBO Brussel

Havenlaan 88 bus 73, 1000 Brussel

vlaanderen.be/inbo

e-mail:

marijke.thoonen@inbo.be

Wijze van citeren:

Marijke Thoonen, Andy Van Kerckvoorde, Luc De Geest, Bart Christiaens (2024). Kennisopbouw invasieve duizendknopen. Opvolging van oppervlakteverandering en onderzoek naar efficiëntie van manueel uitspitten. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2024 (33). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

DOI: doi.org/10.21436/inbor.106569450

D/2024/3241/307

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2024 (33)

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Hilde Eggermont

Foto cover:

Japane duizendknoop (Jeroen Mentens/Vilda)

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:

De Vlaamse Waterweg nv, Havenstraat 44, 3500 Hasselt



Dit werk valt onder een [Creative Commons Naamsvermelding-GelijkDelen 4.0 Internationaal-licentie](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

KENNISOPBOUW INVASIEVE DUIZENDKNOPEN

**Opvolging van oppervlakteverandering en onderzoek
naar efficiëntie van manueel uitspitten**

Marijke Thoonen, Andy Van Kerckvoorde, Luc De Geest, Bart Christiaens

doi.org/10.21436/inbor.106569450

Dankwoord/Voorwoord

Dit onderzoek is tot stand gekomen via de samenwerkingsovereenkomst inzake ecologische advisering en onderzoek tussen De Vlaamse Waterweg nv en het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Het onderzoek behoort tot het onderzoeksproject 'bermbeheer' binnen het thema 'vallei'.

We danken de vertegenwoordigers van DVW voor het opvolgen van deze studie, in het bijzonder Piet Thys, Nathalie Devaere en Valerie Vandeurzen.

We danken collega Hans Van Calster voor de ondersteuning bij het uitwerken van de methodologie en de statistisch onderbouwde analyse van de resultaten. We danken ook Sus Willems, expert beheer, voor zijn kritisch-analytische houding en neus voor werkbare praktijkoplossingen. Zijn uitgebreide ervaringen en grote gedrevenheid stuwden en vormden het onderzoek naar en het duurzaam beheer van invasieve duizendknoop in Vlaanderen.



Samenvatting

Gevestigde invasieve duizendknoopruigtes nemen jaar na jaar meer ruimte in waarbij open en lagere vegetaties zo goed als volledig verdrongen worden. Beheerders hebben geïntegreerde ecologische en economische argumenten om over te gaan tot een aangepast beheer of tot de bestrijding ervan. Een duurzame aanpak heeft een positief effect, is niet overdreven duur en gebruikt geen herbiciden. We kozen twee zulke beheervormen uit en evalueerden hun effectiviteit:

- 1) Om nulbeheer te evalueren vergeleken we dit beheer met maaibeheer.
- 2) We onderzochten het effect van manueel uitspitten na besmetting via grondverzet.

Oppervlakteverandering van duizendknoopruigtes onder nulbeheer en maaibeheer

We vinden een grote variatie tussen ruigtes wat betreft de jaarlijkse oppervlakteverandering en geen effect van beheer daarop. Wellicht wordt uitbreiding of inkrimping gestuurd door allerlei op elkaar inwerkende factoren eigen aan de omgeving en het karakter van een ruigte. We kregen een algemeen beeld van de uitbreidingsnelheid van invasieve duizendknoopruigtes: een goede 1/3^e van de ruigtes uit onze dataset kon jaarlijks 0 tot 10% uitbreiden; 1/5^e kon 10-20% uitbreiden en nog eens een kleine 1/5^e 20-30%. Zo'n 7% van de ruigtes uit onze dataset kromp in. Ongeveer 1/5^e van de ruigtes groeide jaarlijks met meer dan 50%. Dat waren voornamelijk ruigtes kleiner dan 4m². Voorgaand resultaat benadrukt nogmaals het belang van 'snel opsporen en ingrijpen'. Door jaarlijkse inspectie van de terreinen en snelle verwijdering van kleine groeiplekken door handmatig uitspitten, kan de algemene aanwezigheid in de toekomst verminderd worden ten opzichte van niets doen.

We toonden statistisch aan dat bij nulbeheer de oppervlakte-uitbreiding gemiddeld even snel verloopt als bij maaibeheer. We vonden echter dat het risico op snelle uitbreiding groter is bij maaibeheer dan bij nulbeheer. Anderzijds kan maaibeheer de uitbreiding ook onderdrukken. Welke kant het uitgaat onder maaibeheer is zeer moeilijk in te schatten en wellicht afhankelijk van de vitaliteit van een ruigte in combinatie met de omgevings- en milieuocondities. Om deze reden, maar ook om het risico op verspreiding via fragmenten te beperken, blijven we nulbeheer adviseren daar waar mogelijk.

Effectiviteit en efficiëntie van manueel uitspitten

Met manueel uitspitten kan invasieve duizendknoop effectief en efficiënt bestreden worden op voorwaarde dat de wortelstokken niet veel dieper zitten dan ongeveer een halve meter zodat ze kunnen worden uitgegraven. Manueel uitspitten kan vooral ingezet worden voor de bestrijding van recent gevestigde, omdat die nog geen uitgebreid wortelstok-netwerk ontwikkelden.



Aanbevelingen voor beheer en/of beleid

Pragmatisch kunnen we ervan uitgaan dat een gevestigde duizendknoopruigte jaarlijks 10-20% uitbreidt. Beheerders kunnen op basis van deze vuistregel uitrekenen hoe de oppervlakte duizendknoop-ruigte, als ze gekend is, op hun terreinen zal evolueren in de toekomst en welk aandeel van de totale beheer-oppervlakte zal bedekt zijn met duizendknoop-ruigte. Deze rekenoefening kan een aangepast duizendknoop-beheer motiveren en onderbouwen.

We adviseren jaarlijkse terrein-inspectie in de periode eind april tot begin mei voor het opsporen en markeren van kleine duizendknoopruigtes (< 4m²). Wortelstokken worden best kort daarna manueel uitgespit en afgevoerd, nog voor de algemene maaibeuren die veel bermen en taluds krijgen vanaf midden juni. Dit aangepast beheer vermindert de toekomstige aanwezigheid van invasieve duizendknoop in sterke mate, op voorwaarde dat de wortelstokken niet te diep zitten zodat ze uitgegraven kunnen worden.

Voor gevestigde ruigtes adviseren we om vast te houden aan nulbeheer daar waar mogelijk. Hierbij is het risico op snelle uitbreiding kleiner dan bij maaibeheer. Bovendien is dit een vorm van preventie: het risico dat nieuwe groeiplaatsen ontstaan uit afgemaaide en weggeslingerde wortelstokfragmenten blijft uit.

We raden aan om de duizendknoop-ruigtes die bestreden worden of een aangepast beheer krijgen zoals nulbeheer of uitspit-beheer af te palen op het terrein. Niet gemarkeerde locaties worden vaak meegemaaid omdat ze minder zichtbaar zijn voor bestuurders van maaimachines.



English abstract

Established invasive knotweed takes up more space year after year, with open and lower vegetation being completely displaced. Managers have sound ecological and economic arguments to implement control management. A sustainable approach has a positive effect, is not overly expensive and does not use herbicides. We selected two such supposed management forms and evaluated their effectiveness:

- 1) To evaluate zero management, we compared this management with mowing management.
- 2) We investigated the effect of manual digging out after infestation through earth moving.

Surface change of knotweed under zero management and mowing management

We find a large individual variation in terms of annual surface change and no effect of management. Perhaps surface-expansion or contraction is driven by a variety of interacting factors specific to the environment and the individual character of the knotweed-patch. The yearly expansion rate of invasive knotweed is 0-10% for a bit more than 1/3th of the patches in our dataset; 1/5th could expand 10-20% and just under 1/5th could expand 20-30%. About 7% of the patches in our dataset shrank. About 1/5th of the patches grew more 50% annually. These patches were mainly smaller than 4m². The preceding result again emphasizes the importance of 'early detection and rapid response'. Annual inspection of sites and quick removal of small growth spots by manual uprooting of stems can reduce the overall presence in the future compared to doing nothing.

We showed statistically that with zero management, area expansion is on average as fast as with mowing. However, we found that the risk of rapid expansion is higher with mowing than with zero management. On the other hand, mowing can also suppress expansion. The possible positive (reduction) or negative (expansion) outcome of mowing is very difficult to predict and may depend on individual vitality in combination with environmental and surrounding conditions. For this reason, but also to reduce the risk of new infections through spreading of knotweed-fragments, we recommend zero management where possible.

Effectiveness and efficiency of manual uprooting

Manual uprooting of invasive knotweed can be an effective and efficient control-method provided the rhizomes are not much deeper than half a meter and can be dug out. Manual uprooting is specifically beneficial for the control of recently established populations that haven't established an extensive rhizome network.

Recommendations for management and/or policy

Pragmatically, we can assume that an established knotweed patch expands 10-20% annually. Managers can use this rule of thumb to calculate how the area of knotweed, if known, on their sites will evolve in the future and what proportion of the total area under their management will be covered by knotweed. This calculation exercise can motivate and underpin appropriate knotweed management.

We recommend annual site inspection in the period late April to early May to detect and mark small knotweed patches (< 4m²). Rhizomes are best dug out and removed manually shortly afterwards before the full coverage mowing from mid-June on. This adapted management



greatly reduces the future presence of invasive knotweed provided the rhizomes are not too deep so that they can be dug out.

For established patches, we recommend sticking to zero management where possible. Here, the risk of rapid expansion is lower than with full coverage mowing. Moreover, this is a form of prevention: it eliminates the risk of new growth from cut and thrown away rhizome fragments.

We recommend that knotweed patches with control or adapted management such as zero or uprooting management are marked in the field. Unmarked sites are often mowed together with the other vegetation because they are less visible to drivers of mowers.



Inhoudstafel

Dankwoord/Voorwoord	2
Samenvatting	3
Aanbevelingen voor beheer en/of beleid	4
English abstract	5
Inhoudstafel	7
1 Inleiding	10
2 Materiaal en methode	12
2.1 Opvolging contouren	12
2.1.1 Studiegebied	12
2.1.2 Proefopzet	13
2.2 Manueel uitspitten	14
2.2.1 Studiegebied	14
2.2.2 Proefopzet	14
3 Resultaten	17
3.1 Opvolging contouren	17
3.1.1 De totale dataset	17
3.1.2 Maaibeheer en nulbeheer vergeleken	18
3.1.3 Statistische analyse	20
3.2 Manueel uitspitten	20
4 Discussie	24
4.1 Opvolging contouren	24
4.2 Manueel uitspitten	27
Referenties	30
Bijlage	32
Bijlage 1. Groeiplaatsen van invasieve duizendknoop samen met de inschatting van het aantal stengels in de drie onderzoekslocaties.	32



