



Praktijkproef bestrijding duizendknoop

Resultaten en kostenefficiëntie van zeven bestrijdingsmethoden voor duizendknoop en varianten daarop.



Jan Oldenburger, Joyce Penninkhof, Casper de Groot en Fons Voncken



Praktijkproef bestrijding duizendknoop

Resultaten en kostenefficiëntie van zeven bestrijdingsmethoden voor duizendknoop en varianten daarop.

Jan Oldenburger, Joyce Penninkhof, Casper de Groot en Fons Voncken

Wageningen, december 2017

Colofon

© Stichting Probos, Wageningen, december 2017

Auteurs: Jan Oldenburger, Joyce Penninkhof, Casper de Groot en Fons Voncken

Titel: Praktijkproef bestrijding duizendknoop
Resultaten en kostenefficiëntie van zeven bestrijdingsmethoden voor duizendknoop en varianten daarop.

Uitgever: Stichting Probos
Postbus 253, 6700 AG Wageningen
tel. 0317-46 65 55
mail@probos.nl
www.probos.nl

Opdrachtgever(s):
Ministerie van Economische Zaken
Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit
Provincie Gelderland
Provincie Limburg
Provincie Noord-Brabant
Waterschap Hunze en Aa's
Waterschap Rivierenland

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.
- Stichting Probos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Voorwoord

In 2011 is Probos begonnen met onderzoek naar bestrijding van invasieve soorten, omdat er vanuit het beheer steeds meer vragen over geschikte methoden gesteld werden. Uit beschikbare kennis en wetenschappelijke literatuur bleek het niet mogelijk om één of meerdere methoden aan te wijzen die in Nederland succesvol zouden zijn bij bestrijding van Aziatische duizendknopen. Daarom is een haalbaarheidsonderzoek uitgevoerd om te toetsen of er bereidheid in Nederland aanwezig was om een landelijke praktijkproef bestrijding duizendknoop te starten. Deze bereidheid bleek er te zijn en daarom is in 2012 besloten de praktijkproef op te zetten om meerjarig onderzoek te doen naar kostenefficiëntie en effectiviteit van een aantal bestrijdingsmethoden. De eerste stap was het vinden van de financiering. Het Ministerie van Economische Zaken, de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, de Provincie Gelderland, de Provincie Limburg, de Provincie Noord-Brabant, het Waterschap Hunze en Aa's en het Waterschap Rivierenland zijn bereid geweest het werk van Probos en een deel van de materiaalkosten voor hun rekening te nemen. De kosten voor de uitvoering van de bestrijdingsmethoden in het veld zijn opgebracht door de 31 terreinbeherende organisaties die mee wilden werken aan de praktijkproef. Zonder hun inzet was deze praktijkproef nooit een succes geworden. We zijn de financiers en de terreinbeheerders dan ook veel dank verschuldigd.

Gedurende de looptijd heeft de praktijkproef er ook voor gezorgd dat er veel aandacht voor de duizendknoopproblematiek is ontstaan. Jaarlijks was er tijdens de zomermaanden veel aandacht in de media voor het onderwerp. Ook is er een centraal punt ontstaan dat mensen weten te vinden met vragen over de bestrijding van duizendknoop. Probos zal proberen deze functie na het beëindigen van de praktijkproef te blijven vervullen.

Samenvatting

Begin 19^e eeuw zijn de Aziatische duizendknoten (Japanse, Boheemse en Sachalinse) in Nederland ingevoerd als tuinplant. Vervolgens is de soort met name vanaf 1950 gaan verwilderen en heeft zich inmiddels wijd verspreid. Tegenwoordig vindt verspreiding met name plaats via met wortelstokken vervuilde grond, via onzorgvuldig maaibeheer waarbij stengeldelen worden verspreid en via dumpen van tuinafval. Duizendknoop heeft op de groeiplaatsen waar hij voorkomt een groot negatief effect op de biodiversiteit, maar kan ook aanzienlijke economische schade veroorzaken. De stabiliteit van dijken en taluds langs watergangen kan verminderd worden en duizendknoop kan schade veroorzaken aan bijvoorbeeld verhardingen, rioleringen en funderingen. De duizendknoop is zeer moeilijk te bestrijden door zijn uitgebreide wortelstelsel dat tot grote diepte kan reiken. Er was slechts exemplarisch informatie beschikbaar over het effect van verschillende bestrijdingsmethoden. Vanuit het beheer kwam dan ook steeds meer vraag naar gefundeerde informatie over de meest geschikte bestrijdingsmethode(n) voor duizendknoop. Daarom heeft Probos in 2013 samen met 31 terreinbeherende organisaties de landelijke meerjarige Praktijkproef Bestrijding Duizendknoop opgezet om te testen welke methoden het meest effectief zijn en inzichtelijk te maken welke methoden het meest kostenefficiënt zijn.

Verspreid over ongeveer 120 locaties zijn zeven bestrijdingsmethoden en varianten daarop getest:

- Afdekken
- Intensief maaibeheer
- Chemische bestrijding
- Ultima
- Handmatig uittrekken
- Afgraven
- Begrazing

Jaarlijks zijn de proeflocaties gemonitord en hebben de terreinbeherende organisaties de gemaakte manuren en kosten geregistreerd.

Op de locaties waar bestrijding gewenst is, kunnen we op basis van deze praktijkproef niet één methode aanwijzen die het beste werkt. De chemische methoden, uittrekken, afgraven en afdekken zijn de meest effectieve methoden. Wat de meest geschikte bestrijdingsmethode is, moet per groeilocatie bepaald worden. Zo is handmatig uittrekken effectief, maar ook arbeidsintensief, en is dus met name voor kleine geïsoleerde haarden die relatief jong zijn (en nog geen sterk uitgebreid wortelstelsel hebben) een goede methode. Afdekken is een effectieve methode, geschikt voor kleinere haarden. Voor groeilocaties met obstakels zoals bomen, struiken en lantaarnpalen is deze methode minder geschikt. Van de chemische methoden waarbij glyfosaat wordt toegepast, is op dit moment alleen de bladbehandeling toegestaan volgens het gebruiksvoorschrift van dit middel. Er wordt gewerkt aan het opnemen van de mogelijkheid tot injecteren in het gebruiksvoorschrift.

Het aantal benodigde manuren en de totale kosten verschillen sterk per methode. Wanneer de kosten afgezet worden tegen de absolute effectiviteit van de bestrijding, blijken de methoden uittrekken en maandelijks maaien het meest kostenefficiënt. Injecteren en bestrijding met Ultima zijn relatief het duurst.

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
Samenvatting	7
1 Inleiding	13
1.1 Aanleiding	13
1.2 Doelen en doelgroep	14
2 Methode	16
2.1 Proeflocaties	16
2.2 Uitvoering door organisaties	16
2.3 Bestrijdingsmethoden	17
2.3.1 Afdekken van de groeiplaats	18
2.3.2 Intensief maaibeheer (tweewekelijks en maandelijks)	19
2.3.3 Chemische behandeling met glyfosaat	20
2.3.4 Ultima	21
2.3.5 Handmatig uittrekken	22
2.3.6 Afgraven	23
2.3.7 Begrazing door schapen	23
2.4 Monitoring	24
2.5 Statistische analyse	24
3 Resultaten	25
3.1 Verschillen tussen de bestrijdingsmethoden	25
3.2 Afdekken	27
3.2.1 Ervaringen	27
3.2.2 Resultaten van de bestrijdingsmethode	28
3.2.3 Manuren en materiaalkosten	29
3.2.4 Kosten in relatie tot behaalde resultaat	30
3.3 Afgraven	30
3.3.1 Ervaringen en resultaten	30
3.3.2 Kosten	31
3.3.3 Kosten in relatie tot behaalde resultaat	31
3.4 Handmatig uittrekken	31
3.4.1 Ervaringen	31
3.4.2 Resultaten van de bestrijdingsmethode	31
3.4.3 Manuren en kosten	32
3.4.4 Kosten in relatie tot behaalde resultaat	32
3.5 Intensief maaibeheer	32
3.5.1 Maandelijks maaien	33

3.5.2	Tweewekelijks maaien	35
3.6	Begrazing	37
3.6.1	Ervaringen	37
3.6.2	Manuren en kosten	38
3.6.3	Kosten in relatie tot behaalde resultaat	38
3.7	Chemische bestrijding met glyfosaat	39
3.7.1	Injecteren met glyfosaat	39
3.7.2	Bladbehandeling met glyfosaat	42
3.7.3	Stobbenbehandeling met glyfosaat	44
3.8	Ultima	46
3.8.1	Ervaringen	46
3.8.2	Resultaten van de bestrijdingsmethode	46
3.8.3	Manuren en materiaalkosten	47
3.8.4	Kosten in relatie tot behaalde resultaat	47
4	Discussie	48
5	Conclusies en aanbevelingen	49
5.1	Meest effectieve bestrijdingsmethode	49
5.2	Meest kostenefficiënte bestrijdingsmethode	50
5.2.1	Handmatig uittrekken	53
5.2.2	Afdekken	53
5.2.3	Intensief maaibeheer	53
5.2.4	Begrazen	53
5.2.5	Chemische bestrijding	54
5.2.6	Ultima	54
5.2.7	Afgraven	54
5.3	Aanbevelingen	55
5.3.1	Bestrijding	55
5.3.2	Voorkomen van verspreiding of nieuwe vestiging	56
5.3.3	Aanbevelingen voor vervolgonderzoek en -projecten	56
	Literatuur	58
	Bijlage 1 Overzicht deelnemende organisaties	59
	Bijlage 2 Werkbeschrijvingen	60
	Tweewekelijks maaien gedurende het groeiseizoen	60
	Maandelijks maaien gedurende het groeiseizoen	60
	Afdekken groeiplaats	61
	Bladbehandeling met glyfosaat	62
	Injecteren met glyfosaat	63
	Stobbenbehandeling met glyfosaat	64

Bladbehandeling met Ultima	64
Afgraven	66
Begrazing	66

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Invasieve exoten zijn wereldwijd een bedreiging voor de biodiversiteit en kunnen voor hoge kosten zorgen in het beheer en herstel van schade aan gebouwen en infrastructuur. Voor een groot aantal schadelijke invasieve soorten zijn goede bestrijdingsmethoden beschikbaar, maar voor Aziatische duizendknoop is dat niet het geval. Er is geen of weinig wetenschappelijk onderzoek naar gedaan. Er is praktijkervaring opgedaan in verschillende landen, maar deze informatie is slechts in beperkte mate gedeeld. Daarnaast is het de vraag of de resultaten ook op Nederland van toepassing zijn.

In Nederland komen meerdere soorten Aziatische duizendknoop voor. Drie daarvan worden aangeduid als Japanse duizendknoop, namelijk Japanse (*Fallopia japonica*), Sachalinse (*F. sachalinensis*) en Boheemse (*F. x Bohemica*) duizendknoop. Deze laatste is een kruising tussen de Japanse en Sachalinse duizendknoop en wordt ook wel bastaardduizendknoop genoemd.



Figuur 1.1

De drie Aziatische duizendknopen (Japanse, Boheemse en Sachalinse).

De Aziatische duizendknopen¹ zijn tussen 1829 en 1841 in Nederland ingevoerd en hebben zich vervolgens als tuinplant over de rest van Europa verspreid. Pas na 1950 is de soort in Nederland op grote schaal gaan verwilderen (Christenhusz & van Uffelen, 2001). Waarschijnlijk heeft vooral het dumpen van tuinafval gezorgd voor de eerste verspreiding van de plant. Tegenwoordig vindt verspreiding met name plaats via met wortelstokken vervuilde grond, via onzorgvuldig maaibeheer waarbij stengeldelen worden verspreid en via dumpen van tuinafval. In de groene ruimte heeft duizendknoop een groot negatief effect op de biodiversiteit. Vooral als duizendknoop binnendringt in biotopen op beek- en rivieroever, heeft dit een nadelig effect op de inheemse vegetatie. Dit wordt veroorzaakt door de beperking van de hoeveelheid beschikbaar licht, door verandering van het bodemmilieu en door het verspreiden van allelochemicaliën (Pyšek, 2006). Ook is zowel het aantal soorten

¹ Hierna wordt met 'duizendknoop' de Aziatische duizendknoopsoorten (Japanse, Boheemse en Sachalinse) bedoeld.

ongewervelde dieren als de totale biomassa aan ongewervelden lager in door duizendknoop gedomineerde vegetaties, dan in de oorspronkelijke vegetaties op dezelfde standplaatsen (Gerber et al., 2008). Bovendien kan de soort aanzienlijke economische schade veroorzaken. De stabiliteit van dijken en taluds langs watergangen kan verminderd worden vanwege het ontbreken van wortels in de bovenste bodemlaag en het wegconcurreren van de grasvegetatie die voor de vastlegging van de grond zorgt (Beringen, 2010). Daarnaast kan duizendknoop schade veroorzaken aan bijvoorbeeld verhardingen, rioleringen en funderingen door de enorme groeikracht van de wortelstokken (Beerling, 1991; Kelly et al., 2008). De duizendknoop is door het IUCN niet voor niets uitgeroepen als een van de 100 ergste invasieve soorten ter wereld. Voorkomen van verdere verspreiding is daarom van groot belang. Wanneer de duizendknoop zich toch gevestigd heeft, zal deze in de meeste gevallen bestreden dienen te worden. Hier is grote behoefte aan.

Ondanks dat de soort zich al vanaf 1950 op grote schaal is gaan verwilderen, is de aandacht voor de het probleem dat duizendknoop oplevert en de bestrijding van duizendknoop pas in de afgelopen jaren sterk gegroeid. Waarschijnlijk is dit het gevolg van het feit dat de aandacht voor de bestrijding van exoten in het algemeen en daarmee ook de duizendknopen sterk is toegenomen. Daarnaast is het aantal groeiplaatsen toegenomen, onder andere door grondtransport en onzorgvuldig maaibeheer. De duizendknoop is zeer moeilijk te bestrijden door zijn uitgebreide wortelstelsel dat tot grote diepte kan reiken. Vele beheerders van de groene ruimte hebben wel één of meerdere bestrijdingsmethoden toegepast om vervolgens te constateren dat de plant er na een paar weken of het volgende jaar gewoon weer staat. Vanuit het beheer kwam dan ook steeds meer vraag naar informatie over de meest geschikte bestrijdingsmethode(n) voor duizendknoop.

Tijdens het project ‘Bestrijding invasieve soorten’ dat Probos in 2011 in opdracht van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA), vijf Waterschappen, de gemeente Renkum en de provincie Gelderland heeft uitgevoerd, is een overzicht opgesteld van de beschikbare Nederlandse en buitenlandse praktijkkennis en de gegevens uit wetenschappelijke literatuur. In dit project zijn een aantal mogelijke bestrijdingsmethoden voor duizendknoop geïdentificeerd, maar op basis van de beschikbare informatie uit binnen- en buitenland was het niet mogelijk één of meerdere methoden aan te wijzen die in Nederland succes garanderen. In het buitenland worden weliswaar diverse methoden met wisselend succes toegepast, maar de resultaten kunnen niet één op één worden vertaald naar de Nederlandse situatie. De ervaringen uit binnen- en buitenland zijn echter wel richtinggevend voor de methoden die mogelijk positieve resultaten kunnen opleveren. Op basis van deze deskstudie is in overleg met een groot aantal partners besloten om te verkennen of meerjarig onderzoek naar kostenefficiënte en effectieve bestrijdingsmethode gewenst is en hoe dit eruit zou moeten zien. De reacties op dit initiatief waren dermate positief dat Probos in 2013 samen met 31 terreinbeherende organisaties (bijlage 1) de Praktijkproef Bestrijding Duizendknoop heeft opgezet: een landelijk meerjarig praktijkonderzoek waarin werd gezocht naar de meest kostenefficiënte en effectieve methoden voor het bestrijden van ‘Japanse’ duizendknoop onder verschillende omstandigheden. Dit rapport geeft de resultaten van dit meerjarige praktijkonderzoek weer.

1.2 Doelen en doelgroep

De doelen van de Praktijkproef Bestrijding Duizendknoop waren:

- testen welke bestrijdingsmethoden het meest effectief zijn;
- inzichtelijk maken wat de meest kostenefficiënte bestrijdingsmethoden zijn.

De primaire doelgroep zijn beheerders van terreinen waar duizendknoop voorkomt. De secundaire doelgroep bestaat uit mensen die zich beleidsmatig met dit onderwerp bezig houden of er mee te maken hebben binnen onderwijs en onderzoek.

2 Methode

2.1 Proeflocaties

Middels een oproep en bijeenkomst zijn terreinbeherende organisaties gezocht die proeflocaties ter beschikking wilden stellen voor de praktijkproef en daarnaast de bestrijding op deze locaties wilden uitvoeren en de kosten daarvan wilden dragen. De organisaties konden middels het invullen van een vragenlijst proeflocaties aandragen en hun voorkeuren aangegeven voor bestrijdingsmethoden. Op basis van deze ingevulde vragenlijsten en veldbezoeken zijn de definitieve proeflocaties geselecteerd. Per unieke combinatie van methode en variabelen die binnen dit project zijn onderzocht, zijn minimaal 5 plots geselecteerd met vergelijkbare groeiplaatsomstandigheden. Kenmerken die hierbij van belang waren zijn onder andere grondsoort, grondwaterstand, beschaduwing, standplaats (wegberm, bospad, natuurgebied etc.) en invloed van overige vegetatie. Vanwege de groeikracht van duizendknoop kunnen via de wortelstokken gemakkelijk over enige afstand voedingsstoffen worden aangevoerd. De kans op het optreden van dit randeffect is vrij groot. Daarom zijn bij voorkeur geïsoleerd liggende populaties geselecteerd.



Figuur 2.1

Ligging van de proeflocaties.

2.2 Uitvoering door organisaties

Uit organisatorisch en financieel oogpunt is in de proefopzet ervoor gekozen de uitvoering van de bestrijding door de betreffende terreinbeherende organisaties te laten uitvoeren. Om te zorgen dat de bestrijding per methode zoveel mogelijk hetzelfde werd uitgevoerd, zijn werkbeschrijvingen opgesteld (bijlage 2). De terreinbeherende organisaties konden

vervolgens zelf bepalen of zij de bestrijding zelf uitvoerden of daarvoor externe capaciteit inhuurden (zie figuur 2.2 voor het overzicht van deelnemende organisaties en bijlage 1 voor het overzicht van deelnemende organisaties inclusief contactpersonen).

Royal HaskoningDHV, terreinbeheerder Chemelot Gemeente Deventer
 Gemeente Rheden Natuurmonumenten Zuid en Noordoost Twente
 Landschap Noord-Holland Stichting Twickel Landgoed De Utrecht
 Natuurmonumenten Bergherbos Natuurmonumenten Oost-Veluwe
 Landgoed Oranje Nassau's Oord Waterschap Roer en Overmaas
 Natuurmonumenten Winterswijk CNME Maastricht en regio
 Gemeente Uden Waterschap Vallei & Veluwe Gemeente Renkum
 Waterschap Brabantse Delta Waterschap Hunze en Aa's
 Waterschap Rivierenland Natuurmonumenten Gooi en Vechtstreek
 Waterschap Hollandse Delta Staatsbosbeheer Veluwe Rand
 Waterschap Aa en Maas PWN
 Provincie Gelderland Tuinderij de Es Waterschap de Dommel
 Brabants Landschap Landschap Overijssel Natuurpunt Maasmechelen
 Gemeente Hilvarenbeek Staatsbosbeheer Regio Zuid/Rijkswaterstaat

Figuur 2.2

Deelnemende organisaties

2.3 Bestrijdingsmethoden

Op basis van de in paragraaf 1.1 genoemde studie naar de praktijkervaringen en literatuur zijn zeven potentiële methoden voor de bestrijding van duizendknoop geïdentificeerd.

Tabel 2.1 geeft een overzicht van onderzochte bestrijdingsmethoden en varianten en van het aantal plots per methode. In de volgende paragrafen wordt per methode een korte toelichting gegeven op de werkwijze per variant. De uitgebreide werkbeschrijvingen zijn opgenomen in bijlage 2. Het gehele experiment heeft vier jaar gelopen: van 2013 tot en met 2016. In 2017 heeft de eindmeting plaatsgevonden.

Tabel 2.1*Overzicht bestrijdingsmethoden die zijn toegepast binnen de praktijkproef.*

Methode	Variant	Aantal locaties bij de start van de proef*
Afdekken		9
Intensief maaibeheer	1 keer per 2 weken	21
	1 keer per 4 weken	27
Chemische behandeling	Bladbehandeling	9
	Stobbenbehandeling	13
	Injecteren	19
Ultima		15
Handmatig uittrekken		4
Afgraven		2
Schapebegrazing		2

*Vanwege verschillende oorzaken konden niet alle locaties worden meegenomen in de analyse van de resultaten.

Bij bestrijding van duizendknoop is het belangrijk zorgvuldig te werken om verdere verspreiding van knopen en/of worteldelen, waaruit nieuwe planten kunnen groeien, te voorkomen. In de werkbeschrijvingen zijn de deelnemende organisaties gewezen op het belang van het schoonmaken van machines en materialen direct na uitvoeren van de bestrijdingsmethode en het zorgvuldig afvoeren van de biomassa.

2.3.1 Afdekken van de groeiplaats

Voorafgaand aan het groeiseizoen zijn de populaties afgedekt met afdek materiaal met daarop een grondkolom. De grondkolom zorgde ervoor dat de duizendknoop het afdek materiaal niet omhoog kon drukken.

Voor de afdekking is gekozen voor geotextiel van voldoende zware kwaliteit, omdat dit stevig genoeg is om te voorkomen dat de jonge scheuten van duizendknoop er doorheen prikken en omdat hier geen water op stagneert. Het in de praktijkproef gebruikte geotextiel is eerder toegepast voor het afdekken van duizendknoop en hier groeiden de duizendknoopplanten niet doorheen. Uit diverse experimenten is gebleken dat de scherpe punten van duizendknoop vrij gemakkelijk door landbouwplastic heen kunnen prikken. Landbouwplastic en doek dat wordt gebruikt als barrière voor wortels, hebben als nadeel dat hier water op kan stagneren, waardoor het geheel kwetsbaarder kan worden. Het voordeel is echter dat plastic meer verstikkend is dan worteldoek. Met geotextiel van voldoende zware kwaliteit kan dit verstikkende effect echter ook worden bereikt door het opbrengen van een grondkolom. Omdat duizendknoop de eigenschap heeft dat worteluitlopers tot zeker drie meter vanaf een bestaande populatie kunnen opkomen, moest het afdek materiaal minimaal vier meter vanaf de rand van de populatie beginnen.

Om te voorkomen dat de scheuten het materiaal onder grote spanning zetten en om het worteldoek te maskeren, is een laag grond van 30-50 cm op het afdek materiaal aangebracht. Deze grondkolom werd desgewenst met kruiden of grassen ingezaaid. Als gevolg van de doorwortelbaarheid en het vochtleverend vermogen van de bodem, konden verschillen ontstaan in de verspreiding van de wortelstokken. Afdekken is uitgevoerd op de droge en vochtige leemarme zandgronden, lemige zandgronden en op kleigronden. In de analyse van

de resultaten is geen onderscheid gemaakt tussen deze bodemtypen. Er is wel gevarieerd met twee diktes geotextiel: een dik geotextiel dat in één laag is aangebracht en een dun geotextiel dat in één of twee lagen is aangebracht.

Het afdek materiaal is, behalve op één locatie, vier groeiseizoenen op de locatie blijven liggen. De geselecteerde locaties voor de proef met het afdekken van de groeiplaats waren maximaal 60 m² groot, hadden een duidelijke begrenzing en er waren weinig of geen obstakels aanwezig (zoals afrasteringen, bomen en lantaarnpalen).



Figuur 2.3

Afdekken met geotextiel met daarop een grondkolom.

2.3.2 Intensief maaibeheer (tweewekelijks en maandelijks)

Diverse onderzoekers hebben de conclusie getrokken dat alleen maaien als bestrijdingsmethode weinig kans op succes biedt. In de eerder uitgevoerde onderzoeken en praktijkexperimenten waaruit dit geconcludeerd wordt, heeft men zich echter beperkt tot één tot vier keer maaien per groeiseizoen. In een enkel geval is er tot maximaal 10 keer gemaaid in een groeiseizoen. Ook heeft men het maaien in die onderzoeken vaak slechts één tot twee seizoenen volgehouden.

Op basis van positieve resultaten van enkele kleinschalige proeven door terreinbeherende organisaties met frequent maaien gedurende meerdere jaren is gevarieerd met twee maaifrequenties (tweewekelijks en maandelijks maaien). Naast deze bestrijdingsproef heeft één deelnemer wekelijks gemaaid. Er is zowel handmatig als machinaal gemaaid. Handmatig maaien is met behulp van een bosmaaier of zeis uitgevoerd. Machinaal maaien werd gedaan met een maai-zuigcombinatie. Om te voorkomen dat knopen zouden worden verspreid en opnieuw zouden uitlopen, diende het afmaaien zeer zorgvuldig te gebeuren en diende het maaisel gecontroleerd te worden verwijderd. Het maaisel werd gedroogd op een locatie met een dichte vloer of direct afgevoerd naar een composteringsbedrijf. Ook diende de gebruikte materialen en machines direct na het maaien van de duizendknoopgroeilocaties gereinigd te worden om verspreiding van knopen te voorkomen. Voor beide maaifrequenties zijn proeflocaties geselecteerd op droge leemarme zandgronden en op kleigronden om te onderzoeken of er een verschil is tussen effect van maaibeheer en bodemtype.

2.3.3 Chemische behandeling met glyfosaat

De behandeling met chemische bestrijdingsmiddelen was in eerste instantie de minst wenselijke methode en voor een aantal organisaties helemaal geen optie. Sommige terreinbeherende organisaties hebben echter aangegeven toch chemische bestrijding mee te willen nemen in het project. Het was voor hen duidelijk een laatste redmiddel. Het is ook in het onderzoek meegenomen voor het geval er geen geschikte niet-chemische methoden bleken te zijn. Dan is het toch belangrijk dat de informatie beschikbaar is om eventueel chemische bestrijding in te zetten. Dit voorkomt ook dat iedereen proeven met bestrijdingsmiddelen gaat doen die niet tot het gewenste resultaat leiden. Bij de wijze van toepassing zijn drie methoden onafhankelijk van elkaar gebruikt; het bestrijken van vers afgemaaide stengels (stobbenbehandeling), het injecteren van de stengels en bladbehandeling. De chemische behandelingen zijn één- of tweemaal (afhankelijk van de methode) per groeiseizoen uitgevoerd, in ieder geval medio of eind augustus. Ervaringen in met name Groot-Brittannië wijzen er namelijk op dat behandeling op dit moment in het groeiseizoen tot goede resultaten leidt, omdat de plant in deze periode veel voedingsstoffen naar de wortelstokken terughaalt en daarmee ook het chemische bestrijdingsmiddel (Jones, 2015).

Voor de behandeling van duizendknoop met chemische bestrijdingsmiddelen kan in Nederland gebruik worden gemaakt van een beperkt aantal middelen. Met glyfosaat zijn in veel onderzoeksprojecten en -experimenten naar de bestrijding van duizendknoop goede resultaten geboekt. Bovendien is dit het meest gebruikte en meest toegankelijke middel van de overgebleven in Nederland toegestane middelen. Op dit moment (december 2017) is voor professionele toepassing volgens het gebruiksvoorschrift alleen bladbehandeling toegestaan. Met de stobbenbehandeling die in het gebruiksvoorschrift staat, wordt stobbenbehandeling van bomen bedoeld en niet de behandeling van holle stengelonkruiden zoals duizendknoop. Stobbenbehandeling en injecteren mogen alleen met een vrijstelling van het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb) toegepast worden. De behandelingen zijn met name uitgevoerd op droge leemarme zandgronden en op lemige zandgronden. Bodemtype is niet meegenomen in de analyse van de resultaten.

2.3.3.1 Injecteren met glyfosaat

Het injecteren van stengels is (afhankelijk van de stengeldichtheid bij de start van bestrijding) een zeer arbeidsintensieve methode, waarbij iedere stengel afzonderlijk moet worden geïnjecteerd (zie figuur 2.4). De behandeling werd eenmaal per jaar uitgevoerd, eind juli/ augustus. Uit ervaring in Duitsland blijkt dit het meest ideale moment, omdat de plant alle energie reeds in de groei en bloei heeft gestoken. De energie voor hergroei is daardoor beperkt en de plant krijgt de grootste klap (Pavlovic, mondelinge mededeling; Fendt, 2012). Een bijkomend voordeel was dat in hetzelfde groeiseizoen de proeflocatie nogmaals nagelopen kon worden om eventuele gemiste stengels nogmaals te behandelen. Ook kreeg eventueel aanwezige andere vegetatie de kans zich in hetzelfde groeiseizoen uit te breiden of te vestigen. De stengels werden met 2,5 tot 4 ml glyfosaat in 70% oplossing geïnjecteerd, afhankelijk van de dikte van de stengel. Na hergroei zijn de stengels relatief dun. Wanneer injecteren als gevolg daarvan niet meer mogelijk was, werd de hergroei tweemaal per jaar (juni en eind augustus/begin september) verwijderd door middel van uitsteken/uitgraven tot een diepte van 10 cm. Bij één deelnemer bleek het uitsteken/uitgraven moeilijk te gaan. Daarom is deze deelnemer overgegaan tot afsnijden van de te dunne stengels voor zijwaarts injecteren om vervolgens vanaf de bovenkant door het tussenschot te injecteren.