Lijst van figuren

Figuur 1. Overzicht van de onderzoekslocaties.	13
Figuur 2. Situering van de drie onderzoekstrajecten langs het Afleidingskanaal van de Leie waar het onderzoek rond manueel uitspitten werd uitgevoerd (topokaart 1:50000, AGIV 2009).	15
Figuur 3. De oppervlakte van een duizendknoopruigte in 2018 (oranje) en de oppervlakte in 2021 (bruin). Waar de ruigte niet begrensd is door water (in het noorden) zien we een uitbreiding van de randzone (orthofoto 2021, AGIV 2021).	17
Figuur 4. De verdeling van de relatieve jaarlijkse uitbreiding van 44 duizendknoopruigtes.	18
Figuur 5. Boxplots van de relatieve jaarlijkse oppervlakteverandering, $\log(\text{eindoppervlakte}/\text{beginoppervlakte})/\text{aantal jaar}$, bij nulbeheer en maaibeheer. De kleur van de boxplots verschilt afhankelijk van het beheertype. De box geeft het bereik tussen het 25ste percentiel (Q1) en 75ste percentiel (Q3) weer. De whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 25ste en het 75ste $\pm 1,5^*$ de interkwartielafstand (Q3-Q1). De punten boven en onder de verticale lijnen zijn de uitbijters. De horizontale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer.	19
Figuur 6. Weergave van de modeloutput. De relatieve oppervlakteverandering (y-as) wordt weergegeven in functie van het beheer (x-as).	20
Figuur 7. Het aantal stengels van invasieve duizendknoop op de locatie net stroomopwaarts Schipdonkbrug van 2017 tot en met 2022. De blauwe balken geven het aantal stengels in het traject met uitspitten; de oranje balken het aantal in het traject zonder uitspitten.	21
Figuur 8. Het aantal stengels van invasieve duizendknoop op de locatie net stroomopwaarts Merendreebrug van 2017 tot en met 2022. De blauwe balken geven het aantal stengels in het traject met uitspitten; de oranje balken het aantal in het traject zonder uitspitten.	22
Figuur 9. Het aantal stengels van invasieve duizendknoop op de locatie net stroomopwaarts de brug van de E40 van 2017 tot en met 2022. De blauwe balken geven het aantal stengels in het traject met uitspitten; de oranje balken het aantal in het traject zonder uitspitten.	22
Figuur 10. Het aantal stengels van invasieve duizendknoop dat teruggroeit in de periode 2018-2022 ten opzichte van het aantal in 2017 uitgedrukt in procenten. Blauwe balken geven het percentage weer in trajecten met uitspitten; oranje balken het percentage in trajecten zonder uitspitten.	23
Figuur 11. Verdeling van de ruigtes uit onze dataset (in percent) volgens de mate waarin ze jaarlijks, relatief (in percent) uitbreiden.	25



Lijst van foto's

Foto 1. De klepelmaaier die de randen van jaagpaden maait, neemt ook de her en der opschietende stengels van invasieve duizendknoop mee (foto: Marijke Thoonen).	11
Foto 2. Eind april of begin mei werden de groeilocaties en het aantal stengels op die locaties van Japanse duizendknoop geïnventariseerd.	16
Foto 3. Duizendknoopruigte afgespannen met palen en draad om maaien te voorkomen (foto: Marijke Thoonen).	26
Foto 4. Uitgegraven wortelstokfragment van invasieve duizendknoop (foto: Andy Van Kerckvoorde).	27
Foto 5. Foto van het controle-traject met nulbeheer 800 m stroomopwaarts Schipdonkbrug. Vijf jaar na een besmetting kan invasieve duizendknoop sterk uitgroeien wanneer geen bestrijdings- of controlemaatregelen worden genomen (foto: Andy Van Kerckvoorde).	29

Lijst van tabellen

Tabel 1. De gebruikte klassen voor het inventariseren en schatten van het aantal stengels per groeilocatie.	14
Tabel 2. Het gemiddelde en de mediane waarde van de relatieve oppervlakte-uitbreiding voor de gemaaide ruigtes en de ruigtes met nulbeheer.	19



1 Inleiding

Op heel wat dijken en bermen komt invasieve duizendknoop (*Fallopia* spp. of *Reynoutria* spp.) voor (Van de Meutter *et al.*, 2012; Vandevoorde *et al.*, 2019; Van Kerckvoorde & De Geest, 2023). De planten beschikken over een zeer dicht netwerk van ondergrondse wortelstokken vol reservestoffen. Invasieve duizendknopen lopen al vroeg in het seizoen uit en produceren veel biomassa. Hierdoor worden alle andere plantensoorten weggeconcentreerd en blijven eentonige duizendknoopruigtes over.

Nieuwe besmettingen ontstaan uit wortelstokken en de onderste delen van stengels. Die plantendelen regenereren makkelijk en worden vaak onopzettelijk verspreid door graaf- of beheerwerken. Eenmaal gevestigd, worden duizendknoopruigtes jaar na jaar groter doordat hun wortelstokken ondergronds in alle richtingen uitgroeien.

Wanneer invasieve duizendknopen dicht bij het jaagpad groeien, kan er tijdens het groeiseizoen hinder ontstaan door overhangende stengels. Ruigtes op taluds of aan oevers hinderen de visuele inspectie en evaluatie van de infrastructuurkwaliteit. In het najaar sterven de bovengrondse delen volledig af en blijft een kale bodem over waardoor een risico op erosie of instabiliteit aan dijken optreedt. Invasieve duizendknopen zijn dan ook een prioritair te bestrijden invasieve exoot vermits ze de stabiliteit, de integriteit en het functioneren bedreigen van de infrastructuur onder beheer van De Vlaamse Waterweg nv (Steen *et al.*, 2024)

Op dijken en bermen worden duizendknopen vaak meegemaaid met de overige grazige vegetatie (Foto 1). Verschillende studies raden veelvuldig maaien (bv. om de twee weken tijdens het groeiseizoen) af omdat het weinig effectief, economisch en ecologisch duurzaam zou zijn en omwille van de kans op verspreiding van stengel- en wortelstokfragmenten waaruit nieuwe populaties kunnen ontstaan (Bashtanova *et al.*, 2009; Delbart *et al.*, 2012; Gover *et al.*, 2005; Jones *et al.*, 2018; Kabat *et al.*, 2006; Soll, 2004; Thoonen & Willems, 2018; Vandevoorde *et al.*, 2017). Over het effect van laagfrequent (één tot drie keer per groeiseizoen) maaien op duizendknoopruigtes bestaat nog onduidelijkheid. Bronnen en getuigenissen melden dat door maaien het aantal stengels kan afnemen of dat die in hetzelfde seizoen minder hoog teruggroeien waardoor hinder wordt verminderd. Andere bronnen wijzen dan weer op het risico op snelle ondergrondse uitbreiding van het wortelstoknetwerk door activatie van de wortelstokknoppen (Beerling *et al.*, 1994; Delbart *et al.*, 2012).





Foto 1. De klepelmaaier die de randen van jaagpaden maait, neemt ook de her en der opschietende stengels van invasieve duizendknoop mee (foto: Marijke Thoonen).

Voor het beheer en de bestrijding van invasieve duizendknoop willen we methoden gebruiken die op lange termijn resultaat opleveren, niet overdreven duur zijn en geen gebruik maken van herbiciden. Maatregelen met slechte resultaten of waarvan de kostprijs niet gedragen kan worden over een langere periode ondermijnen het duurzaam lange-termijnbeheer (Jones *et al.*, 2018, 2020). De meest voor de hand liggende beheerdoelen voor een groeiplaats zijn 1) de uitbreiding van een ruigte beperken of 2) de groeiplaats uitroeien. We nemen in deze studie geen bestrijdingsvormen op die invasieve duizendknoop tijdelijk onderdrukken. Immers, na het stopzetten van dergelijk beheer, groeien ruigtes terug uit en nemen die in de daarop volgende jaren niet zelden een grotere oppervlakte in dan voor de start van de bestrijding.

Om de weg naar een duurzaam beheer te begeleiden en uiteindelijk te realiseren is empirisch bewijs nodig dat de effectiviteit ervan onderbouwt. We onderzochten daarom de resultaten van verondersteld duurzaam beheer in twee specifieke gevallen:

1. Bij **nulbeheer** worden duizendknoopruigtes bewust gespaard van elke vorm van beheer en verstoring (inclusief kappingen). De vorming van ondergrondse uitlopers en hieraan gekoppelde uitbreiding zou hierdoor trager verlopen (Beerling *et al.*, 1994). Wanneer duidelijk werd dat klepelmaaien van duizendknoopruigtes nieuwe besmettingen kan veroorzaken, gingen enkele beheerders over tot nulbeheer waar dat mogelijk was (Van de Meutter *et al.* 2012, Thoonen en Willems, 2018). De oppervlakte-uitbreiding van 45 ruigtes in uiteenlopende milieus werd over een periode van 3 of 4 jaar opgevolgd. We vergeleken de uitbreiding van ruigtes die jaarlijks gemaaid werden met ruigtes die onbeheerd bleven.



2. Bij **manueel uitspitten** worden wortelstokken zoveel als mogelijk opgegraven met een spade of riek (Thoonen & Willems, 2018). De voorwaarde voor het toepassen van deze methode is dat de besmettingen niet te diep onder het maaiveld zitten zodat de wortelstokken die de nieuwe stengels produceren, kunnen worden uitgegraven. We verwachten dat deze maatregel efficiënt en effectief is bij recente besmettingen omdat er dan nog geen uitgebreid wortelstoknetwerk is gevormd. Het einddoel van deze methode is het uitroeien van de besmetting. We onderzochten de efficiëntie van manueel uitspitten bij nieuwe besmettingen van invasieve duizendknoop langs het Afleidingskanaal van de Leie.

2 Materiaal en methode

2.1 Opvolging contouren

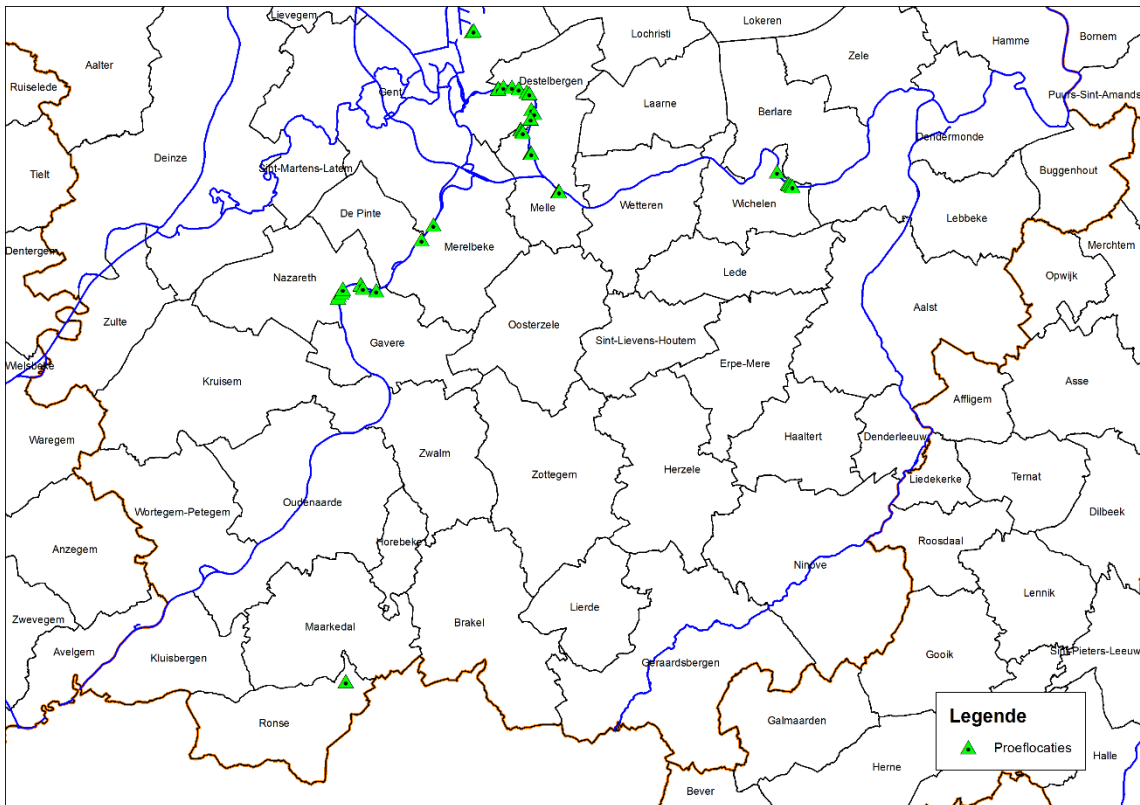
2.1.1 Studiegebied

De gekozen onderzoekslocaties liggen in de gemeenten Gent, Melle, Wetteren, Merelbeke, De Pinte, Nazareth en Gavere (Figuur 1 en [weblink naar de onderzoekslocaties](#)). We focussen op ruigtes die groeien op de dijken van de Boven- en Benedenschelde, maar volgden ook ruigtes op langsheen een onbevaarbare waterloop, in een wegberm en in natuurgebied.