2.3.3.2 Bladbehandeling met glyfosaat

Twee keer per groeiseizoen zijn de stengels afgemaaid (handmatig of met een maai-zuigcombinatie) en twee weken later werd de bladbehandeling uitgevoerd op de planten. Dit werd gedaan met een rugsproeier met regelbare sproeikop, met een 1,5 à 2 % glyfosaatoplossing. Halverwege juni werd de behandeling voor de eerste keer uitgevoerd en halverwege augustus voor de tweede keer. De bladbehandeling kon alleen worden uitgevoerd bij gunstige weersomstandigheden: niet te warm, bewolkt, geen regen (ook niet in de 4 tot 6 uur na de behandeling) en geen vorst. Tijdens de behandeling dienden de planten droog te zijn.

2.3.3.3 Stobbenbehandeling met glyfosaat

Twee keer per groeiseizoen (eind juni en eind augustus) zijn de stengels afgemaaid en direct daarna zijn de verse snijwonden ingesmeerd met glyfosaat in een 4 à 5 % verdunning. Het maaien is handmatig gedaan om goede snijvlakken te krijgen.



Figuur 2.4

Injecteren met glyfosaat.

2.3.4 Ultima

Tot voor kort waren er geen biologisch afbreekbare bestrijdingsmiddelen beschikbaar waarmee goede resultaten zijn geboekt in de bestrijding van duizendknoop. Er is echter recent een nieuw middel op de markt gekomen waarmee veelbelovende resultaten op andere plantensoorten zijn geboekt: Ultima. Dit is een biologisch afbreekbaar contactmiddel dat

bestaat uit een lage concentratie groeiremmers (Maleïne Hydrazide) en een vetzuur (Pelargonzuur) dat zorgt dat de huidmondjes open gaan en de plant uitdroogt (figuur 2.5). Er is echter slechts een beperkte ontheffing voor Ultima. Omwille van het vergroten van het aantal niet-chemische bestrijdingsopties is een ontheffing van het Ctgb verkregen om bestrijding van duizendknoop met dit middel op te nemen in de proef.

De bladbehandeling is steeds uitgevoerd als de planten een hoogte hadden bereikt van 10 à 20 cm, met de eerste behandeling begin mei. Afhankelijk van de start van het groeiseizoen ligt dit tijdstip iets eerder of later. Indien de scheuten bij de start van het jaar hoger waren, werd er twee weken voor de eerste behandeling gemaaid. Vervolgens is steeds behandeld als het merendeel van de scheuten weer een hoogte van 10 tot 20 cm had bereikt. In praktijk werd er gedurende een groeiseizoen elke drie weken een behandeling gedaan. De behandelingen werden uitgevoerd met een rugspuit met afschermkap of een motor-aangedreven spuit met spuitlans, uitgerust met een enkele spuitdop en afschermkap. Omdat Ultima een contactmiddel is, moesten alle plantdelen goed nat worden gespoten (tot druipens toe). Om die reden diende er ook een hechtmiddel te worden toegevoegd, bijvoorbeeld Squall. Per m² die volledig bedekt is met duizendknoop was 16 ml Ultima nodig in een 1 op 6 oplossing. De temperatuur tijdens toepassing moest tussen 10° C en 25° C liggen, bij voorkeur tijdens droog en zonnig weer (de werking is dan het beste). De behandeling mocht niet worden toegepast wanneer de duizendknoop door regen of dauw vochtig was of op momenten dat er in de eerste 8 uur na behandeling regen werd verwacht. Vocht zorgt ervoor dat Ultima van het blad afloopt voordat de werkzame stoffen hun werk kunnen doen.



Figuur 2.5

Door het vetzuur gaan de huidmondjes openstaan en droogt de plant binnen een half uur uit.

2.3.5 Handmatig uittrekken

Oorspronkelijk zat de methode handmatig uittrekken niet in de proef omdat het handmatig uittrekken van wortelstokken zeer arbeidsintensief is en over het algemeen beschouwd wordt als niet efficiënt. Dit omdat gemakkelijk stukken wortelstok kunnen worden vergeten die weer kunnen uitlopen. Het was dan ook de verwachting dat deze methode in de praktijk nauwelijks zal worden toegepast. Tijdens de looptijd van de praktijkproef is deze methode op verzoek toegevoegd en op vier locaties uitgevoerd.

Met behulp van vrijwilligers is deze methode tegen lage kosten uit te voeren. In de gemeente Renkum is bijvoorbeeld de Renkumse Duizendknoopbrigade actief. Deze brigade heeft zich tot doel gesteld de duizendknoop door middel van uittrekken uit te putten.

2.3.6 Afgraven

Deze methode is binnen de praktijkproef niet getest. In plaats daarvan zijn ervaringen met deze methode en de daaraan gekoppelde kosten via een aantal terreinbeheerders verzameld.

2.3.7 Begrazing door schapen

Duizendknoop is eetbaar voor schapen, varkens, geiten, runderen en paarden. Dit geldt met name voor jonge scheuten, maar het is bekend dat bepaalde schapenrassen ook oudere stengels eten. Dieren hebben echter over het algemeen geen voorkeur voor duizendknoop en moeten “gedwongen” worden de soort te eten door ze binnen een raster te zetten met een beperkte oppervlakte met andere soorten. Bij deze methode zijn heideschapenrassen ingezet die het eten van duizendknoop goed verdragen. Op de ene locatie zijn Kempische heideschapen ingezet. Deze schapen graasden de duizendknoop drie keer per groeiseizoen kort af. De kudde werd steeds voor een periode van 2 tot 3 dagen ingerasterd op een relatief klein stuk grasland met daarin een beperkte oppervlakte duizendknoop, zodat de schapen gedwongen werden dit binnen korte tijd af te grazen. Op de andere locatie is met Schoonebeker heideschapen een continue begrazing in het groeiseizoen ingezet met een kleiner aantal schapen. Als de oppervlakte grasland namelijk een te groot aandeel duizendknoop bevat, moeten de schapen te lang gedwongen worden de duizendknoop te eten en dat kan ten koste gaan van de conditie van de schapen.



Figuur 2.6

Begrazing door schapen op een geluidswal bij Amersfoort.

Parallel aan de praktijkproef is de Gemeente Renkum in 2014 gestart met de inzet van Bonte Bentheimer Landvarkens voor de bestrijding van duizendknoop. De varkens eten zowel de stengels en bladeren als de wortels in de ondiepe ondergrond. De hypothese is dat hierdoor

de plant sneller uitgeput wordt dan bij begrazing door schapen. De methode begrazing middels varkens is geen onderdeel van de bestrijdingsproef, maar is wel gevolgd.

2.4 Monitoring

Tijdens de looptijd van het experiment is op iedere locatie één keer per groeiseizoen een meting uitgevoerd in een 4 m² plot. Tijdens deze meting is de bedekking van de duizendknoop bepaald middels de Braun-Blanquetmethode, het aantal stengels geteld en van 10 random geselecteerde planten de lengte en diameter van de stengel gemeten. De metingen zijn steeds in de maanden mei/juni uitgevoerd. In 2017 is in de maanden mei/juni de eindmonitoring uitgevoerd. Om te kunnen bepalen wat de groeikracht van de planten was, is de terreinbeheerders gevraagd om in 2017 tot de eindmonitoring de duizendknoop niet te bestrijden.

Alle deelnemende beheerders is gevraagd aan het einde van elk groeiseizoen een rapportage aan te leveren met het aantal manuren en eventuele kosten derden. Deze gegevens zijn gebruikt om de kostenefficiëntie per methode te bepalen. Om het aantal manuren in kosten voor de geleverde arbeid om te rekenen, zijn waar mogelijk de uurkosten uit het Normenboek 2012 met inflatiecorrecties volgens het CBS aangehouden. Voor de kosten met een maai-zuigcombinatie is een aantal aannemers gevraagd naar het uurloon wat zij rekenen, waar een gemiddelde van is genomen. Vervolgens zijn de totale kosten uitgerekend door eventuele kosten voor materiaal en de inhuur van machines bij de kosten voor de manuren op te tellen.

2.5 Statistische analyse

De data was niet normaal verdeeld (Shapiro-Wilk test). Daarom zijn voor de statistische analyses uitsluitend non-parametrische testen gebruikt.

Met een Kruskal-Wallistoets is getoetst op significante verschillen tussen de verschillende bestrijdingsmethoden in stengelafname en kosten. Vervolgens is de effectiviteit per bestrijdingsmethode geanalyseerd met behulp van non-parametrische testen. Om het verschil tussen de bedekking in jaar 1 (deze is niet in jaar 0 bepaald) en jaar 4 en het verschil in stengeldichtheid tussen jaar 0 en jaar 4 te bepalen is de Wilcoxon Signed-Rank Test voor afhankelijke steekproeven gebruikt.

Wanneer er tussen de start van de proef en het einde van de proef een significant verschil werd gevonden, werd geanalyseerd vanaf welk jaar dit verschil ten opzichte van de start van de proef voor het eerst optrad.

Per jaar zijn per bestrijdingsmethode het aantal manuren en de totale kosten per are uitgerekend (zie 2.4 Monitoring). De kostenefficiëntie is vervolgens met behulp van de Wilcoxon Signed-Rank Test geanalyseerd.

Tenzij anders aangegeven, is $p < 0,05$ als grenswaarde aangehouden.

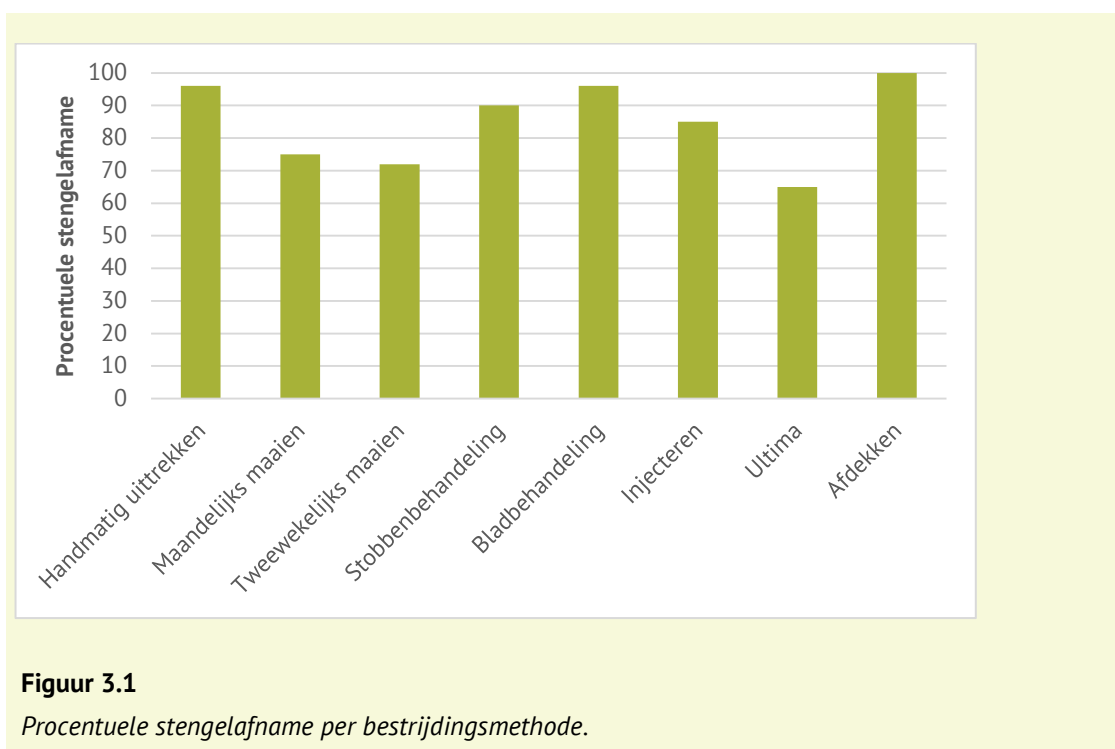
3 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten uit de praktijkproef gepresenteerd. Hierbij worden eerst de verschillen in stengelafname en kosten tussen de verschillende toegepaste bestrijdingsmethoden beschreven. Vervolgens worden de resultaten per methode afzonderlijk in detail behandeld.

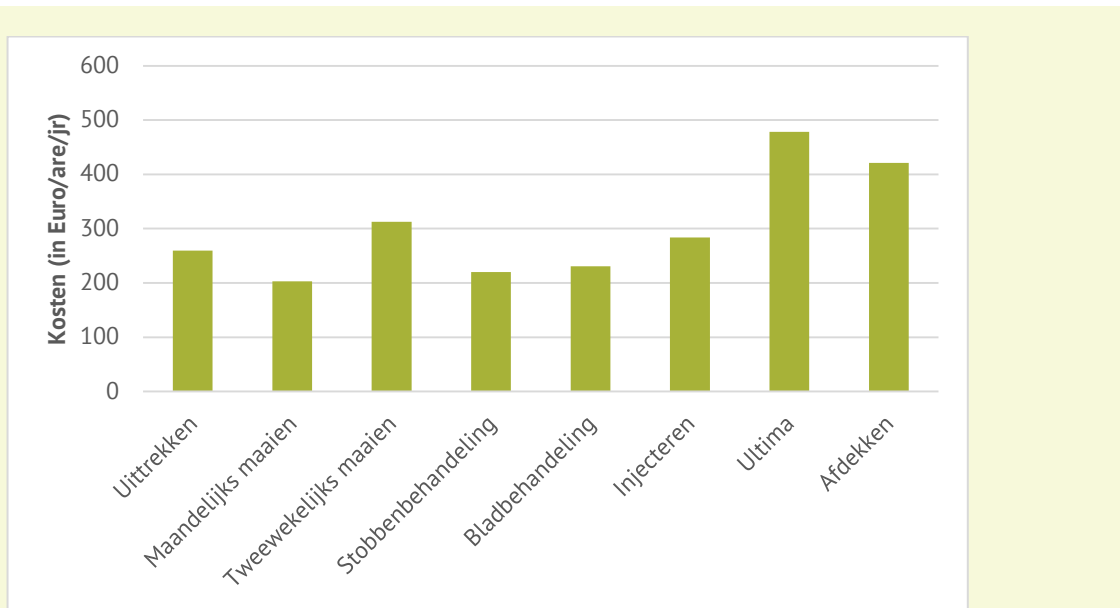
3.1 Verschillen tussen de bestrijdingsmethoden

De procentuele stengelafname over de vierjarige looptijd van de praktijkproef verschilt per methode, maar deze is vanwege een te beperkt aantal herhalingen niet statistisch te onderbouwen. Wel lijken afdekken, de chemische bestrijdingsmethoden en handmatig uittrekken een groter effect te hebben, dan bestrijding door middel van intensief maaien en Ultima (zie figuur 3.1).

Voor de methoden afgraven en schapenbegrazing zijn de aantallen stengels niet bepaald en deze zijn daarom niet meegenomen in de figuren in deze paragraaf. In de paragrafen 3.3 en 3.6 worden de resultaten van deze methoden nader toegelicht.



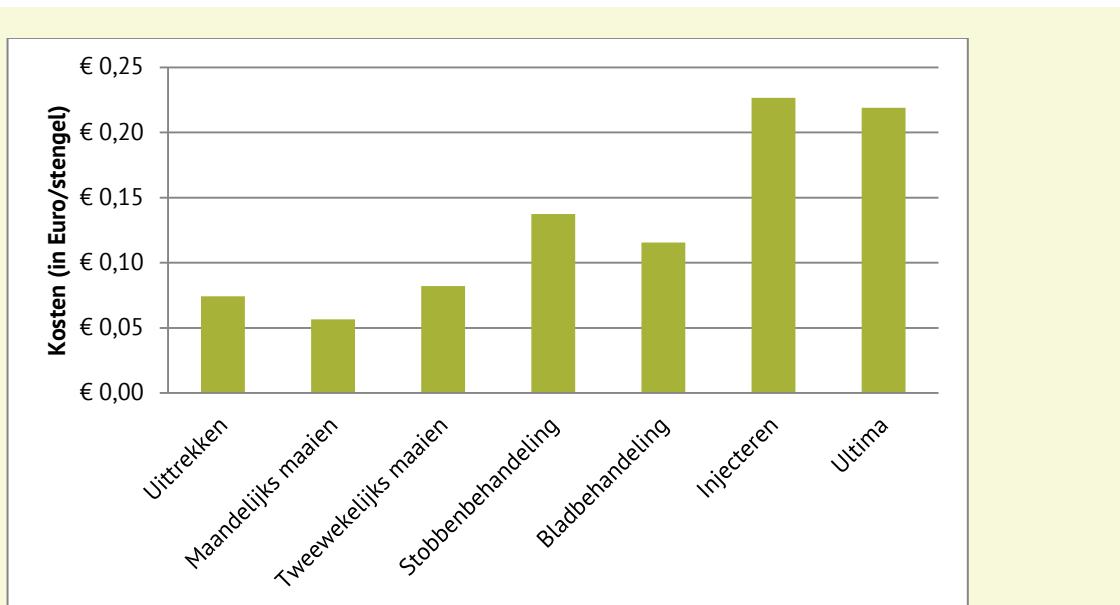
De gemiddelde kosten per are per jaar gedurende de 4 groeiseizoenen van de praktijkproef verschillen significant tussen de methoden. Het gebruik van Ultima en afdekken zijn duurder dan de andere geteste bestrijdingsmethoden (zie figuur 3.2). In het geval van Ultima wordt dit veroorzaakt door de relatief hoge kosten van het middel en het hoge aantal manuren. Bij afdekken worden de hoge kosten voornamelijk door de aanschaf en transport van schone grond veroorzaakt (ongeveer de helft van het bedrag). Voor afdekken is een grote eenmalige investering noodzakelijk, de opvolgende jaren worden geen tot nauwelijks kosten gemaakt.



Figuur 3.2

Gemiddelde jaarlijks kosten per are (in euro's) per bestrijdingsmethode.

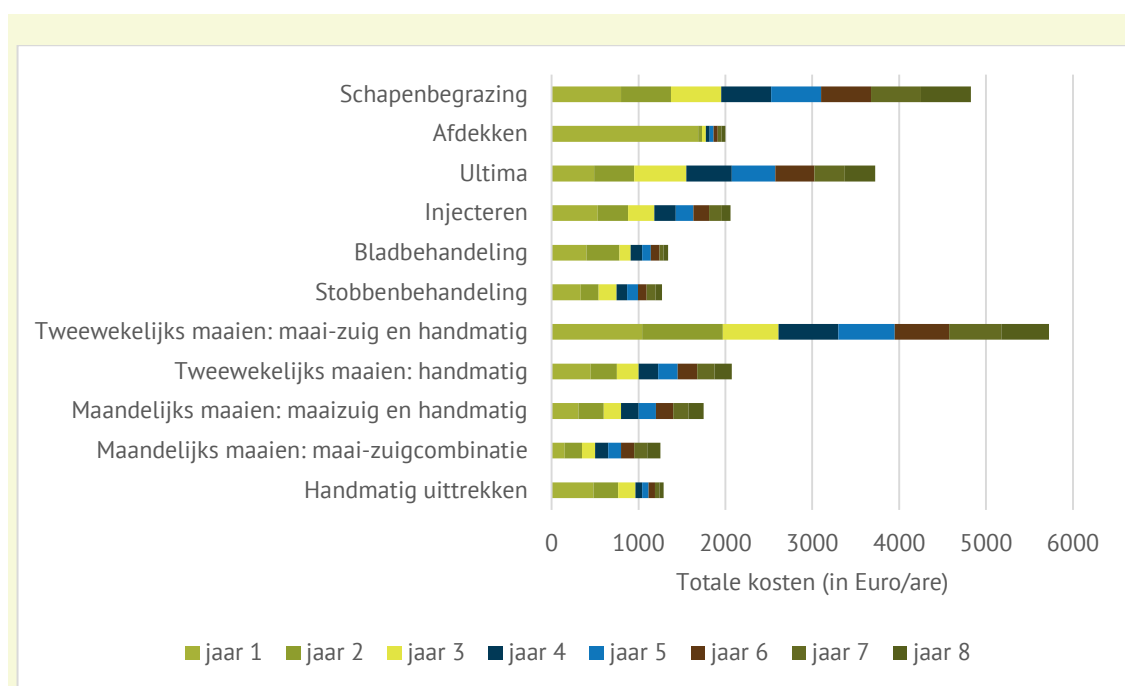
De benodigde kosten voor het realiseren van een bepaalde stengelafname verschillen niet statistisch significant tussen de methodes door een te klein aantal herhalingen. Wel laat figuur 3.3 zien dat injecteren en Ultima per jaar per stengel, over de totale looptijd van de proef, aanzienlijk duurder zijn dan de andere methoden. Intensief maai-beheer en handmatig uittrekken zijn per stengelafname het goedkoopst.



Figuur 3.3

Gemiddelde jaarlijks kosten (in euro's) benodigd om aan het einde van de proef een stengelafname van één stengel te bereiken. Dit betekent dat met deze investering aan het einde van de looptijd van de proef het aantal stengels op de groeilocatie met één stengel is afgenomen. Afdekken is niet in de figuur opgenomen omdat de absolute stengelafname niet bepaald is.

De looptijd van de bestrijdingsproef was slechts 4 groeiseizoenen. Er is gebleken dat deze termijn voor alle geteste methoden te kort is om duizendknoop volledig bestreden te hebben. De bestrijdingsmethoden zullen over een langere termijn moeten worden voortgezet. Het vergelijken van de kosten over een termijn van vier groeiseizoenen levert dan ook geen eerlijke vergelijking op. Een methode, zoals afdekken, met een hoge kosteninput in het eerste jaar, maar lage kosten in de opvolgende groeiseizoenen scoort dan slecht ten opzichte van andere methoden. Terwijl een methode, zoals intensief maaien, ten opzichte hiervan veel beter lijkt te scoren op basis van de kosten. Om dit effect beter inzichtelijk te maken zijn de kosten geëxtrapoleerd naar een periode van 8 groeiseizoenen. Daarvoor is per bestrijdingsmethode de trend in de jaarlijkse kosten per are tijdens de looptijd van de bestrijdingsproef gebruikt om de totale kosten over een periode van 8 groeiseizoenen uit te rekenen. Het resultaat is weergegeven in figuur 3.4, waaruit blijkt dat op de langere termijn de kosten voor tweewekelijks maaien middels een combinatie van handmatig maaien en inzet van een maai-zuigcombinatie, schapenbegrazing en gebruik van Ultima het hoogst zijn. De analyse maakt duidelijk dat het dus inderdaad van belang is de kosten over langere termijn te vergelijken en niet de termijn van de praktijkproef als graadmeter te nemen.



Figuur 3.4

Kosten in euro's per are per jaar. Jaar 1 tot en met 4 zijn gemaakte kosten tijdens de bestrijdingsproef. Jaar 5 tot en met 8 zijn verwachte kosten gebaseerd op de trend in kosten in jaar 1 tot en met 4.

3.2 Afdekken

3.2.1 Ervaringen

Het afdekken bleek minder simpel dan van te voren wellicht zou worden verwacht. Er was rekening gehouden met problemen als gevolg van de aanwezigheid van bomen of andere obstakels en bij verharding. Daarom zijn die groeilocaties tijdens de selectie zo veel mogelijk vermeden. Daar waar dit niet mogelijk was bleek de duizendknoop inderdaad rondom deze

obstakels (bomen en palen) alsnog omhoog te komen vanonder het afdek materiaal. De reden hiervoor is het feit dat het niet mogelijk is het afdek materiaal naadloos rondom een obstakel aan te brengen.

Op een aantal locaties kwam er een jaar na afdekken toch duizendknoop op. Dit bleek het gevolg te zijn van beschadigingen in het doek die tijdens het aanbrengen van het doek waren ontstaan, doordat achtergebleven dode stengels of stobben door het doek prikten of er met machines over het doek was gereden (zie figuur 3.5). Op drie locaties is besloten in jaar 2 het doek opnieuw aan te brengen en minimaal 4 jaar te laten liggen (tot 2019). Op de locaties waar het doek meer dan 3 jaar onafgebroken heeft gelegen, is in het voorjaar van 2017 een deel van het doek verwijderd. Bij de groeilocaties waar de duizendknoop 4 groeiseizoenen is afgedekt lijken de duizendknopen te zijn verstikt. Op één locatie heeft het doek iets meer dan 2 groeiseizoenen gelegen. Ook op die locatie is het doek verwijderd. De wortels onder het doeken leken hier vitaler dan de worteldelen afkomstig van 4 jaar afgedekte locaties. Indien mogelijk is het verstandig het doek langer dan vier groeiseizoenen te laten liggen.



Figuur 3.5

Op drie locaties is na één groeiseizoen het doek opnieuw aangebracht omdat de duizendknoop door beschadigingen groeide, zoals hier op de foto te zien is.

3.2.2 Resultaten van de bestrijdingsmethode

Van twee afdekproeflocaties zijn worteldelen meegenomen en opgepot met potaarde om te onderzoeken of deze worteldelen in leven waren en zo ja, nog voldoende groeikracht voor uitlopen zouden hebben. Van één locatie is geen enkel van de meegenomen worteldelen uitgelopen. Deze worteldelen waren zwart van kleur waardoor in het veld al aangenomen werd dat deze dood waren. Dit werd bevestigd door de resultaten van de potproef. Van de andere locatie liep één van de acht worteldelen uit. Dit was een worteldeel dat aan de zijkant van het doek lag. De aanname is dat dit worteldeel te dicht bij de rand van het doek lag, waardoor deze niet volledig verstikt is. Dit bevestigt het gegeven dat het afdek materiaal ruim over de randen van groeilocatie aangebracht dient te worden.

De worteldelen afkomstig van de locatie waar het doek iets meer dan 2 groeiseizoenen heeft gelegen, bleken tijdens de oppotproef vitaler dan de worteldelen van de groeilocaties waar het doel 4 jaar heeft geleden. De worteldelen afkomstig van de 2 jaar afgedekte locatie bleken

wel uit te lopen terwijl de worteldelen van de andere groeilocaties geen groei lieten zien. Dit bevestigt de hypothese dat het afdek materiaal meer dan 4 jaar moet blijven liggen.

Er is geen verschil in resultaat geconstateerd tussen het aanbrengen van één laag dik geotextiel en één of twee lagen dun geotextiel. Wel is gebleken dat bij het aanbrengen van dun geotextiel nog voorzichtiger dient te worden gewerkt om te voorkomen dat er tijdens het aanbrengen gaten in het doek ontstaan. Mits het doek zorgvuldig wordt aangebracht, leidt de afdek methode dus tot positieve resultaten.

Op de groeilocaties die zijn getest, is het geotextiel niet volledig verwijderd. Er is een gat gemaakt in het midden van het doek. In de komende groeiseizoenen zal blijken of er alsnog hergroei op zal treden.



Figuur 3.6

Voor en aan het einde van het afdekken (vlak voordat in het midden van het doek een gat werd gemaakt).

3.2.3 Manuren en materiaalkosten

Het aanbrengen van het geotextiel kostte gemiddeld 5,5 manuren werk per are. Het geotextiel (Terram) dat tijdens de praktijkproef is toegepast was afkomstig van de producent Fibreweb. Hiervoor is gekozen omdat bekend was dat duizendknoop er niet doorheen groeide. Het doel van de praktijkproef was immers niet verschillende soorten doek te testen, maar om te bepalen of de methode afdekken wel of niet tot goede resultaten leidt. De kosten voor het geotextiel van Fibreweb (één rol (4,5 meter bij 50 meter) bedroegen € 400 en ook de transportkosten vanuit het Verenigd Koninkrijk naar de afdeklocaties waren hoog (€ 150 voor één rol of € 200 voor twee rollen). Vanwege deze hoge kosten ligt het niet voor de hand ook in de toekomst te kiezen voor dit geotextiel. In Nederland zijn goedkopere geotextielen verkrijgbaar waarvan de producenten aangeven dat zij over dezelfde eigenschappen beschikken als Terram. De kosten per m² van dit geotextiel liggen in de range tussen ongeveer € 0,50 tot € 0,90 per m². Om de kosten van de methode afdekken te bepalen is gerekend met de hoogste waarde uit deze range, omdat dit een beter beeld geeft van de kosten die verwacht kunnen worden bij toepassen van deze bestrijdingsmethode in Nederland. De transportkosten bedroegen € 110 voor het transport van twee rollen geotextiel binnen Nederland. De overige kosten voor een maaimachine, een mobiele kraan voor het aanbrengen van het doek en de kolom aarde bedroegen gemiddeld € 1.240 voor een locatie van één are (zie tabel 3.1).

In de jaren erna zijn op 3 van de 8 locaties werkzaamheden uitgevoerd. Die bestonden uit het bijmaaien van de randen van de afgedekte plek waar toch duizendknoop opkwam. Dit kwam

doordat de bufferzone van geotextiel rondom de plek met duizendknoop niet breed genoeg is gelegd. Dit kostte 1 tot 1,5 manuur per jaar.

Tabel 3.1	
<i>Overzicht van de gemiddelde startkosten voor afdekken van een are*.</i>	
Kostenpost	Kosten (excl. BTW)
Geotextiel*	€ 445
Transport geotextiel (twee rollen)	€ 110
Maaimachine (incl. transport)	€ 20
Mobiele kraan	€ 220
Aanschaf en transport schone grond	€ 890
Totaal	€ 1.685

*inclusief een bufferrand van 4 meter is voor het afdekken van één are 324 m² doek nodig.