Overzicht van de onderzoekslocaties:

- Het talud aan rivierzijde van een bevaarbare waterloop
 - 12 langsheen de Benedenschelde,
 - 10 langsheen de Bovenschelde,
- Het talud aan de landzijde van een bevaarbare waterloop
 - 11 langsheen de Benedenschelde,
 - 1 langsheen de Bovenschelde,
- De oever van een onbevaarbare waterloop
 - 4 langsheen een waterloop van categorie 2 op de grens tussen Gent en Melle,
- In natuurgebied
 - 2 in het Muziekbos in Ronse,
 - 1 in de Gentbrugse Meersen,
- In een wegberm
 - 2 locaties in het noorden van Gent.





Figuur 1. Overzicht van de onderzoekslocaties.

2.1.2 Proefopzet

Om de oppervlakte-verandering over meerdere jaren te meten, was het doel om onderzoekslocaties te kiezen die nog in alle richtingen konden uitbreiden. De meeste groeilocaties worden echter aan één of twee zijden begrensd door een weg, waterloop of andere infrastructuur. Het was niet mogelijk om enkel vrijstaande haarden te vinden: veel haarden uit het experiment zijn langs één of twee zijden ingesloten door barrières.

In 2018, 2019 en in 2021/2022 werd de contour van 45 haarden nauwkeurig ingemeten. De rand van elke ruigte werd in een omtrekkende beweging afgestapt. De posities van de stengels (x- en y-coördinaat) die de rand van de haard bepalen, werden ingemeten met een RTK-GPS. Punten waarvan de ingemeten locatie meer dan 30 cm afwijkt van de werkelijke positie (in horizontale en verticale richting) werden uit de dataset verwijderd. De meeste posities zijn ingemeten met een nauwkeurigheid kleiner dan 10 cm. De meetstok werd geplaatst daar waar de stengels beginnen overhangen. We konden niet meten aan de voet van de stengels omdat het overhangende bladerdek een voldoende nauwkeurige meting verhindert.

De bestanden met randpunten werden omgezet naar een polygonen-kaart met contouren van de ruigtes: één kaart voor het jaar 2018 en één voor het jaar 2021/2022. Dit laat toe om gedetailleerd de oppervlakte van elke ruigte te berekenen en te vergelijken in de tijd. Eén locatie moesten we laten vallen, omdat die tijdens de looptijd van het onderzoek vergraven en bebouwd werd. In 2019 werden de contouren tussentijds ingemeten ter controle. Voor onze analyse (zie paragraaf 3.1) was het niet nodig om de contouren van 2019 mee te nemen.



2.2 Manueel uitspitten

2.2.1 Studiegebied

Het onderzoek naar de effectiviteit en de efficiëntie van manueel uitspitten van invasieve duizendknoop vond plaats langs het Afleidingskanaal van de Leie op het grondgebied van Deinze, namelijk tussen 500 m stroomopwaarts de brug van de E40 tot de Schipdonkbrug (Figuur 2). Bij infrastructuurwerken in functie van het project Seine-Schelde, uitgevoerd tussen 2015 en 2017, is hier grondverzet gebeurd met grond geïnfecteerd door wortelstokken en/of stengelfragmenten van invasieve duizendknoop. Als gevolg duiken verspreid stengels op van invasieve duizendknoop.

Het onderzoek naar manueel uitspitten van invasieve duizendknoop gebeurde langsheen 3 onderzoekstrajecten (Figuur 2):

- De rechteroever stroomopwaarts Schipdonkbrug over een traject van 990 m,
- De linkeroever stroomopwaarts Merendreebrug over een traject van 170 m,
- De rechteroever stroomopwaarts de brug van de E40 over een traject van 430 m.

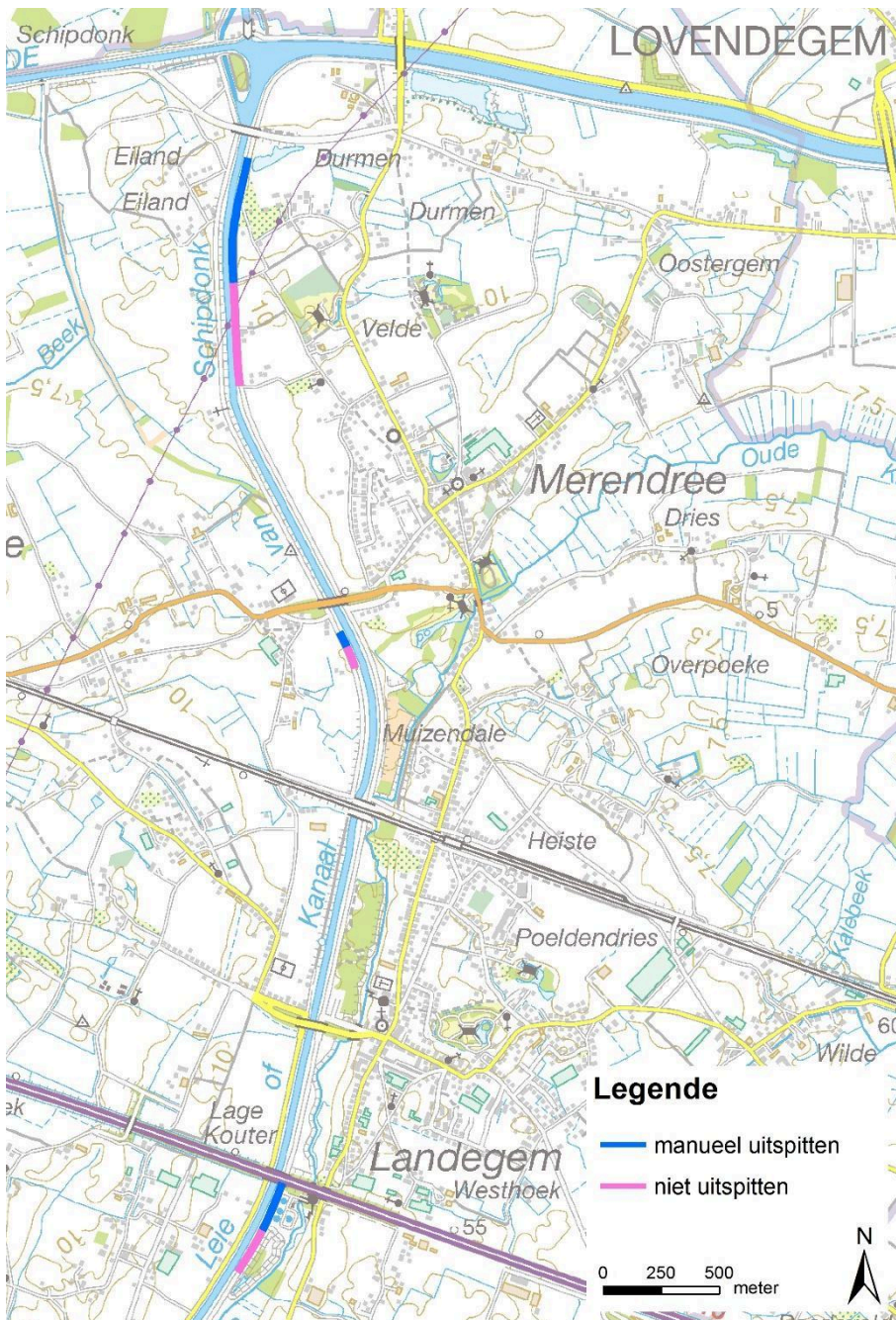
2.2.2 Proefopzet

Groeilocaties van invasieve duizendknoop werden ingemeten als een punt met een hand-GPS. De trajecten werden jaarlijks systematisch afgestapt waarbij voor iedere ingemeten groeilocatie het aantal stengels werd geschat volgens de klassen in Tabel 1 (Van Landuyt & Westra, 2019). Aangezien we ervan uitgaan dat de hand-GPS tot op 5m nauwkeurig meet, wordt het aantal stengels ingeschat binnen cirkels met 2,5 m straal rondom de observator. Om een raming van het totaal aantal stengels per traject te verkrijgen, is er gerekend met het gemiddelde van de klassen, behalve bij klasse E waar is gerekend met 51. Die laatste klasse bleek te breed. In de praktijk was het aantal stengels per groeilocatie nooit veel hoger dan 51.

Tabel 1. De gebruikte klassen voor het inventariseren en schatten van het aantal stengels per groeilocatie.

Klasse	Aantal stengels
A	1
B	2 – 5
C	6 – 25
D	26 – 50
E	51 – 500





Figuur 2. Situering van de drie onderzoekstrajecten langs het Afleidingskanaal van de Leie waar het onderzoek rond manueel uitspitten werd uitgevoerd (topokaart 1:50000, AGIV 2009).

Ieder traject werd verdeeld in twee gelijke delen. In de ene helft werd invasieve duizendknoop manueel uitgespit (Foto 2). In de andere helft werd enkel een jaarlijkse inventarisatie uitgevoerd zonder spitten. Het uitspitten gebeurde manueel met een gewone spade en dit één keer per jaar eind mei.





Foto 2. Eind april of begin mei werden de groeilocaties en het aantal stengels op die locaties van Japanse duizendknoop geïnventariseerd.

De inventarisatie van invasieve duizendknopen vond de eerste keer plaats in 2017. Na de inventarisatie werden halve trajecten een eerste keer manueel uitgespit. Ook in de overige 5 jaren gebeurde eerst de inventarisatie gevolgd door het uitspitten van een half traject.

Inventarisatie en manueel uitspitten gebeurden telkens eind april of begin mei. Vroeg in het groeiseizoen zijn de stengels van invasieve duizendknoop reeds uitgelopen, terwijl de pionier- of graslandvegetatie nog laag is. Dit vermindert de kans dat groeilocaties gemist worden.

Het onderzoek liep van 2017 tot en met 2022.

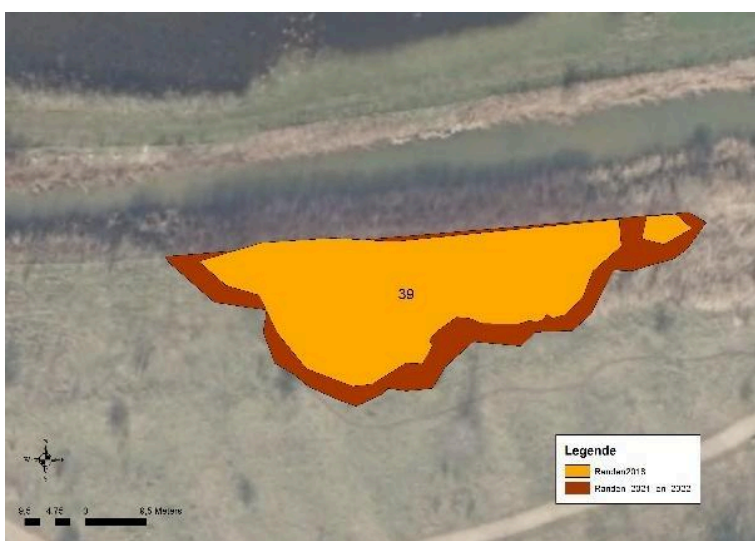


3 Resultaten

3.1 Opvolging contouren

3.1.1 De totale dataset

We beschikken voor elk van de 44 ruigtes over twee oppervlaktes: de ‘beginoppervlakte’ in 2018 en de ‘eindoppervlakte’ in 2021 of 2022 (zie Figuur 3 voor een voorbeeld). Aan de hand van deze data krijgen we een beeld van de oppervlakteveranderingen in de tijd.