3.2.4 Kosten in relatie tot behaalde resultaat

Bij de afdekmethodes zijn in het eerste jaar kosten gemaakt voor het maaien en afvoeren van maaisel van de locatie, het geotextiel en de teeltaarde om op het doek aan te brengen. De kosten bedroegen voor een groeilocatie van één are gemiddeld ongeveer € 1.685. Deze kosten zijn zeer hoog vergeleken met de andere bestrijdingsmethoden. Echter, in de opvolgende jaren zijn er bij de afdekmethodes geen tot nauwelijks bestrijdingsactiviteiten noodzakelijk en bedroegen de gemaakte kosten jaarlijks € 35 tot € 45 per groeilocatie voor het controleren van de groeilocatie en eventueel bijmaaien van de randen van de groeilocatie. Gedurende de vierjarige praktijkproef bedroegen de jaarlijkse kosten voor de afdekmethodes €420 per are. Kijken we over een periode van 8 groeiseizoenen, dan komen de gemiddelde kosten uit op € 250 per jaar.

3.3 Afgraven

De afgraafmethode is niet in de praktijkproef getest. Wel hebben twee terreineigenaren die deelnamen aan de praktijkproef op eigen initiatief groeiplaatsen afgegraven. De ervaringen met deze methode en de kosten hiervoor zijn verzameld door middel van telefonische interviews. Door Probos is geen monitoring uitgevoerd op de afgegraven groeilocaties.

3.3.1 Ervaringen en resultaten

Eén van de afgegraven groeilocaties, van ongeveer 50 m² (dit is een aanname), lag naast een provinciale weg. Dit betrof een groeilocatie op een arme zandgrond waar geen bomen of struiken groeiden. Hierdoor konden de worteldelen van de duizendknoop eenvoudig herkend worden. De bodem is tot ongeveer 90 cm diep afgegraven. Dieper was niet mogelijk in verband met de vele kabels en leidingen in de berm-bodem. Na een jaar is de locatie gecontroleerd en werd één hergroeide duizendknoopplant aangetroffen die vervolgens is uitgetrokken.

De andere afgegraven groeilocatie betrof een groeilocatie van ongeveer 100 m² op een talud. Dit was een vrij arme zandgrond met een diepe grondwaterstand. De bodem is tot ongeveer 1 m diep afgegraven, waarna de nog zichtbare wortelpuntjes in de kuil zijn aangestipt met glyfosaat. De grond is ter plekke gezeefd waardoor afvoer van de hoeveelheid grond

geminimaliseerd werd. Deze methode was effectief; ook na een paar groeiseizoenen is er geen hergroei waargenomen.

3.3.2 Kosten

Op de locatie naast de provinciale weg is het afgraven van de duizendknoophaad gecombineerd met de aanleg van een faunatunnel, waardoor de kosten beperkt bleven. Inschatting is dat de kosten voor het afgraven van de duizendknooplocatie van enkele vierkante meters ongeveer € 2.000 bedroegen (€ 4.000 per are), inclusief graafmachinehuur en afvoer van de grond.

Op de andere locatie waar een groeiplaats van ongeveer 100 m² op een talud tot ongeveer 1 m diep is afgegraven, bedroegen de kosten ongeveer € 5.500. Dit was inclusief de graafmachinehuur en het zeven van de grond. Op basis van deze twee voorbeelden komen de gemiddelde kosten over een periode van 4 groeiseizoenen uit op ca. € 1.200 per are per jaar. Over een periode van 8 jaar zijn de gemiddelde kosten dus ca. € 600 per are per jaar.

3.3.3 Kosten in relatie tot behaalde resultaat

De kosten zijn sterk afhankelijk van de uitgangssituatie. Op een zeer arme bodem waar de duizendknoop oppervlakkig wortelt en geen tot weinig bomen en struiken groeien, kan afgraven tot ongeveer een meter voldoende zijn. Wanneer het gecombineerd kan worden met andere werkzaamheden, kunnen de kosten beperkt blijven. Op bodems waar de duizendknoop dieper wortelt, zullen de kosten hoger uitvallen.

3.4 Handmatig uittrekken

3.4.1 Ervaringen

Handmatig uittrekken is binnen de praktijkproef later toegevoegd en op een beperkt aantal locaties toegepast. Er is daarom geen werkbeschrijving voor ontwikkeld en een goede statistische analyse is niet mogelijk. Wel is het algemene beeld te schetsen dat het aantal stengels per are door deze bestrijdingsmethode kan afnemen. Waterschap Brabantse Delta gaf aan dat, naarmate de bestrijdingsproef vorderde, er meer biomassa uit de bodem werd onttrokken en dat de bovengrondse biomassa aanzienlijk afnam.

In de gemeente Renkum is een proef gestart met handmatig uittrekken door de vrijwilligersgroep 'Renkumse Duizendknoopbrigade' en ook op de Utrechtse Heuvelrug heeft een proef met uittrekken door vrijwilligers plaatsgevonden (Mabelis, 2015). Ook deze proeven laten goede resultaten van deze manier van bestrijding zien.

3.4.2 Resultaten van de bestrijdingsmethode

In de proef nam het aantal stengels van gemiddeld 3.600 stengels per are af naar 130 stengels per are. Op twee van de vier locaties werden zelfs bij de eindmonitoring geen stengels meer aangetroffen en was de locatie door een ander vegetatietype bedekt (zie figuur 3.7).



Figuur 3.7

Voor en na het uittrekken (jaar 0 en jaar 4) (Natuurmonumenten Zuid en Noordoost Twente - Wargerinksweg).

3.4.3 Manuren en kosten

In het eerste jaar kostte het handmatig uittrekken van de stengels gemiddeld 8 manuren per are. In de opvolgende jaren daalde het gemiddelde aantal manuren per are tot 5 uur in jaar 2, ruim 3 uur in jaar 3 en 1,25 uur in jaar 4. Tussen de verschillende proeflocaties was echter wel een grote spreiding in het aantal bestede manuren. De uitvoerders van de terreinbeherende organisaties merkten op dat met name in de laatste jaren het zoeken naar de overgebleven stengels de meeste tijd kostte.

De gemiddelde kosten (inclusief afvoer) per are daalden van € 480 in het eerste jaar naar € 75 in het laatste jaar.

De gemiddelde totale kosten voor het uittrekken over de 4 jaar bedroegen € 1.040 per are. De gemiddelde kosten over de looptijd van 4 jaar komen dan uit op € 260 per are per jaar. Kijken we over een periode van 8 groeiseizoenen, dan dalen de gemiddelde kosten per are per jaar naar € 160.

3.4.4 Kosten in relatie tot behaalde resultaat

De uittrekmethode is een arbeidsintensieve methode, zeker op groeilocaties met een hoge stengeldichtheid. Deze methode brengt daardoor relatief hoge kosten met zich mee. Wel is het een effectieve methode om de duizendknoop te bestrijden. Inzet van vrijwilligers kan deze kosten omlaag brengen om de duizendknoop met deze methode effectief en kostenefficiënt te bestrijden. Wel is goede coördinatie van een dergelijke vrijwilligersgroep nodig. Diverse organisaties, zoals Landschapsbeheer Nederland, hebben ruime kennis over en ervaring met het werken met vrijwilligers(groepen).

3.5 Intensief maaibeheer

In de praktijkproef zijn twee frequentieregimes onderzocht: tweewekelijks maaien en maandelijks maaien. Daarnaast heeft Waterschap Aa en Maas een eigen onderzoek gedaan met wekelijks maaien. Uit monitoring bleek dat op één van deze groeilocaties de hergroei groter was dan op de groeilocaties waar tweewekelijks of maandelijks werd gemaaid. Op een klein aantal andere groeilocaties nam het aantal stengels wel wat af. Maar of de groeikracht was afgenomen, kon in dit onderzoek niet worden vastgesteld.

Voorafgaand aan de proef werd verwacht dat het effect van het intensief maaibeheer zou verschillen tussen de verschillende duizendknoopsoorten en dat ook de bodem (arm/rijk) invloed zou hebben. Uit de analyse van de resultaten blijkt echter dat zowel bij maandelijks maaien als tweewekelijks maaien er geen verschillen tussen de drie duizendknoopsoorten en tussen de twee bodemsoortgroepen te constateren zijn. Daarom is het effect van de bestrijdingsmethoden niet verder apart geanalyseerd voor de duizendknoop- en bodemsoorten.

Bij het analyseren van de kosten is wel onderscheid gemaakt tussen de kosten voor de inzet van een maai-zuigcombinatie, handmatig maaien (middels bosmaaier of zeis) en een combinatie van een maai-zuigcombinatie met handmatig maaien.

In het Amerongse bos (Het Utrechts Landschap) is door ecooloog Bram Mabelis een onderzoek uitgevoerd waarbij op een open plek in het bos een aantal malen tijdens het groeiseizoen handmatig de bovengrondse delen zijn verwijderd en afgevoerd om maaibeheer na te bootsen. De grond bleef hierbij ongeroerd. De proef werd vanaf 2010 gedurende vijf jaar met behulp van vrijwilligers uitgevoerd op een groeilocatie van 150 m². Aanvankelijk werden de duizendknopen ongeveer 6 maal per jaar verwijderd, maar al na enkele jaren kon dit teruggebracht worden tot 2 maal per jaar. Dhr. Mabelis heeft de groeiplaatsen jaarlijks gemonitord en in 2015 heeft hij geen uitlopers meer waargenomen (Mabelis, 2015).

3.5.1 Maandelijks maaien

3.5.1.1 Ervaringen

De algemene ervaring bij de methode maandelijks maaien is dat het, net als tweewekelijks maaien, veel manuren kost en daarmee duur is. De praktijkproef laat positieve resultaten zien, maar dit werd pas na een aantal jaar zichtbaar (zie figuur 3.8). Het uitblijven van resultaten binnen een aantal jaar en de hoge kosten, waren redenen voor één van de deelnemers aan de praktijkproef om voortijdig met deze methode te stoppen. Ook een andere deelnemer heeft besloten deze methode na het einde van de praktijkproef vanwege de hoge kosten in relatie tot het beperkte effect dat bereikt is na vier groeiseizoenen niet voort te zetten. Het gaat hierbij dan niet zozeer om de kosten per groeilocatie, maar vooral om de totale kosten gerekend over alle groeilocaties die werden gemaaid.

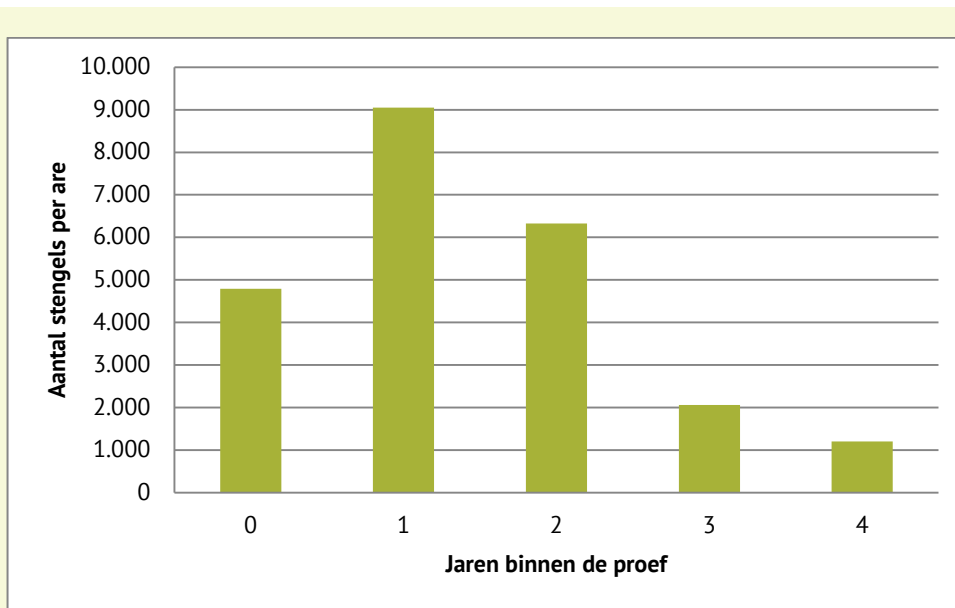


Figuur 3.8

Voor en na het maandelijks maaien (jaar 0 en jaar 4) (Waterschap Brabantse Delta - Rozendaalse Vliet).

3.5.1.2 Resultaten van de bestrijdingsmethode

Bij maandelijks maaien is het aantal stengels significant afgenomen van gemiddeld 4.800 stengels per are in jaar 0 naar 2.100 stengels in jaar 3. In het laatste jaar daalde het aantal stengels per are naar 1.200. De bedekking (gemeten met de Braun-Blanquetmethode) is niet significant afgenomen. In het veld werd waargenomen dat de hergroei van de duizendknoop dunner was en ook een geringere hoogte bereikte, dit kan alleen niet statistisch aangetoond worden.



Figuur 3.9

Aantal stengels per jaar per are bij maandelijks maaien.

3.5.1.3 Manuren en kosten

Maandelijks maaien is in twee varianten uitgevoerd: maaien middels een maai-zuigcombinatie en middels een combinatie van handmatig maaien (met bosmaaier of zeis) en een maai-zuigcombinatie. De manuren en totale kosten zijn voor deze twee varianten apart geanalyseerd.

Het aantal manuren per are bij een maai-zuigcombinatie schommelde gedurende de proef rond de 4,5 uur per jaar. Totaal kostte het maaien over de 4 jaar 25 manuren per are. De totale gemiddelde kosten per are over de looptijd van 4 jaar bedroegen ongeveer € 650. De gemiddelde kosten per are per jaar bedragen € 160 per are per jaar over een periode van 4 jaar en € 155 over een periode van 8 jaar.

Bestrijding middels de combinatie van de inzet van een maai-zuigcombinatie en handmatig maaien, kostte het eerste jaar gemiddeld 4,5 manuren per are. Dit nam af tot iets meer dan 2,5 manuren per are.

De totale gemiddelde kosten voor de looptijd van 4 jaar bedroegen iets meer dan € 1.000 per are. Gedurende de looptijd lijken de jaarlijkse kosten wel af te nemen. Dit is het gevolg van het feit dat de (her)groeisnelheid van de duizendknoop als gevolg van het intensief

maai-beheer afneemt. Daardoor neemt de maaifrequentie af naarmate de jaren vorderen. De gemiddelde kosten per are per jaar bedragen € 500 per are per jaar over een periode van 4 jaar en € 220 over een periode van 8 jaar.

3.5.1.4 Kosten in relatie tot behaalde resultaat

Maandelijkse maai-beheer is over de looptijd van 4 jaar gezien een relatief goedkope bestrijdingsmethode waarmee relatief eenvoudig grote oppervlakten met hoge stengeldichtheden bestreden kunnen worden. Wel is de afname van het aantal stengels vergeleken met de overige geteste methoden relatief laag en dient de methode nog meerdere jaren te worden voortgezet. Op basis van de proef is niet aan te geven hoeveel jaren in totaal gemaaid zal moeten worden om de duizendknoop volledig weg te krijgen. Ook is het nog maar de vraag of de duizendknoop met deze methode uiteindelijk helemaal bestreden kan worden. Maandelijkse maaien moet daarom meer gezien worden als een beheersmethode dan een bestrijdingsmethode, die risico op verspreiding van worteldelen en knopen via de maaimachine naar nieuwe locaties met zich meebrengt.

3.5.2 Tweewekelijks maaien

3.5.2.1 Ervaringen

Zoals ook beschreven in paragraaf 3.5.1 maandelijks maaien, is de methode tweewekelijks maaien zeer arbeidsintensief en daarmee duur, met name wanneer alleen handmatig (middels bosmaaier of zeis) wordt gemaaid. Wel is er een verschil in kosten tussen alleen handmatig maaien of een combinatie van handmatig maaien en inzet van een maai-zuigcombinatie. Ook tweewekelijks maaien laat positieve resultaten zien, maar pas na een aantal jaar. Het uitblijven van resultaten binnen een aantal jaar en de hoge kosten, waren redenen voor één van de deelnemers aan de praktijkproef om voortijdig met deze methode te stoppen. Een andere deelnemer ziet wel een afname in duizendknoop, maar ziet wel dat in bosvakken het effect van intensief maai-beheer minder groot is.

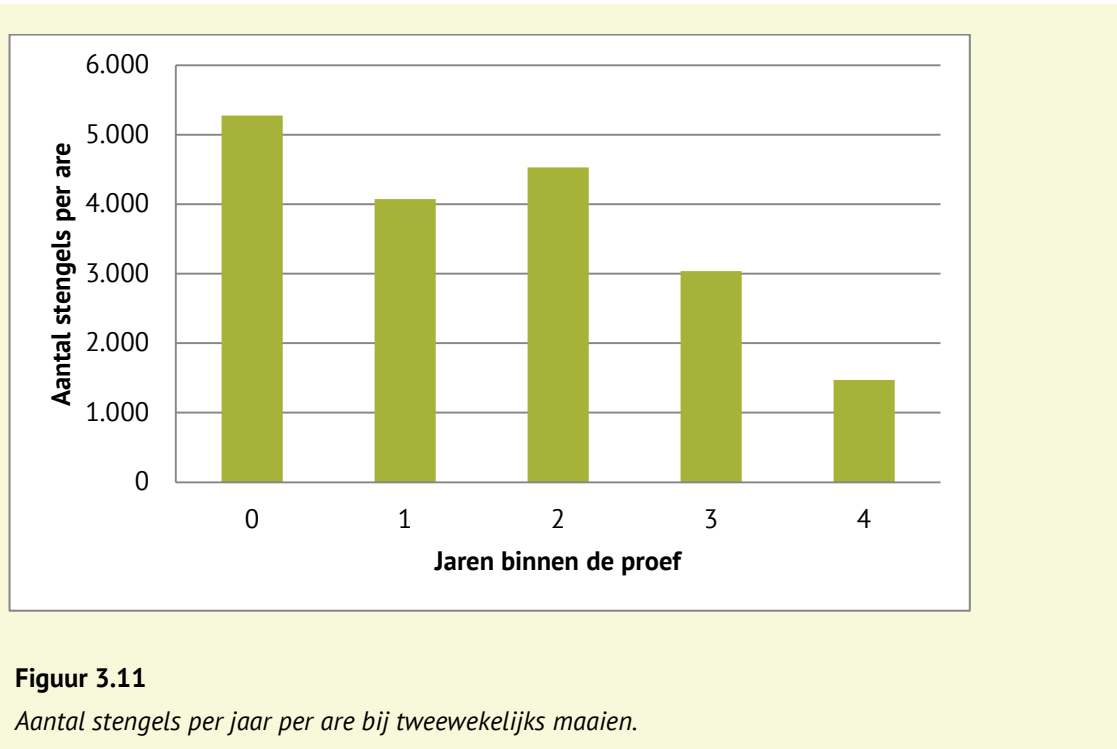


Figuur 3.10

Voor en na het tweewekelijks maaien met de bosmaaier (jaar 0 en jaar 4) (Oranje Nassau's Oord.) Op de linkerfoto bestaat de ondergroei met name uit duizendknoop, op de rechterfoto uit brandnetel.

3.5.2.2 Resultaten van de bestrijdingsmethode

Bij tweewekelijks maaien is de bedekking van duizendknoop tussen de start en het einde van de proef niet afgenomen. Het aantal stengels is wel afgenomen van gemiddeld 5.300 stengels naar gemiddeld 1.500 stengels per are². In figuur 3.11 is te zien dat de afname geleidelijk is gegaan gedurende de praktijkproef.



3.5.2.3 Manuren en kosten

Tweewekelijks maaien is in twee varianten uitgevoerd: handmatig maaien (middels bosmaaier of zeis) en maaien middels een combinatie van handmatig maaien en een maai-zuigcombinatie. De manuren en kosten zijn voor deze varianten apart geanalyseerd.

Op de locaties waar alleen handmatig gemaaid is nam het aantal manuren af van 12,5 uur per are in het eerste jaar naar iets meer dan 6 uur per are in het laatste jaar. Ook de jaarlijkse kosten per are namen af, van ongeveer € 450 in het eerste jaar naar € 225 in het laatste jaar. Totaal kostte handmatig maaien over de looptijd van 4 jaar ongeveer 35 manuren en de totale kosten bedroegen € 1.250 per are. De gemiddelde kosten per are per jaar bedragen € 310 over een periode van 4 jaar en € 260 over een periode van 8 jaar.

Waar een combinatie is gebruikt van een maai-zuigcombinatie en handmatig maaien, nam het aantal manuren af van 17 uur per are in jaar 1 tot ongeveer 10 uur per are in de laatste twee jaren. Ook de totale jaarlijkse kosten namen af van ruim € 1.000 per are in het eerste jaar naar iets minder dan € 700 per are in de laatste twee jaren. Totaal kostte de combinatie van een maai-zuigcombinatie met handmatig maaien over de looptijd van 4 jaar ruim 50 manuren en de totale kosten bedroegen € 3.300 per are. De gemiddelde kosten per are per

² P=0,01

jaar bedragen € 825 per are per jaar over een periode van 4 jaar en € 715 over een periode van 8 jaar.

3.5.2.4 Kosten in relatie tot behaalde resultaat

Tweewekelijks maaien is een relatief dure bestrijdingsmethode met een relatief lage afname van het aantal stengels vergeleken met de overige geteste methoden. Ook moet de methode nog meerdere jaren worden toegepast voordat er effect waarneembaar is. Wel kunnen relatief eenvoudig grote oppervlakten met hoge stengeldichtheden bestreden worden. Het verschil in stengelafname tussen maandelijks en tweewekelijks maaibeheer is klein, terwijl het verschil in kosten aanzienlijk is. Wanneer gekozen wordt voor maaibeheer, is een intensiteit van tweewekelijks maaien niet noodzakelijk en is maandelijks maaien afdoende om hetzelfde resultaat te bereiken. Wel net als bij maandelijks maaibeheer is het de vraag of de duizendknoop met deze methode uiteindelijk helemaal bestreden kan worden. Het betreft dus meer een beheersmethode die risico op verspreiding met zich meebrengt, omdat de maaimachine stukjes wortel en knopen mee kan nemen naar een nieuwe vestigingslocatie.

3.6 Begrazing

3.6.1 Ervaringen

Slechts op twee locaties is de duizendknoop begraasd door schapen, daarom is een uitvoerige, statistisch te onderbouwen analyse niet mogelijk.

Op de locatie in Amersfoort waar drukbegrazing is toegepast, hadden de schapen de neiging alleen de bladeren te eten en de stengels te laten staan waardoor niet alle bovengrondse biomassa weggehaald wordt en de impact op de plant minder groot is. Uit de veldbezoeken blijkt de bedekking van duizendknoop op deze locatie niet minder te worden. Op de locatie van Waterschap Aa en Maas waar schapen continue tijdens het groeiseizoen graasden, prefereerden de schapen juist wel duizendknoop en dan met name de jonge uitlopers. Hier had de begrazing wel een afname van duizendknoop tot gevolg. Daarnaast was op de locatie in Amersfoort de duizendknoop alweer voor deel terug gegroeid, voordat de begrazing startte.



Figuur 3.12

Begrazing door schapen in jaar 2 (links) en jaar 4 (rechts) op de geluidswal bij Amersfoort.

De gemeente Renkum is in 2015 een proef gestart met Bonte Bentheimer Landvarkens (zie figuur 3.13). Al in het tweede jaar nam de populatie duizendknoop af. Dit bevestigt de hypothese dat doordat de varkens ook worteldelen opgraven en eten, de planten sneller uitgeput raken dan wanneer alleen de bovengrondse delen begraasd worden. Wel is het van belang in het kader van de gezondheid van de varkens dat het dieet niet uitsluitend uit duizendknoop bestaat. Ook is het van belang dat de begrazing wordt uitgevoerd met een hoge dichtheid van varkens, zodat de duizendknoop intensief wordt begraasd. In Renkum is de duizendknoop rond het nachtverblijf en de voederplek van de varkens bijvoorbeeld bijna verdwenen terwijl de dichtheid over de rest van de oppervlakte nog steeds relatief hoog is, maar wel afneemt.



Figuur 3.13

Begrazing door varkens in de gemeente Renkum.

3.6.2 Manuren en kosten

Van één locatie zijn de kosten voor begrazing door schapen in kaart gebracht. Hier hebben jaarlijks 5 schapen gedurende 30 weken (in jaar 2) tot 23 weken (in jaar 4) op 160 m² gegraasd. Het aantal manuren in het eerste jaar bedroeg 8 uur per are. De kosten voor de begrazing inclusief het jaarlijks plaatsen, onderhouden en verwijderen van rasters en het toezicht bedroegen € 800 per are in jaar 2 en ongeveer € 575 per are per jaar in de opvolgende jaren. De gemiddelde kosten per are per jaar bedragen € 630 per are per jaar over een periode van 4 jaar en € 600 over een periode van 8 jaar.

3.6.3 Kosten in relatie tot behaalde resultaat

Begrazing door schapen leidt niet op alle locaties tot een significante afname van duizendknoop en is relatief duur. Daarom lijkt dit niet de meest geschikte

bestrijdingsmethode. Wel kunnen er bij verschillende kuddes verschillen in voedselvoorkeur zijn die het resultaat bepalen. De inzet van varkens lijkt op kortere termijn tot positievere resultaten te leiden, omdat dan ook delen van de ondergrondse biomassa worden verwijderd.

3.7 Chemische bestrijding met glyfosaat

3.7.1 Injecteren met glyfosaat

3.7.1.1 Ervaringen

Het injecteren is een over het algemeen arbeidsintensieve methode die op korte termijn tot positieve resultaten leidt. Vooral op locaties met een grote stengeldichtheid en met dunnere stengels bleek injecteren zeer arbeidsintensief. Bij oudere duizendknopenhaarden met enkele zeer dikke stegels per pol kostte het injecteren aanzienlijk minder manuren.

In de werkbeschrijving werd voorgeschreven een oplossing van 70% te injecteren. Eén van de deelnemende terreinbeherende organisaties (CNME Maastricht) heeft echter tijdens de proef op groeilocaties buiten de praktijkproef de concentratie glyfosaat verlaagd tot 40% en later zelfs op een aantal locaties tot 5%. Uit waarnemingen op deze locaties blijkt dat deze concentraties dezelfde resultaten opleveren als de 70%-oplossing: ook op locaties waar een 5%-oplossing is gebruikt, was binnen een aantal jaar de duizendknoop verdwenen. Een andere belangrijke constatering die door Gijs Ketelaars van CNME Maastricht is gedaan, is dat de bestrijding tot een veel beter resultaat leidt indien de groeilocatie ongestoord is. Op groeilocaties waar bijvoorbeeld een aantal jaren is gemaaid is het effect van injecteren veel beperkter. Dit wordt bevestigd door Natuurmonumenten. Ten opzichte van locaties waar geen verstoring had plaatsgevonden zagen zij minder effect van injecteren langs bospaden die voordat de bestrijdingsproef was gestart waren geherprofileerd.

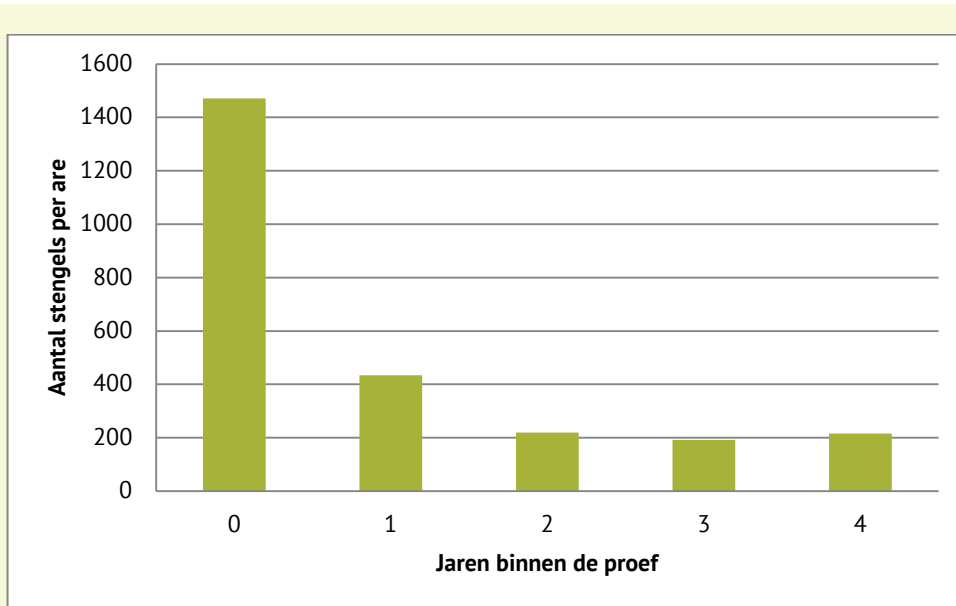


Figuur 3.14

Voor en na het injecteren (jaar 0 en jaar 4).

3.7.1.2 Resultaten van de bestrijdingsmethode

Het aantal stengels is bij injecteren afgenomen van gemiddeld ruim 1.500 stengels naar 220 stengels per are³. Al in het eerste jaar van bestrijding is een duidelijke afname in het aantal stengels per are te zien (zie figuur 3.15). Wel zijn er grote verschillen tussen locaties. Op een aantal locaties is na een jaar een groot deel van de stengels verdwenen, terwijl op andere locaties waar in het verleden de duizendknoop op andere wijze is bestreden de afname lager was.