Figuur 3. De oppervlakte van een duizendknooppriegte in 2018 (oranje) en de oppervlakte in 2021 (bruin). Waar de ruigte niet begrensd is door water (in het noorden) zien we een uitbreiding van de randzone (orthofoto 2021, AGIV 2021).

We berekenden de **relatieve** oppervlakte-uitbreiding omdat grote haarden meer zullen uitbreiden dan kleine haarden in absolute waarden. Het oppervlakteverschil tussen 2018 en 2021/2022 werd gedeeld door de oppervlakte in het eerste jaar. We doen dat om de oppervlakte-uitbreiding als gevolg van het beheer tijdens de drie jaren van het experiment in rekening te brengen. Die waarde werd vervolgens gedeeld door het aantal jaar tussen begin- en eindmeting. Zo begroten we de **relatieve jaarlijkse** uitbreiding voor elke ruigte; een variabele waarbij we ons iets kunnen voorstellen in de praktijk. Figuur 4 toont een histogram van de relatieve jaarlijkse uitbreiding:

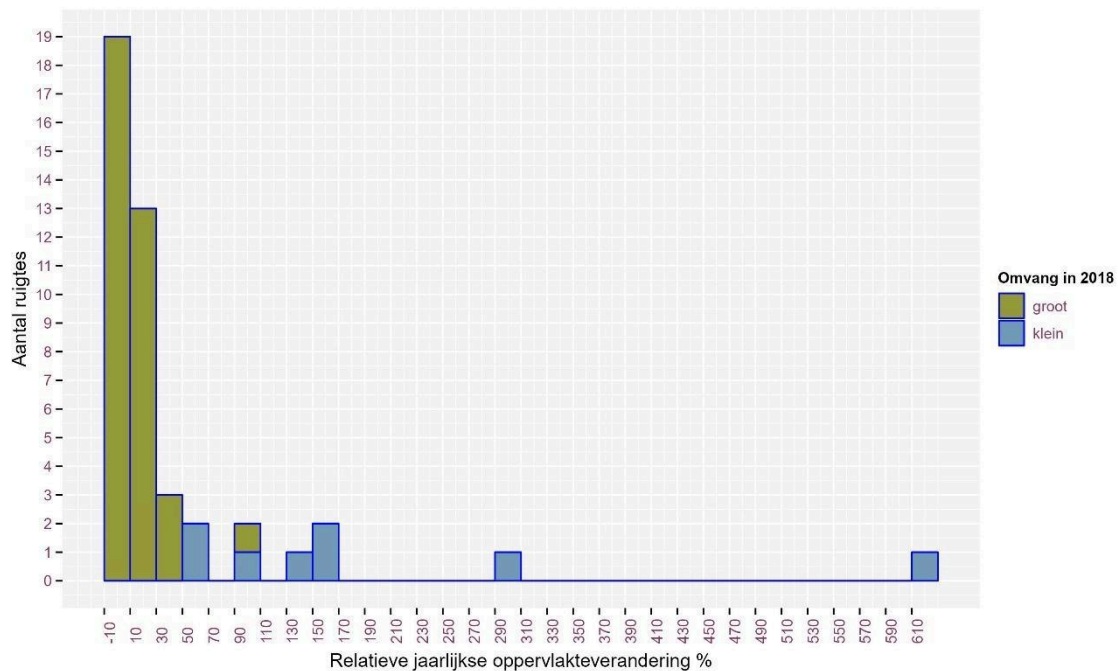
- 19 ruigtes groeiden jaarlijks niet meer dan 10 % aan. Drie ruigtes krompen jaarlijks zelfs licht in (minder dan 5 %);
- 13 ruigtes namen tussen 10-30 % toe;
- 3 ruigtes namen tussen 30-50 % toe;
- 9 ruigtes namen meer dan 50 % toe.

De ruigtes die meer dan de helft per jaar uitbreiden waren met uitzondering van één ruigte, kleiner dan 4m² (Figuur 4, blauwe balken). Dat is logisch, gezien kleine haarde minder op grenzen botsen. Die grenzen kunnen hard zijn, zoals een weg, maar het kan ook gaan om een



grens met een minder geschikte standplaats zoals een te natte situatie, een overschaduwde of omgeploegde situatie. De meeste duizendknoopharden botsen op een bepaald moment op zo'n grens, meestal langs één of twee zijden. Onze steekproef vertegenwoordigt dus een reële veldsituatie. De uitzondering die groter is dan 4m² werd jaarlijks meer dan dubbel zo groot (tussen 90-110% keer groter). De bewuste besmetting groeit op een toegangsweg en werd gedurende de looptijd van ons experiment meerdere keren per groeiseizoen gemaaid om de doorgang vrij te maken. Wellicht ontstonden hierdoor deelbesmettingen in de directe nabijheid.

Van de 9 ruigtes kleiner dan 4 m², kregen er 6 een nulbeheer en 3 een maaibeheer. Het aantal kleine ruigtes is te laag om betrouwbare uitspraken te doen over de invloed van maaibeheer of nulbeheer op de mate van uitbreiding.



Figuur 4. De verdeling van de relatieve jaarlijkse uitbreiding van 44 duizendknoopruigtes.

3.1.2 Maaibeheer en nulbeheer vergeleken

De gemaaide groep omvat 10 locaties terwijl de groep met nulbeheer 34 locaties omvat. Wegens een grote spreiding van de oppervlakteverandering, rapporteren we in deze paragraaf de log-getransformeerde relatieve oppervlakte = $\log(\text{eindoppervlakte}/\text{beginoppervlakte})$. Een log-transformatie maakt grote waarden heel veel kleiner, terwijl kleine waarden slechts een beetje kleiner worden. De log-transformatie maakt de dataset meer symmetrisch en grafisch gemakkelijker voor te stellen en te interpreteren.

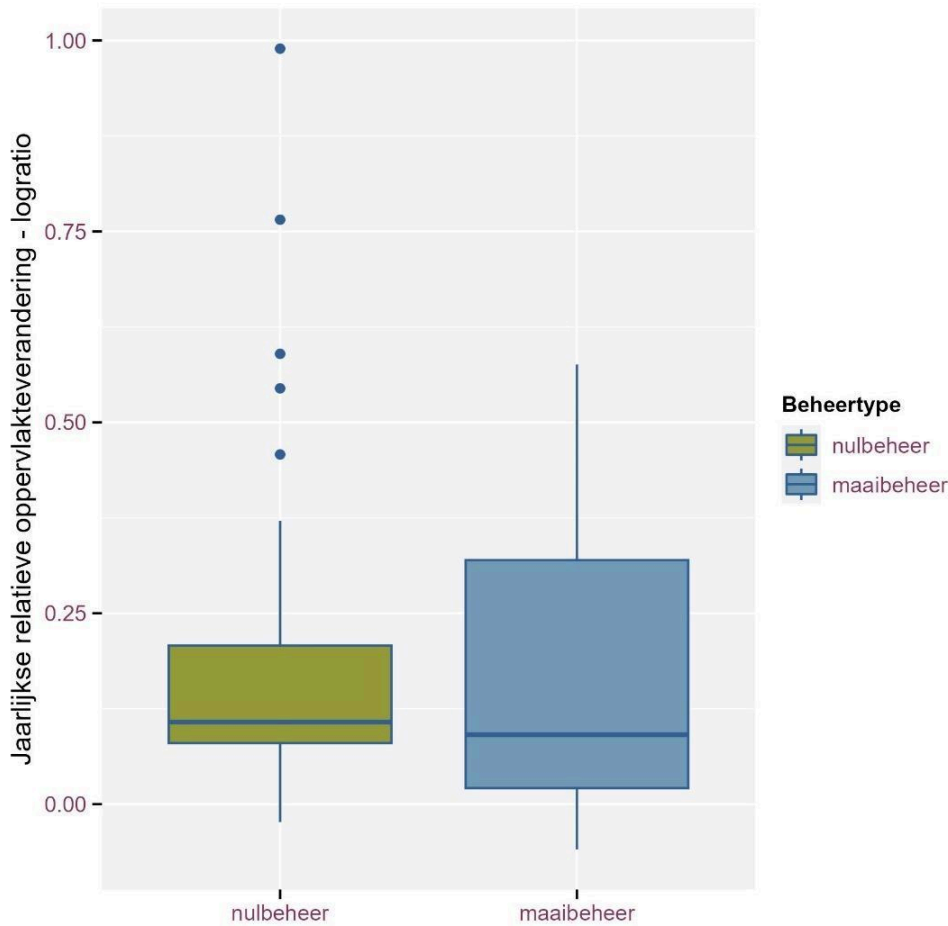
De *boxplot* in Figuur 5 toont de relatieve jaarlijkse oppervlakteverandering, $\log(\text{eindoppervlakte}/\text{beginoppervlakte})/\text{aantal jaar}$, bij nulbeheer en maaibeheer. Het gemiddelde en de mediane waarde van de relatieve oppervlakte-uitbreiding is groter voor de gemaaide ruigtes dan voor de ruigtes met nulbeheer (zie Tabel 2). Deze waarden verschillen



echter niet sterk. Verder valt op dat de spreiding van de in de gemaaide groep is veel groter dan in de groep met nulbeheer.

Tabel 2. Het gemiddelde en de mediane waarde van de relatieve oppervlakte-uitbreiding voor de gemaaide ruigtes en de ruigtes met nulbeheer.

Beheer	Mediaan	Gemiddelde
Nulbeheer	0,10	0,20
Maaibeheer	0,09	0,18



Figuur 5. *Boxplots* van de relatieve jaarlijkse oppervlakteverandering, $\log(\text{eindoppervlakte}/\text{beginoppervlakte})/\text{aantal jaar}$, bij nulbeheer en maaibeheer. De kleur van de *boxplots* verschilt afhankelijk van het beheertype. De *box* geeft het bereik tussen het 25^{ste} percentiel (Q1) en 75^{ste} percentiel (Q3) weer. De *whiskers* (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 25^{ste} en het 75^{ste} $\pm 1,5*$ de interkwartielafstand (Q3-Q1). De punten boven en onder de verticale lijnen zijn de uitbijters. De horizontale streep in de *box* geeft de mediane waarde van de metingen weer.