Figuur 3.15

Aantal stengels per are per jaar bij injecteren.

Naast dat het aantal stengels daalde, werden bij hergroei de stengels dunner (van gemiddeld 9 mm naar 3 mm) en kleiner (van gemiddeld 115 cm naar 27 cm). Dit betekent dat door het injecteren de bovengrondse biomassa jaarlijks afneemt (figuur 3.16). Door het beperkte aantal herhalingen en de lage dichtheid van de hergroei kunnen deze afnames in dikte en hoogte niet statistisch worden onderbouwd.

³ P=0,012



Figuur 3.16

Twee voorbeelden van dunner en kleiner hergroeide duizendknoopplanten bij de Empese en Tondese heide.

3.7.1.3 Manuren en kosten

Voor het injecteren is eenmalig een injectiepistool à € 450 aangeschaft (zie figuur 2.4). Een dergelijk injectiepistool kan ook zelf vervaardigd worden, in dat geval zullen de kosten € 150 à € 200 zijn. In dit rapport is gerekend met kosten voor het zelf vervaardigen van een injectiepistool à € 175, omdat de ervaring leert dat veel aannemers ervoor kiezen zelf het gereedschap te ontwikkelen.

Het aantal manuren per are is afgenomen van 9 uur in het eerste jaar naar ruim 4 uur in het laatste jaar. De totale kosten per are zijn afgenomen van € 530 (inclusief injectiepistool) naar € 250. De totale kosten over de looptijd bedragen gemiddeld € 1.425 per are. Deze bestaan uit kosten voor de 25 manuren en materiaalkosten die gemiddeld € 625 bedragen. De gemiddelde kosten per are per jaar bedragen € 360 per are per jaar over een periode van 4 jaar en € 260 over een periode van 8 jaar.

3.7.1.4 Kosten in relatie tot behaalde resultaat

De kosten voor injecteren in relatie tot de waargenomen stengelafname zijn ten opzichte van de overige geteste bestrijdingsmethoden laag. In de praktijkproef is deze methode getest op groeilocaties met een relatief lage stengeldichtheid. Omdat elke afzonderlijke stengel geïnjecteerd dient te worden, zullen de kosten op groeilocaties met een hogere stengeldichtheid hoger uitvallen. Daarnaast is het de vraag of deze methode op die locaties hetzelfde effect zal hebben, omdat een hoge stengeldichtheid meestal een indicatie is voor het feit dat het een locatie betreft die in het verleden is gemaaid of op een andere manier is verstoord. Op dit type locaties is het effect van de methode minder groot.

3.7.2 Bladbehandeling met glyfosaat

3.7.2.1 Ervaringen

Net als injecteren, had de methode bladbehandeling met glyfosaat op korte termijn positieve resultaten. Het aantal planten liep sterk terug. Daarnaast werd op veel locaties uitsluitend hergroei in bonsaivorm waargenomen (zie figuur 3.17).



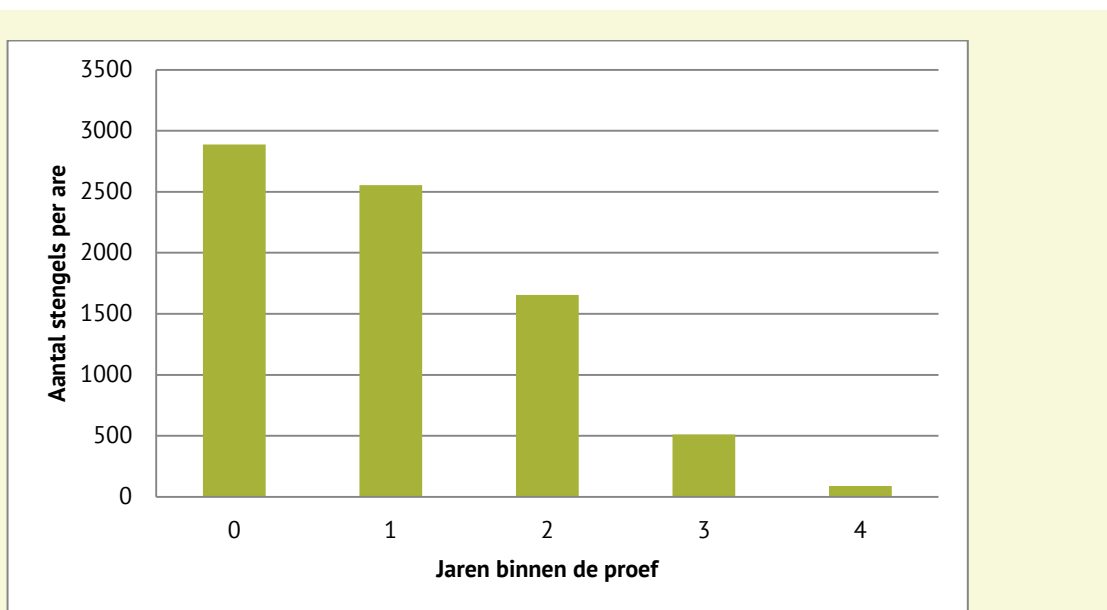
Figuur 3.17

Bonsaigroei na bladbehandeling.

3.7.2.2 Resultaten van de bestrijdingsmethode

Het aantal stengels is bij bladbehandeling afgenomen van gemiddeld 2.100 stengels naar 90 stengels per are⁴. In figuur 3.18 is te zien dat de afname gedurende de proef geleidelijk verloopt.

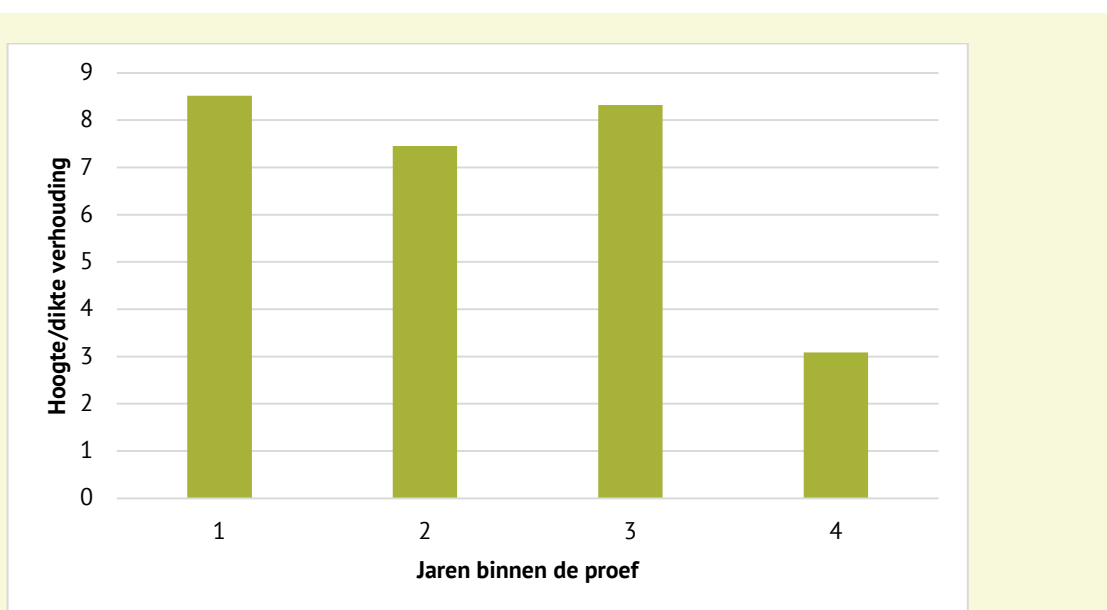
⁴ P=0,018



Figuur 3.18

Aantal stengels per are per jaar bij bladbehandeling.

Ook hier werd in het veld waargenomen dat bij hergroei de planten kleiner bleven (een daling van 47 cm in jaar 0 naar 13 cm in jaar 4) en dunner werden (zie figuur 3.19), maar dit kan door een te klein aantal herhalingen niet statistisch worden onderbouwd. Dit betekent dat de duizendknoopbiomassa sterk is afgenomen gedurende de proef, maar er wel grote verschillen tussen groeilocaties waren.



Figuur 3.19

Hoogte/dikte-verhouding per jaar bij bladbehandeling (cm/mm). In jaar 4 zijn de stengels kleiner dan voorgaande jaren.

3.7.2.3 Manuren en kosten

De bladbehandeling kostte in het eerste jaar aan manuren gemiddeld 13 uur per are wat (significant) afnam tot gemiddeld 3,5 uur per are in het vierde jaar. De totale kosten per are namen significant af van € 400 in jaar 1 tot € 130 in het vierde jaar. Deze kosten bestonden voornamelijk uit kosten voor manuren, inclusief het eventueel maaien met de bosmaaier wanneer de stengels hoger dan 20 cm waren. De kosten voor de benodigde glyfosaat in een 2%-oplossing bedroegen jaarlijks gemiddeld € 1,90 per are. De totale kosten over de looptijd van 4 jaar bedroegen € 1.040 per are, deze bestonden voornamelijk uit de kosten voor de 30 manuren per are. De materiaalkosten, onder andere voor de benodigde glyfosaat, omvatten met € 100 slechts een klein deel van de totale kosten. De gemiddelde kosten per are per jaar bedragen € 260 per are per jaar over een periode van 4 jaar en € 170 over een periode van 8 jaar.

3.7.2.4 Kosten in relatie tot behaalde resultaat

De kosten voor bladbehandeling zijn in relatie tot de waargenomen stengelafname ten opzichte van de overige geteste bestrijdingsmethoden gemiddeld tot laag. De relatieve stengelafname was bij bladbehandeling zeer hoog. Dat maakt de methode een effectieve en kostenefficiënte methode.

3.7.3 Stobbenbehandeling met glyfosaat

3.7.3.1 Ervaringen

Tijdens de praktijkproef zijn positieve ervaringen opgedaan met de stobbenbehandelingmethoden. De hergroei van duizendknoop verminderde in aantal en in hoogte en dikte van de stengels.



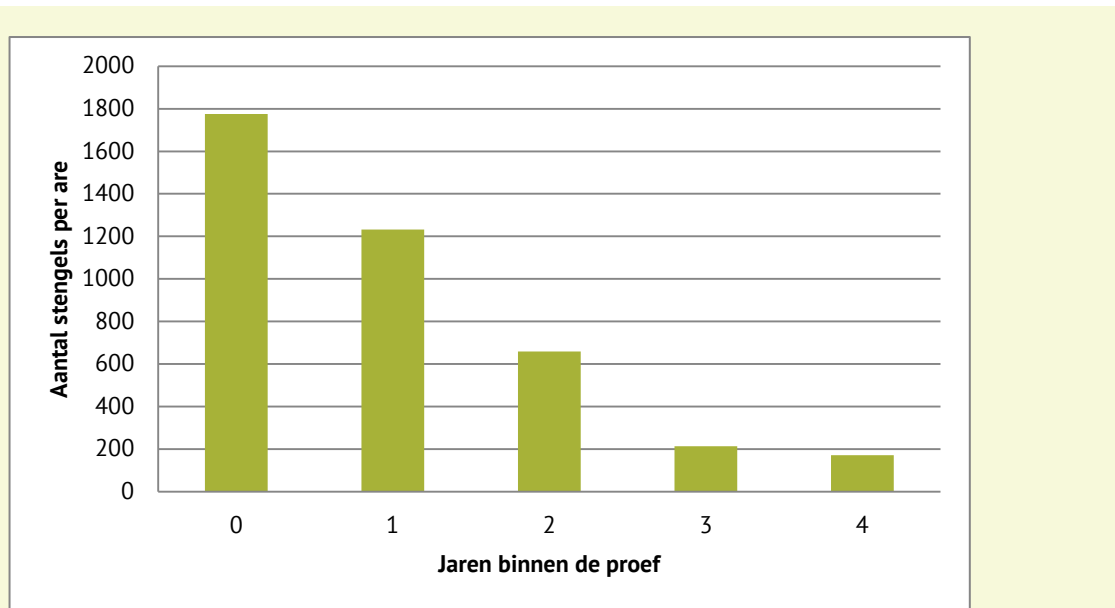
Figuur 3.20

Voor en na stobbenbehandeling (jaar 0 en jaar 4) in Hilvarenbeek.

3.7.3.2 Resultaten van de bestrijdingsmethode

Bij de methode stobbenbehandeling is het aantal stengels significant afgenomen van gemiddeld 1.800 stengels naar iets minder dan 200 stengels per are. In figuur 3.21 is te zien dat er een geleidelijke afname is gedurende de proef. Direct na het eerste behandeljaar is er

een sterke afname van het aantal stengels per are⁵. Ook is de hoogte afgenomen van gemiddeld 47 cm naar 13 cm en lijken de stengels wat dunner geworden.



Figuur 3.21

Aantal stengels per are per jaar bij stobbenbehandeling.

3.7.3.3 Manuren en materiaalkosten

Het aantal benodigde manuren nam af van 11,5 uur per are tot 4,5 uur per are in jaar 4. De totale kosten namen af van € 335 per are in jaar 1 naar € 125 per are in jaar 4⁶. Deze kosten bestaan voornamelijk uit de kosten voor manuren voor het maaien met een bosmaaier en stobbenbehandeling. Overige jaarlijkse kosten bestonden uit kosten voor het afvoeren van maaisel à € 2 per are en kosten voor de benodigde glyfosaat à € 1,90 per are. De totale kosten over de looptijd van 4 jaar bedroegen gemiddeld € 870 per are. Deze bestonden voornamelijk uit kosten voor de in totaal 28 manuren per are, de materiaalkosten met onder andere benodigde glyfosaat omvatte met € 60 slechts een klein deel van de kosten. De gemiddelde kosten per are per jaar bedragen € 217 per are per jaar over een periode van 4 jaar en € 159 over een periode van 8 jaar.

3.7.3.4 Kosten in relatie tot behaalde resultaat

Van de geteste chemische bestrijdingsmethoden is stobbenbehandeling de goedkoopste methode. De kosten omvatten voornamelijk manuren, omdat elke stobbe afzonderlijke ingesmeerd dient te worden.

⁵ P=0,018

⁶ P=0,008

3.8 Ultima

3.8.1 Ervaringen

De bestrijdingsmethode met Ultima leidt tot positieve resultaten op korte termijn. Wel blijkt de bestrijding met Ultima een methode die veel planning vraagt. Omdat Ultima een contactmiddel is, kon de methode alleen bij zonnig en droog weer worden toegepast. Wanneer de planten door regen of dauw vochtig waren, of dat er in de eerste 8 uur na de behandeling regen werd verwacht, kon Ultima niet worden aangebracht. In 2016 hebben studenten Plantenwetenschappen aan Wageningen University een aantal wortels van duizendknoopplanten met en zonder bestrijding met Ultima opgegraven en opgepot. De wortels van duizendknopen behandeld met Ultima kenden een lager ontkiemingspercentage dan de controlewortels. De wortels van de met Ultima behandelde planten die wel uitliepen, liepen sneller uit dan die van onbehandelde planten, maar bleven kleiner.