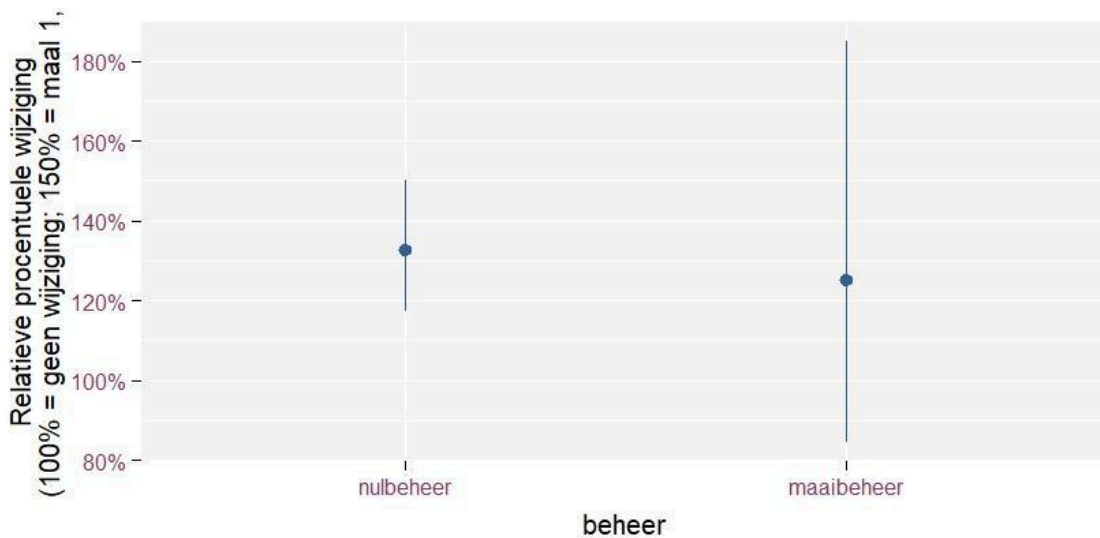
3.1.3 Statistische analyse

Om onze dataset statistisch te analyseren was het nodig om de onderzoeksvraag te vertalen naar de volgende hypothesen:

- De nulhypothese: de gemiddelde jaarlijkse uitbreiding van haarden met maaibeheer is gelijk aan de gemiddelde jaarlijkse uitbreiding van haarden met nulbeheer.
- De alternatieve hypothese: de gemiddelde jaarlijkse uitbreiding van haarden met maaibeheer is groter dan de gemiddelde jaarlijkse uitbreiding van de haarden met nulbeheer.

We fitten een model (*generalised least squares*) op de gehele dataset dat rekening houdt met de ongelijke spreiding van waarden tussen maaibeheer en nulbeheer. Het model heeft als verklarende variabelen de beginoppervlakte (verschillende omvang), het aantal jaren tussen begin- en eindmeting (drie of vier jaar) en het beheertype (nul- of maaibeheer). Verschillen in deze variabelen worden ingezet om de relatieve oppervlakteverandering, de responsvariabele, te modelleren. Het model heeft een goede 'fit' ($R^2 = 0,33$). Uit het model blijkt ook dat de variantie in ruigtes met maaibeheer 1,7 keer groter is dan de variantie in ruigtes met nulbeheer. Gemaaide ruigtes wijken dus meer af van het groepsgemiddelde dan ruigtes met nulbeheer. Dat is ook te zien op Figuur 6 die de modeloutput weergeeft.

Op dit model pasten we een ANOVA-test toe om te komen tot een p-waarde. Die toont aan dat er geen significant verschil is in gemiddelde toename tussen de groep met nulbeheer en de gemaaide groep. De p-waarde van 0,77 is veel groter dan de drempelwaarde van 0,05 wat maakt dat we de nulhypothese kunnen aanvaarden.



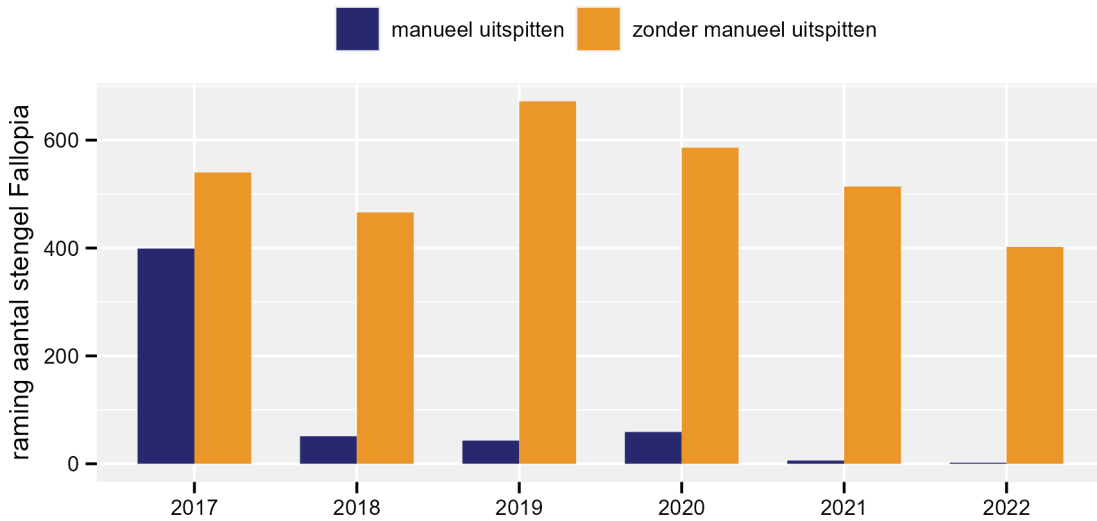
Figuur 6. Weergave van de modeloutput. De relatieve oppervlakteverandering (y-as) wordt weergegeven in functie van het beheer (x-as).

3.2 Manueel uitspitten

Stroomopwaarts de Schipdonkbrug is in 2017 een hoog aantal stengels geïnventariseerd. In het traject waar manueel werd uitspitten, schatten we het totaal op 400 stengels (Figuur 7, blauwe balken); in het traject zonder uitspitten bijna 550 (Figuur 7, oranje balken). In 2018, 2019 en



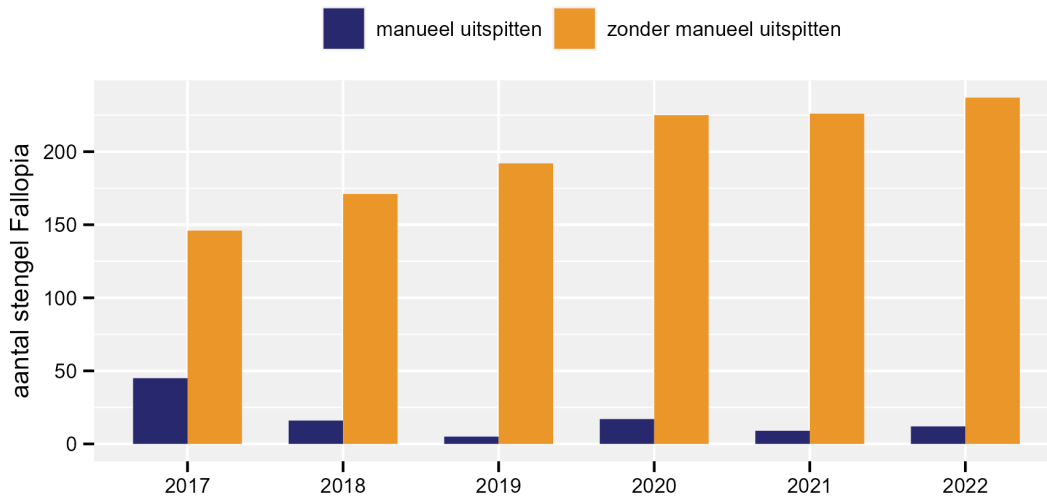
2020 bedraagt het aantal stengels in het traject met uitspitten iets meer of iets minder dan 50. In 2021 en 2022 worden in het traject met uitspitten amper stengels waargenomen. In het traject zonder uitspitten ligt het aantal ingeschatte stengels tussen 400 en 670 in de verschillende jaren (Figuur 7).



Figuur 7. Het aantal stengels van invasieve duizendknoop op de locatie net stroomopwaarts Schipdonkbrug van 2017 tot en met 2022. De blauwe balken geven het aantal stengels in het traject met uitspitten; de oranje balken het aantal in het traject zonder uitspitten.

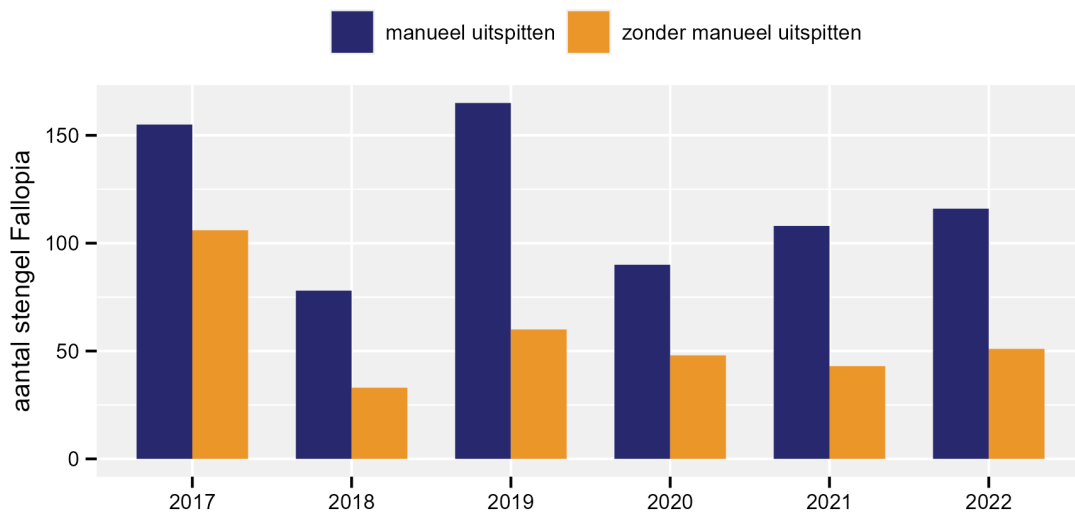
Stroomopwaarts Merendreebrug worden 45 stengels in het traject met manueel uitspitten geïnventariseerd in 2017. In de overige jaren ligt het aantal stengels steeds tussen 10 en 20 (Figuur 8, blauwe balken). In het traject zonder uitspitten is dat bijna 150 in 2017. Elk jaar stijgt het aantal stengels gestaag met in 2022 zo'n 220 stengels (Figuur 8, oranje balken).





Figuur 8. Het aantal stengels van invasieve duizendknoop op de locatie net stroomopwaarts Merendreebrug van 2017 tot en met 2022. De blauwe balken geven het aantal stengels in het traject met uitspitten; de oranje balken het aantal in het traject zonder uitspitten.

Net stroomopwaarts de brug van de E40 zijn er bij de aanvang van het onderzoek meer stengels in het traject met manueel uitspitten dan in het controletraject (155 ten opzichte van 106). In het traject met uitspitten bedraagt het aantal stengels 76 in 2018, 165 in 2019 en 90 in 2020 (Figuur 9, blauwe balken). In de volgende jaren stijgt het aantal stengels gestaag met in 2022 zo'n 116. In het traject zonder uitspitten, is het aantal stengels in 2018 gedaald naar 33. In de volgende jaren liggen de aantallen tussen de 43 en 60 (Figuur 9, oranje balken).



Figuur 9. Het aantal stengels van invasieve duizendknoop op de locatie net stroomopwaarts de brug van de E40 van 2017 tot en met 2022. De blauwe balken geven het aantal stengels in het traject met uitspitten; de oranje balken het aantal in het traject zonder uitspitten.



Het aandeel stengels (in %) dat elk jaar overblijft ten opzichte van het aantal stengels bij de aanvangssituatie in 2017 is weergegeven in Figuur 10. Door de blauwe en de oranje balk te vergelijken kan de beheerefficiëntie worden afgeleid van nietsdoen versus manueel uitspitten voor elk jaar en elke locatie.

Stroomopwaarts Schipdonkbrug blijft na één tot drie jaar na de initiële besmetting nog 11-15% over in het traject met uitspitten. In 2021 en 2022 blijft 2 en 1% over van de initiële besmetting. In het traject zonder uitspitten, is het aandeel dat terug groeit 86% in 2018. In 2019 wordt de besmetting groter dan in 2017 met een aandeel van 124%. In de daaropvolgende jaren dalen de aandelen gestaag tot een waarde van 75% in 2022.

Stroomopwaarts Merendreebrug wordt in het traject met uitspitten het laagste aandeel gevonden in 2019, namelijk 11 %. De overige jaren groeit telkens tussen 20 en 40% van de initiële besmetting terug. In het traject zonder uitspitten is het aandeel 117% in 2018. De daaropvolgende jaren stijgen de aandelen elk jaar verder tot 162% in 2022.

Stroomopwaarts de brug van de E40 is het aandeel 50% in 2018 in het traject met manueel uitspitten. In 2019 bedraagt het aandeel 106%. In de volgende jaren liggen de aandelen tussen 60-75% van de initiële besmetting. In het traject zonder uitspitten bedragen de relatieve aandelen 31% in 2018 en 57% in 2019. In 2020-2022 liggen de aandelen tussen 41-48%.

Na 6 jaar manueel uitspitten blijft 1%, 25% en 75% over van de oorspronkelijke besmetting. Na 6 jaar zonder ingrijpen blijft 75%, 162% en 48% over van de oorspronkelijke besmetting.



Figuur 10. Het aantal stengels van invasieve duizendknoop dat teruggroeit in de periode 2018-2022 ten opzichte van het aantal in 2017 uitgedrukt in procenten. Blauwe balken geven het percentage weer in trajecten met uitspitten; oranje balken het percentage in trajecten zonder uitspitten.

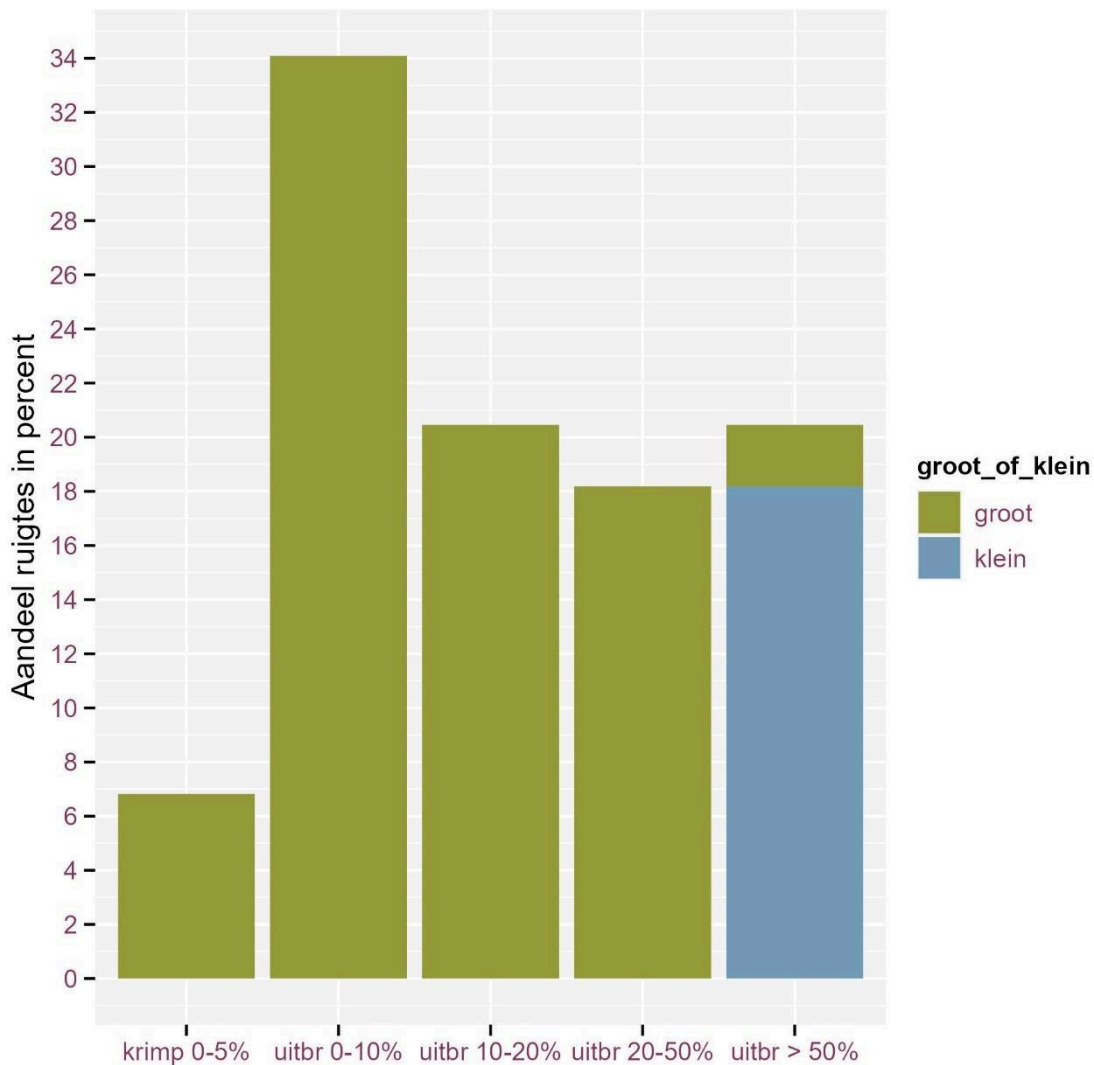


4 Discussie

4.1 Opvolging contouren

De meerderheid van onze ruigtes, een goede $1/3^e$, kon jaarlijks 0 tot 10% uitbreiden; $1/5^e$ kon 10 tot 20% uitbreiden en nog eens een kleine $1/5^e$ 20 tot 30%. Zo'n 7% van de ruigtes uit onze dataset kromp in. Wanneer een ruigte gemiddeld 10% uitbreidt per jaar, verdubbelt die elke 10 jaar in oppervlakte. Een ruigte die gemiddeld 20% uitbreidt per jaar, verdubbelt elke 5 jaar in oppervlakte, enzoverder. Ongeveer $1/5^e$ van de ruigtes groeide jaarlijks meer 50%. Dat waren grotendeel ruigtes kleiner dan 4m^2 . De uitbreiding van invasieve duizendknoop verloopt veel sneller wanneer ruigtes nog een beperkte oppervlakte ($< 4\text{m}^2$) innemen (zie Figuur 11). Deze bevinding benadrukt nogmaals het belang van 'snel opsporen en ingrijpen' (<https://www.ecopedia.be/exoten/drietrapsaanpak>). Dat is na preventie de op één na belangrijkste stap voor een effectieve en efficiënte bestrijding van invasieve exoten volgens de Europese Verordening (https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/invasive-alien-species_en). Door jaarlijkse inspectie van de terreinen en snelle verwijdering van kleine groeiplekken door handmatig uitspitten, kan vermeden worden dat grotere, immer groeiende ruigtes ontstaan. Hiervoor is een goed signaleringsnetwerk van groot belang.





Figuur 11. Verdeling van de ruigtes uit onze dataset (in percent) volgens de mate waarin ze jaarlijks, relatief (in percent) uitbreiden.

Onze studie kan niet bevestigen dat ruigtes met maaibeheer gemiddeld sterker uitbreiden dan ruigtes met nulbeheer. We zien wel dat de spreiding van de oppervlakte-uitbreiding zo'n twee keer groter is in de gemaaide groep dan in de groep met nulbeheer. Onder maaibeheer kan het de goede kant uitgaan: de ruigte krimpt in, of juist de slechte kant: de ruigte breidt sterk uit. Deze vaststelling kunnen we ecologisch als volgt verklaren:

- de duizendknoopruigte is minder vitaal en de beheerdruk is voldoende om de uitbreiding af te remmen of
- de duizendknoopruigte is erg vitaal en wordt door het maaibeheer gestimuleerd om uit te breiden.

Welke kant het opgaat, is wellicht afhankelijk van een samenspel van factoren zoals de voedselrijkdom van de standplaats, de competitie met andere planten in de omgeving, de vochttoestand van de bodem, de lichtcondities, de soort invasieve duizendknoop enzoverder.



Onder nulbeheer verloop de oppervlakteverandering meer gestaag. Om deze reden, maar ook om het risico op verspreiding via fragmenten te beperken, blijven we nulbeheer adviseren daar waar mogelijk.

Het was niet eenvoudig om geschikte onderzoekslocaties te vinden. Bijna al de locaties waarvan werd verondersteld dat ze een nulbeheer kregen, werden in de looptijd van het onderzoek wel eens volledig of deels afgemaaid. Langsheen paden en wegen wordt regelmatig een strook van ongeveer een meter breed gemaaid om het zicht en de doorgang te garanderen. Om de doorgang en toegang naar de oever en/of infrastructuur vrij te maken of om de grasmat kort te zetten, werd al eens gemaaid, al dan niet in de winter. Daarnaast worden ook de houtige gewassen rondom duizendknoopruigtes periodiek afgezet, waardoor het lichtklimaat verbetert voor de invasieve soort. Op sommige onderzoekslocaties is er bijkomend stootbegrazing met schapen. In de praktijk blijkt het bijzonder moeilijk om nulbeheer van een volledige ruigte in de praktijk te brengen en vol te houden. De resultaten van onze analyse moeten bijgevolg met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. De locaties die tot de groep met maaibeheer werden gerekend, werden jaarlijks in het vegetatieperiode gemaaid, terwijl de locaties in de groep met nulbeheer eerder sporadisch of deels werden gemaaid. Verder merken we op dat als een invasieve duizendknoop-ruigte niet permanent, duidelijk en volledig gemarkeerd en afgepaald is op het terrein, deze op een gegeven moment al-dan-niet per ongeluk wordt afgemaaid (Foto 3).



Foto 3. Duizendknoopruigte afgespannen met palen en draad om maaien te voorkomen (foto: Marijke Thoonen).



4.2 Manueel uitspitten

Voor het onderzoek met manueel uitspitten zijn de wortelstokken van invasieve duizendknoop zoveel als mogelijk uitgegraven met een spade. Dit is verricht op drie locaties langs het Afleidingskanaal van de Leie te Deinze.

- Op de locatie stroomopwaarts de Schipdonkbrug kon het aantal stengels invasieve duizendknoop sterk worden gereduceerd door manueel uitspitten. Immers, na zes jaar van manueel uitspitten, blijft nog 1% over van het aandeel stengels bij de start van het beheer. In het controle-traject bedroeg het aantal stengels na zes jaar 75%. De stukken wortelstok van waaruit de stengels ontspruiten, konden vrij gemakkelijk en volledig worden uitgegraven (Foto 4). Op deze locatie bevindt de besmetting met invasieve duizendknoop zich wellicht niet dieper dan ruwweg 50 cm onder het maaiveld. Ook de losse en vrij grofkorrelige bodem liet toe, dat de wortelstokfragmenten gemakkelijk konden worden opgegraven.



Foto 4. Uitgegraven wortelstokfragment van invasieve duizendknoop (foto: Andy Van Kerckvoorde).

- Op de locatie stroomopwaarts Merendreebrug kon het aantal stengels invasieve duizendknoop sterk worden gereduceerd door manueel uitspitten. Na zes jaar blijft nog een kwart over van het aantal stengels bij aanvang. In het traject zonder uitspitten steeg het aandeel stengels met 60% in die periode. In het traject met uitspitten konden we meestal, maar niet altijd de wortelstokfragmenten volledig uitgraven.
- Stroomopwaarts de E40 is er geen groot verschil tussen de trajecten met uitspitten of nulbeheer wat betreft het aandeel stengels dat overblijft na zes jaar. In beide trajecten nam het aandeel stengels af in de periode 2017-2022. In het traject met manueel uitspitten bleef na zes jaar 75% over van de initiële besmetting, bij nulbeheer was dat 48%. We konden zo goed als geen wortelstokken opgraven op deze locatie. Het bodemmateriaal is op deze plek compacter en werd door de maaimachine aangereden, waardoor we de wortelstokken amper konden opgraven in de eerste twee jaren van de proef. In de jaren nadien kon wel gegraven worden maar kwamen we tot de vaststelling dat de wortelstokken dieper onder het maaiveld zitten dan op de andere locaties waardoor die niet of onvolledig werden opgegraven.



Voorafgaand aan de inrichtingswerken in functie van het Seine-Schelde project waren er geen invasieve duizendknopen aanwezig op de onderzoekslocaties. Er waren wel besmettingen aanwezig in de omgeving: op de rechteroever tussen de brug van de E40 en Landegembrug en op de linkeroever tussen de spoorwegovergang en Merendreebrug (Van Kerckvoorde, 2010). Tijdens de inrichtingswerken is de bovenste bodemlaag apart gehouden. Veel zaden van gewenste graslandvegetaties zitten immers in de bovenste bodemlaag. Op het einde van de werken is de apart gehouden aarde uitgespreid over de heringerichte bermen en taluds. Maar blijkbaar zijn er ook wortelstokfragmenten van invasieve duizendknoop uitgespreid over vijf kilometer.

Ons onderzoek toont aan dat manueel uitspitten zeer effectief en efficiënt is om invasieve duizendknoop te bestrijden op recent vergraven terreinen wanneer de wortelstokken niet dieper zitten dan ongeveer 50 cm. Zo werd op de drie onderzoekstrajecten de besmetting met 99%, 75% en 25% verminderd op zes jaar tijd. Het kostte ons slechts een halve dag per jaar om een 400 meter lang en 10 meter breed traject te inspecteren en uit te graven. Deze beheervorm kan ingezet worden wanneer besmettingen opduiken na grondwerken en de wortelstokfragmenten nog gemakkelijk op te graven zijn.

Langs het Afleidingskanaal van de Leie is het onderzoek met manueel uitspitten gestart een jaar na de infrastructuurwerken. Wanneer wordt overgegaan tot manueel uitspitten op recent vergraven terreinen is het belangrijk dat de locaties worden gespaard van bodemverdichting en maaierwerken worden uitgesteld tot na het uitspitten. Afgemaaide stengels zijn immers veel minder zichtbaar en kunnen gemist worden tijdens de werken.

Ons onderzoek toont ook aan dat invasieve duizendknoop zich kan vestigen na accidentele besmetting door grondwerken (Foto 5). Immers, na 6 jaar zonder ingrijpen blijft 75%, 162% en 48% over van de oorspronkelijke besmetting bij nietsdoen.





Foto 5. Foto van het controle-traject met nulbeheer 800 m stroomopwaarts Schipdonkbrug. Vijf jaar na een besmetting kan invasieve duizendknoop sterk uitgroeien wanneer geen bestrijdings- of controlemaatregelen worden genomen (foto: Andy Van Kerckvoorde).

Het voorkomen van verspreiding van invasieve duizendknopen is een belangrijke eerste stap. Wanneer invasieve duizendknopen aanwezig zijn in locaties waar infrastructuurwerken zijn gepland, is het van belang dat de grond van besmettingen apart worden gehouden of afgevoerd of verwerkt (Thoonen & Willems, 2018, www.ecopedia.be, www.grondbank.be, www.ovam.vlaanderen.be).



Referenties

- AGIV (2009). Topografische kaart, 1:50.000, Vlaanderen, digitale versie.
- AGIV (2021). Orthofoto's, middenschalig, kleur, opname 2021, digitale versie.
- Bashtanova U.B., Beckett K.P., Flowers T.J. (2009). Review: Physiological Approaches to the Improvement of Chemical Control of Japanese Knotweed (*Fallopia japonica*). *Weed Science* 57(6): 584–592.
- Beerling D.J., Bailey J.P., Conolly A.P. (1994). *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decraene. *Journal of Ecology* 82: 959–979.
- Delbart E., Mahy G., Weickmans B., Henriët F., Crémer S., Pieret N., Vanderhoeven S., Monty A. (2012). Can land managers control japanese knotweed? lessons from control tests in Belgium. *Environmental Management* 50: 1089–1097.
- Gover A., Johnson J., Kuhns L. (2005). Roadside Vegetation Management Factsheet 5. Managing Japanese Knotweed and Giant Knotweed on Roadsides. The Pennsylvania State University, College of Agricultural Sciences.
- Jones D., Bruce G., Fowler M.S., Law-Cooper R., Graham I., Abel A., Street-Perrott F.A., Eastwood D. (2018). Optimising physiochemical control of invasive Japanese knotweed. *Biological Invasions* 20(8): 2091–2105.
- Jones D., Fowler M.S., Hocking S., Eastwood D. (2020). Please don't mow the Japanese knotweed! *NeoBiota* 60: 19-23.
- Kabat T.J., Stewart G.B., Pullin A.S. (2006). Systematic Review No. 21. Are Japanese Knotweed Control and Eradication Interventions Effective? Review Report.
- Soll J. (2004). Controlling Knotweed in the Pacific Northwest. The Nature Conservancy of Oregon.
- Steen F., Van Hecke F., Scheers K., Packet J., Denys L., Adriaens T. (2024). Invasieve uitheemse soorten onder klimaatwijziging. Een beheergids voor het beheer van prioritaire soorten voor de De Vlaamse Waterweg nv. Rapporten van het Instituut voor Natuur en Bosonderzoek 2024 (1). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- 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.
- Vandevoorde B., Dhaluin P., Van Lierop F., Elsen R., Van den Bergh E. (2017). Beheervoorstel voor de dijkvegetaties langs de Zeeschelde, Durme en Rupel (district 1 & 2).
- Vandevoorde B., Dhaluin P., Van Lierop F., Elsen R., Van den Bergh E. (2019). Beheervoorstel voor de dijkvegetaties van de Zeeschelde, Durme en Rupel (district 1 & 2). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2019 (45). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.



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 van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2012 (13). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Van Kerckvoorde A. (2010). Algemene beschrijving en bermbeheerplan voor het Afleidingskanaal van de Leie. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2010 (1). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Van Kerckvoorde A. & De Geest L. (2023). Bermkartering en beheervoorstellen voor de IJzer, het Lokanaal, het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort en het Kanaal Ieper-IJzer. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2023 (43). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Van Landuyt W. & Westra T. (2019). Monitoringsprotocol Vaatplanten en Mossen, versie 2.0. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2019 (47). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

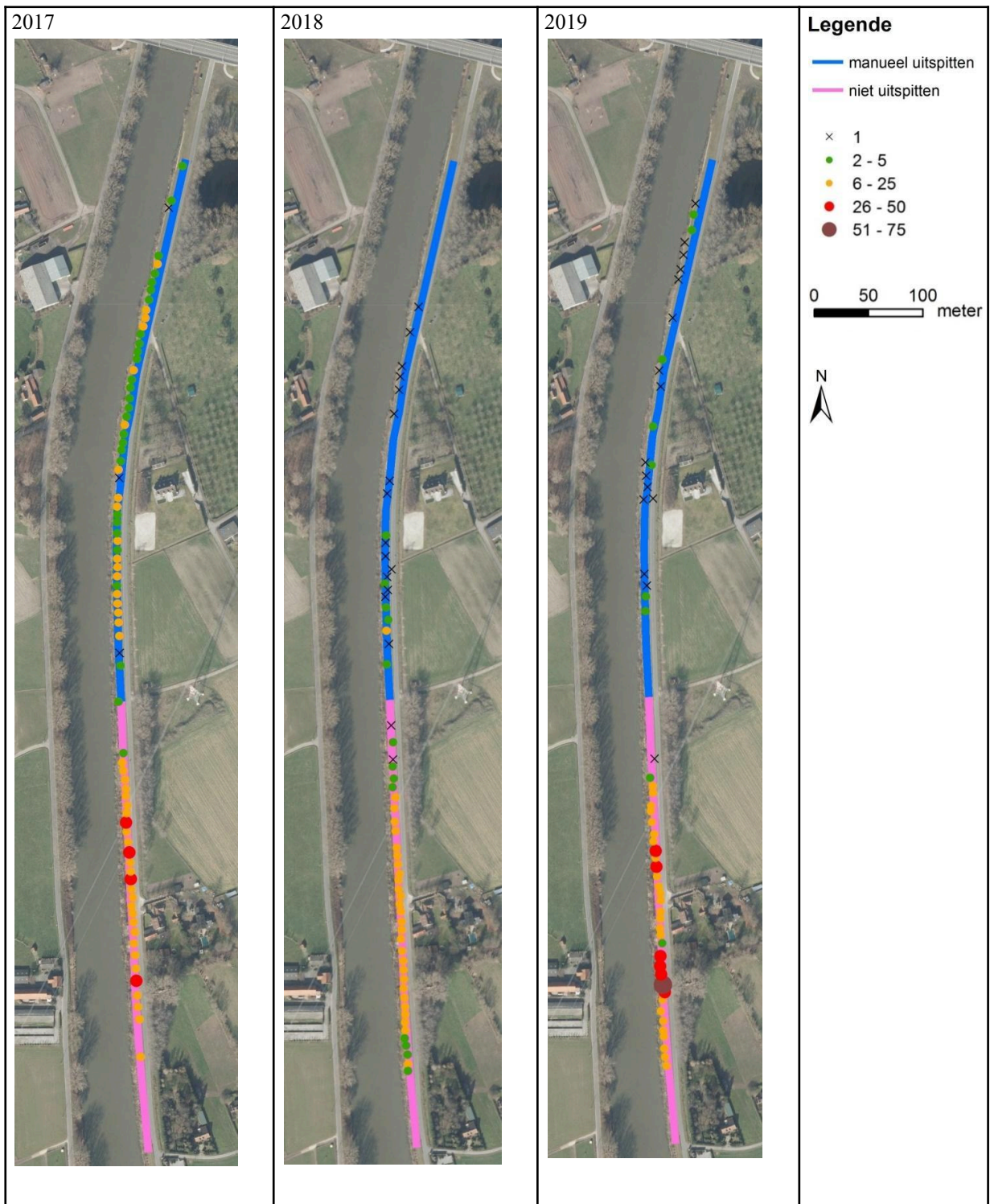


Bijlage

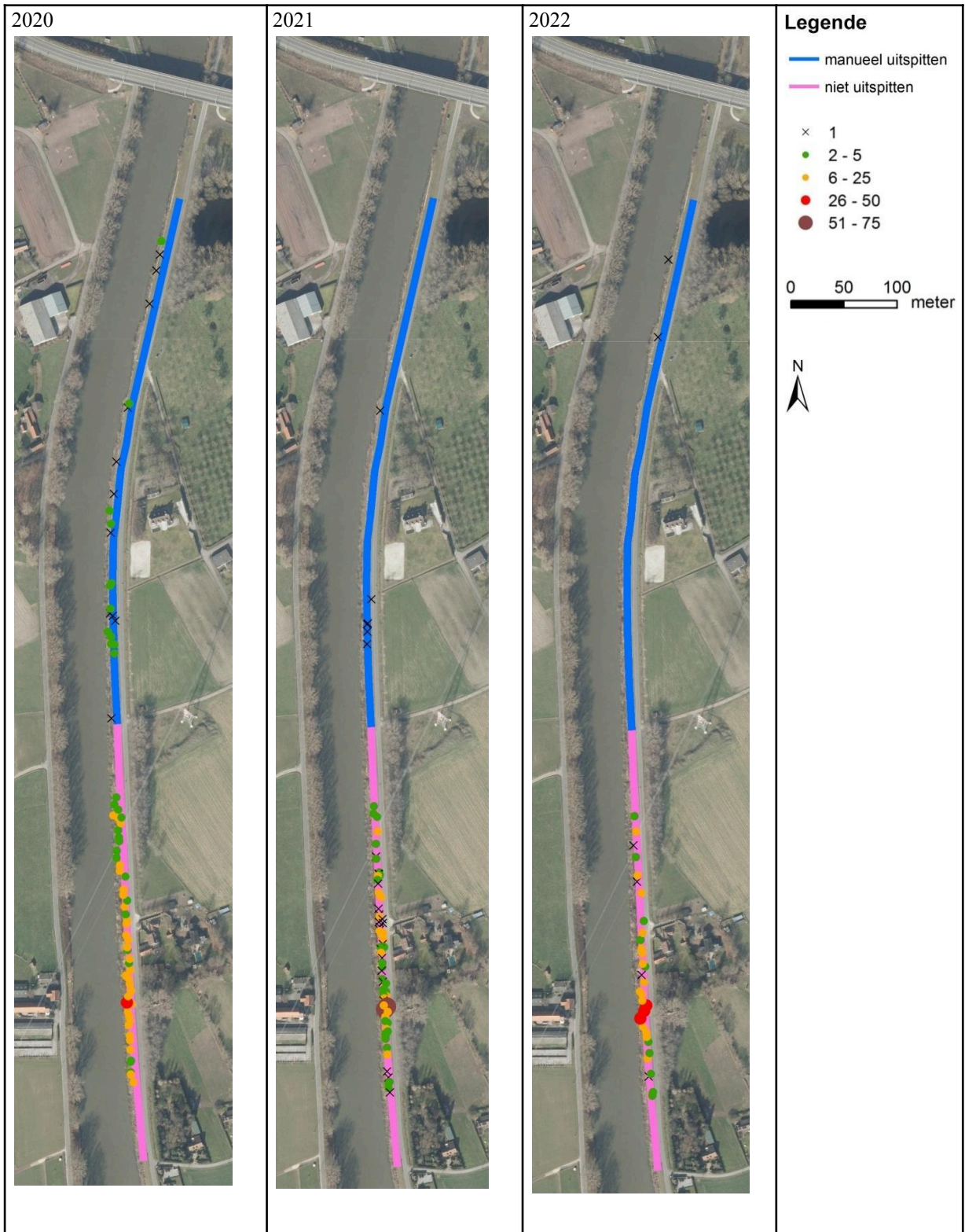
Bijlage 1. Groeiplaatsen van invasieve duizendknoop samen met de inschatting van het aantal stengels in de drie onderzoekslocaties.



Locatie stroomopwaarts Schipdonkbrug (orthofoto 2021, AGIV 2021).



Locatie stroomopwaarts Schipdonkbrug (orthofoto 2021, AGIV 2021).



Locatie stroomopwaarts Merendreebrug (orthofoto 2021, AGIV 2021).

Legende

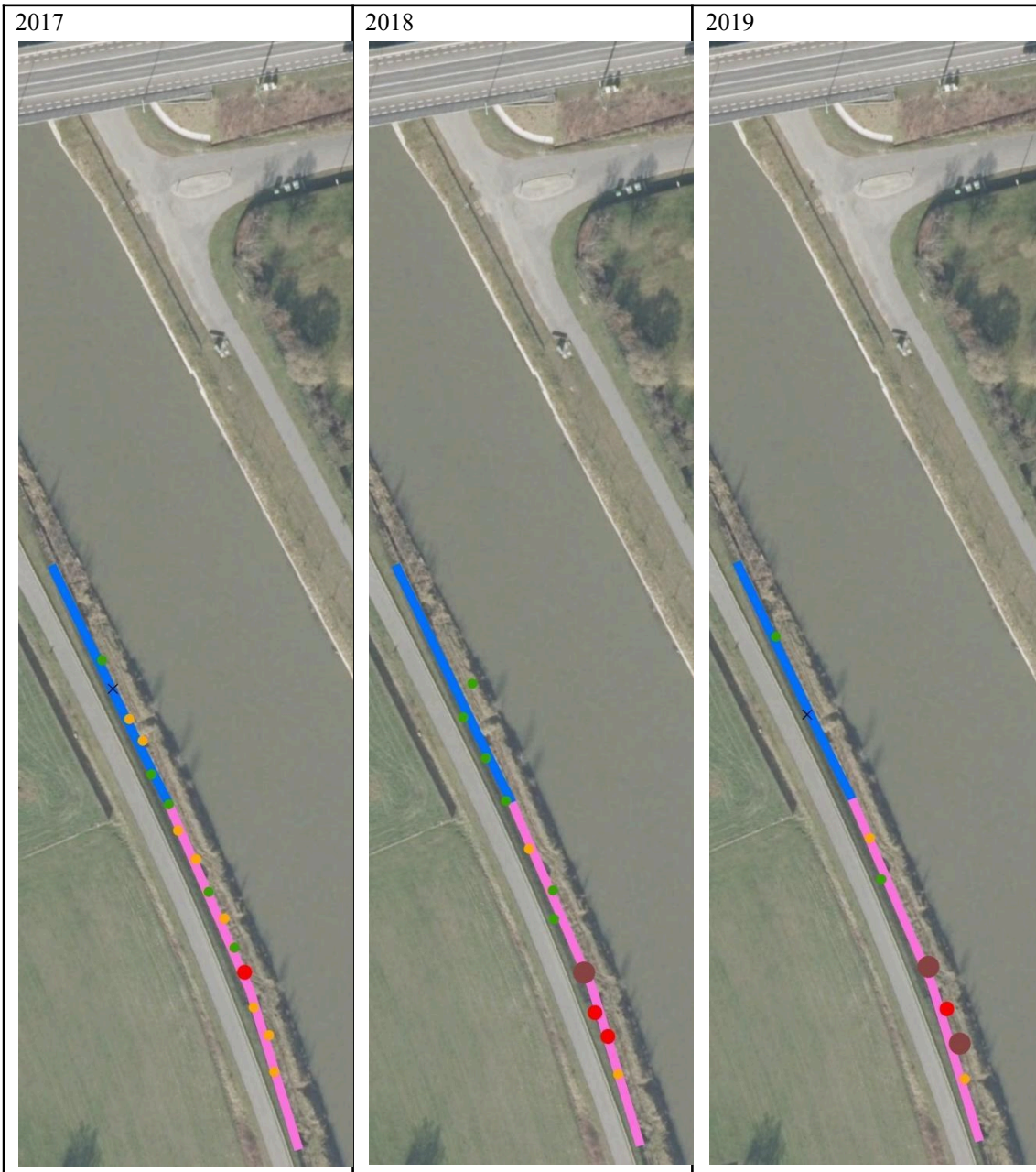
- manueel uitspitten
- niet uitspitten

0 20 40 meter



inventarisatie van aantal stengels Fallopia

- × 1
- 2 - 5
- 6 - 25
- 26 - 50
- 51 - 75



Locatie stroomopwaarts Merendreebrug (orthofoto 2021, AGIV 2021).

Legende

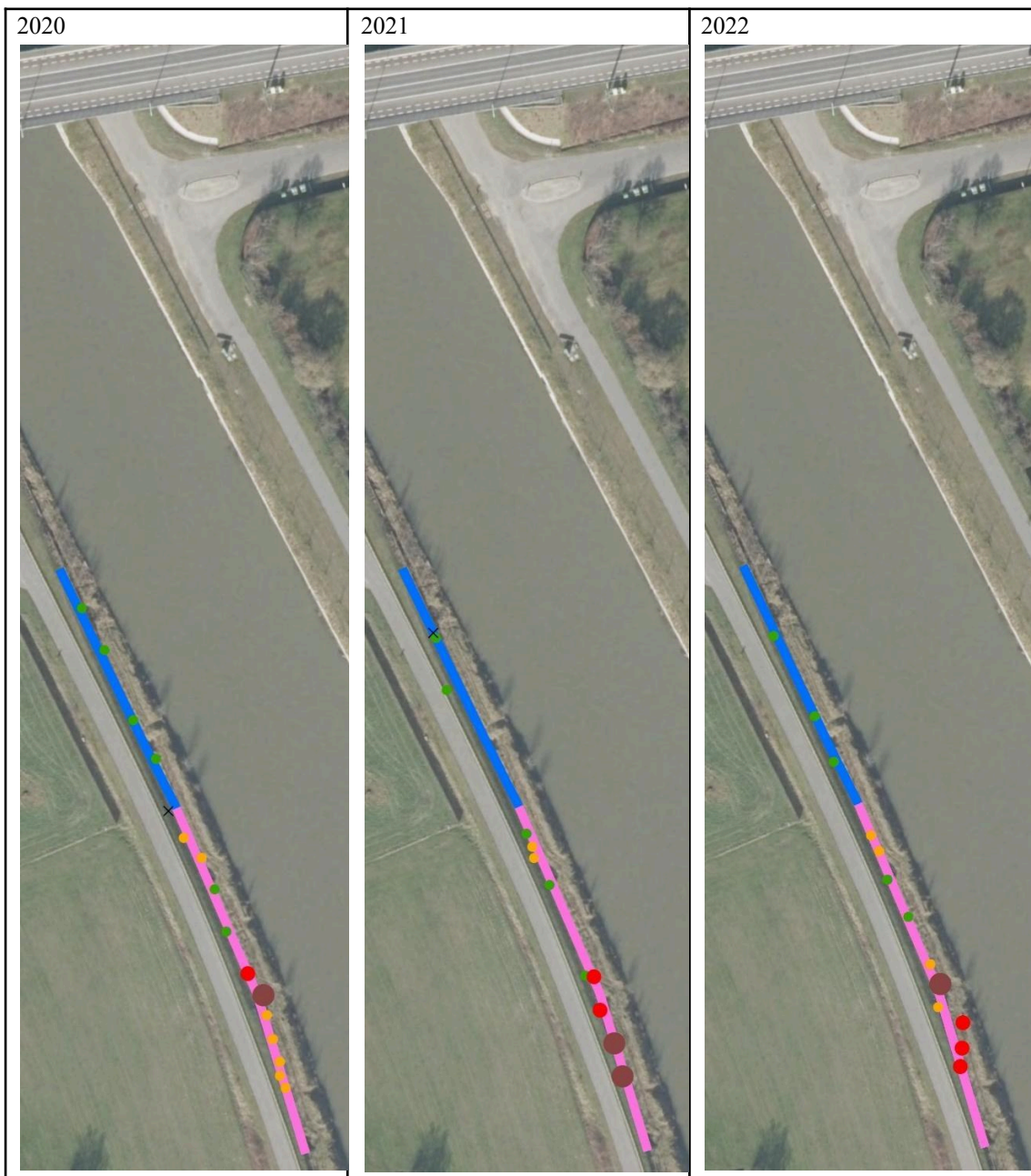
- manueel uitspitten
- niet uitspitten

0 20 40 meter



inventarisatie van aantal stengels Fallopia

- × 1
- 2 - 5
- 6 - 25
- 26 - 50
- 51 - 75



Locatie stroomopwaarts brug E40 (orthofoto 2021, AGIV 2021).

Legende

- manueel uitspitten
- niet uitspitten

inventarisatie van aantal stengels Fallopia

- × 1
- 2 - 5
- 6 - 25
- 26 - 50
- 51 - 75

0 25 50 meter



Locatie stroomopwaarts brug E40 (orthofoto 2021, AGIV 2021).

Legende

- manueel uitspitten
- niet uitspitten

inventarisatie van aantal stengels Fallopia

- × 1
- 2 - 5
- 6 - 25
- 26 - 50
- 51 - 75

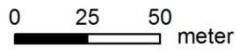
0 25 50 meter



Locatie stroomopwaarts brug E40 (orthofoto 2021, AGIV 2021).

Legende

- manueel uitspitten
- niet uitspitten



inventarisatie van aantal stengels Fallopia

- × 1
- 2 - 5
- 6 - 25
- 26 - 50
- 51 - 75