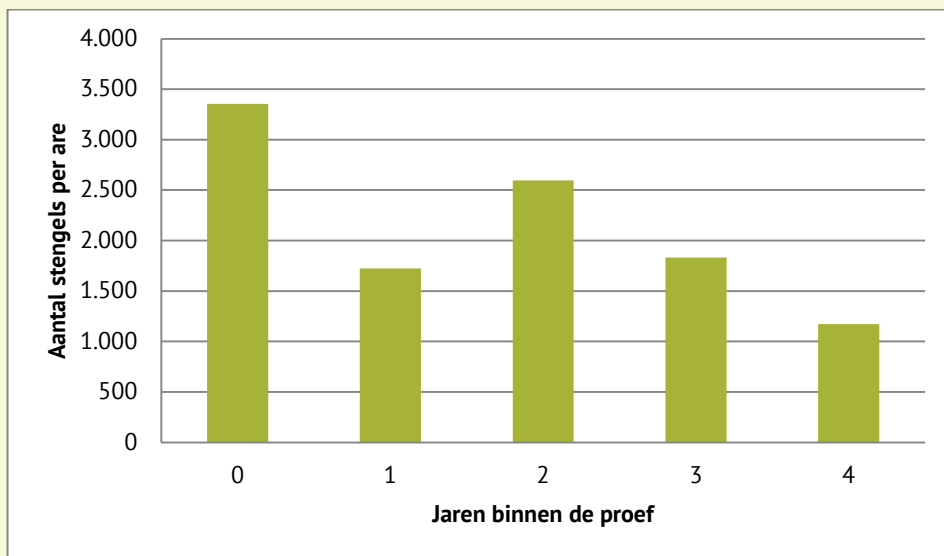
Figuur 3.22

Voor en na behandeling met Ultima (jaar 0 en jaar 4).

3.8.2 Resultaten van de bestrijdingsmethode

Bij de bladbehandeling met het biologisch afbreekbare bestrijdingsmiddel Ultima nam de stengeldichtheid af van 3.400 stengels per are in jaar 0 naar 1.200 stengels in jaar 4⁷ (figuur 3.23).

⁷ Bijna statistisch significant met $p=0,06$



Figuur 3.23

Aantal stengels per are per jaar bij behandeling met Ultima.

3.8.3 Manuren en materiaalkosten

Het aantal manuren schommelde gedurende de proef tussen ongeveer 10 uur per are en 16 uur per are. De totale kosten voor de looptijd van 4 jaar bedroegen € 2.075 per are per jaar. Per locatie zijn sterke verschillen in kosten te zien. De kosten omvatten met name manuren voor het eventueel maaien wanneer de planten hoger dan 20 cm waren en het bespuiten van de planten. In vergelijking met bladbehandeling met glyfosaat is bladbehandeling met Ultima duurder. Dit komt door het feit dat de behandeling een aantal keer per groeiseizoen herhaald dient te worden. Hierdoor is het benodigde aantal manuren hoger dan bij bladbehandeling met glyfosaat, wat tweemaal per jaar uitgevoerd wordt. Ook zijn de kosten voor het middel Ultima (€ 12 per liter) en het hechtmiddel om de werking van Ultima te verbeteren (€ 7 per liter) relatief hoog. Per are bedragen de kosten voor glyfosaat € 1,90 en voor Ultima en hechtmiddel € 25. De gemiddelde kosten per are per jaar voor Ultima bedragen € 520 over een periode van 4 jaar en € 466 over een periode van 8 jaar.

3.8.4 Kosten in relatie tot behaalde resultaat

De kosten voor de bestrijdingsmethode Ultima zijn relatief hoog in vergelijking met de geteste chemische methoden. Dit wordt met name veroorzaakt door het hoge benodigde aantal manuren en de hoge kosten voor het middel. In vergelijking met de overige geteste methoden lijkt dit een minder kostenefficiënte bestrijdingsmethode.

4 Discussie

De verwachting bij aanvang van de praktijkproef was dat het effect van chemische bestrijdingsmethoden groter zou zijn dan van niet-chemische methoden. Dit bleek voor intensief maaibeheer, schapenbegrazing en gebruik van Ultima het geval te zijn. Het is mogelijk dat op lange termijn deze methoden ook een significant effect hebben en de vierjarige proef een te korte tijdsspanne was om dit inzichtelijk te maken. Daarnaast is een aantal factoren aan te wijzen dat de resultaten van de praktijkproef beïnvloed kan hebben:

- De locaties per bestrijdingsmethode zijn zoveel mogelijk geselecteerd op gelijkheid in uitgangssituatie. Het bodemtype werd door de deelnemende organisatie aangegeven en bij de 0-meting in het veld op het oog gecontroleerd. Er is echter geen bodemonderzoek uitgevoerd. Daarnaast is bij de selectie van de plots zo veel mogelijk rekening gehouden met het beheer in voorgaande jaren. Binnen dezelfde methode kunnen echter groeilocaties voorkomen die in voorgaande periode 1 of 2 keer per jaar werden gemaaid en groeilocaties die geen voorgaand beheer kennen. Ook verschilden de stengeldichtheden tussen de methoden bij de aanvang van de proef. Als gevolg hiervan is het dus mogelijk dat verschillen in de uitgangssituatie effect hebben gehad op de effectiviteit en de benodigde (start)kosten binnen de betreffende methode.
- Het effect van de bestrijding op de ondergrondse biomassa van de duizendknoop is, behalve bij de afdekmethodes, in deze praktijkproef niet onderzocht.
- Deze bestrijdingsproef was de eerste praktijkproef die Probos uitvoerde in samenwerking met terreinbeheerders. Om te zorgen dat alle bestrijdingsmethoden zoveel mogelijk op dezelfde manier werden uitgevoerd zijn werkbeschrijvingen opgesteld waar de uitvoerders zich aan dienden te houden. Desondanks bleek tijdens het jaarlijkse veldbezoek en bij de jaarlijkse rapportage van de terreinbeheerders dat op een aantal locaties de bestrijding op een iets andere wijze is uitgevoerd. Deze locaties zijn bij grote afwijkingen uit de effectiviteitsanalyse verwijderd, waardoor de steekproefomvang (aantal herhalingen) afnam. Wel zijn, waar mogelijk, de gemaakte kosten in de analyse betrokken.
- De monitoring is door de jaren heen door verschillende personen uitgevoerd. Hierdoor kunnen er kleine verschillen in meten en interpretatie ontstaan zijn.
- In 2017 was het een koud voorjaar waarin het nog laat gevoren heeft. Verschillende terreinbeheerders gaven aan dat ze vorstschade hadden waargenomen aan de planten. Dit is ook door Probos tijdens de veldbezoeken in 2017 geconstateerd. Dit heeft mogelijk effect gehad op de resultaten van de eindmonitoring, met name waar het intensief maaibeheer betreft. Het gepresenteerde resultaat bij intensief maaibeheer zou als gevolg hiervan positiever kunnen zijn dan wanneer deze vorstschade niet zou zijn opgetreden.
- Niets doen is ook een beheeroptie. Er is niet onderzocht hoe een duizendknoopgroeiplaats zich ontwikkelt wanneer deze niet bestreden wordt.

Als laatste zijn er gedurende de praktijkproef nieuwe bestrijdingsmethoden in beeld gekomen, zoals de heetwatermethode en electricidmethode. Deze zien er veelbelovend uit, maar konden helaas niet meer in de proef opgenomen worden.

5 Conclusies en aanbevelingen

Niet op alle locaties waar duizendknoop staat, hoeft deze bestreden te worden. Wanneer de omvang van de groeilocatie niet of nauwelijks veranderd en er geen werkzaamheden als grondverzet of maaiwerkzaamheden op of in de nabijheid van de groeilocatie plaatvinden en de kans dat deze in de toekomst wel plaats zullen vinden klein is, kan besloten worden niets aan de duizendknoop te doen. Het risico op verspreiding is dan namelijk klein. Wanneer besloten wordt de duizendknoop wel te bestrijden, zijn er verschillende methoden beschikbaar. Een aantal daarvan zijn in deze praktijkproef getest. In dit hoofdstuk worden de conclusies van de praktijkproef getrokken en aanbevelingen voor bestrijding en voorkomen van verdere verspreiding van duizendknopen gegeven.

5.1 Meest effectieve bestrijdingsmethode

Op de locaties waar bestrijding gewenst is, kunnen we op basis van deze praktijkproef niet één methode aanwijzen die het beste werkt. Statistisch gezien zijn er geen verschillen in de procentuele afname in stengeldichtheid tussen de verschillende methoden. Wel lijken de chemische methoden en uittrekken tot een grote afname in stengeldichtheid te leiden en dit op een kortere termijn. Ook afgraven en afdekken zijn effectieve methoden. De chemische methoden hebben effect in een veel korter tijdsbestek dan de overige methoden. Uit tabel 5.1 blijkt dat bij aanvang van de bestrijdingsproef grote verschillen bestonden in stengeldichtheid tussen de geteste bestrijdingsmethoden. De belangrijkste verklaring hiervoor is dat op de meeste locaties waar de methode intensief maaibeheer is toegepast de groeilocaties al een voorgeschiedenis van maaien kende. Als gevolg daarvan was de stengeldichtheid op deze locaties hoger, dan op relatief ongestoorde locaties. Daarnaast waren de stengels dunner.

Tabel 5.1
Gemiddelde aantal stengels per are per methode bij de start- en eindmeting

Methoden	Aantal stengels per are in jaar 0	Aantal stengels per are in jaar 4	Absolute afname stengels per are in 4 jaar	% afname aantal stengels tussen jaar 0 en 4
Handmatig uittrekken	3.600	130	3.470	96
Maandelijks maaien	4.800	1.200	3.600**	75
Tweewekelijks maaien	5.300	1.500	3.800**	72
Injecteren	1.500	220	1.280**	85
Bladbehandeling	2.100	90	2.010**	96
Stobbenbehandeling	1.800	200	1.600**	90
Ultima	3.400	1.200	2.200*	65

Met asterisken wordt aangegeven of de afname significant is (: $p < 0.1$, **: $p < 0.05$).*

Bij de methoden begrazing, afdekken en afgraven zijn de aantallen stengels niet bepaald en daarom zijn deze niet in deze tabel opgenomen.

Wat de meest geschikte bestrijdingsmethode is moet per groeilocatie bepaald worden. Zo is handmatig uittrekken effectief maar arbeidsintensief, waardoor dit met name op kleine geïsoleerde haarden die relatief jong zijn (en dus nog geen sterk uitgebreid wortelstelsel

hebben) een goede methode is. Afdekken is een effectieve methode, geschikt voor kleinere haarden. Voor groeilocaties met obstakels zoals bomen, struiken en lantaarnpalen is deze methode minder geschikt, omdat het dan meestal niet mogelijk is te voorkomen dat de duizendknoop rondom deze obstakels alsnog onder het afdek materiaal vandaan groeit. Van de chemische methoden is op dit moment alleen de bladbehandeling toegestaan volgens het gebruiksvoorschrift van glyfosaat. Er wordt gewerkt aan het opnemen van de mogelijkheid tot injecteren in dit gebruiksvoorschrift.

5.2 Meest kostenefficiënte bestrijdingsmethode

Het aantal benodigde manuren en de totale kosten verschillen sterk per methode (zie tabel 5.2). Ook binnen de intensief maaibeheermethoden verschillen de kosten sterk per manier van uitvoering. De kosten voor tweewekelijks maaien middels een combinatie van een maai-zuigcombinatie en handmatig maaien met bosmaaier of zeis, schapenbegrazing en behandeling met Ultima zijn hoog. De kosten voor maandelijks maaien met een maai-zuigcombinatie en stobbenbehandeling zijn laag. Voor afdekken moet eenmalig een grote investering worden gedaan, de kosten voor het monitoren en eventueel verwijderen van stengels aan de randen in de vervolgjaren zijn laag. Voor afgraven zijn te weinig gegevens verzameld om deze methode op te kunnen nemen in tabel 5.2 en de beschikbare gegevens verschillen sterk. Wel lijkt deze methode tot goede resultaten te leiden.

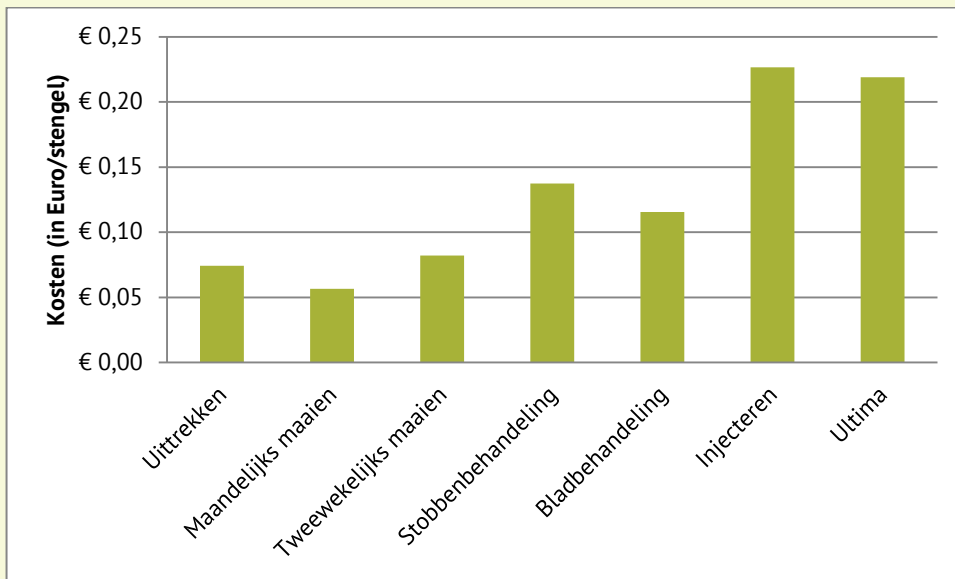
Tabel 5.2

Aantal manuren en totale kosten per are per methode voor de gehele looptijd van 4 jaar en de gemiddelde kosten per are per jaar bij uitvoering over respectievelijk 4 en 8 groeiseizoenen

Methode	Gemiddelde aantal manuren	Gemiddelde materiaal-kosten*	Gemiddelde totale kosten	Gemiddelde kosten per are per jaar bij 4 jaar	Gemiddelde kosten per are per jaar bij 8 jaar
Handmatig uittrekken	30	-	€ 1.040	€ 260	€ 160
Maandelijks maaien					
Maai-zuigcombinatie	25	-	€ 650	€ 163	€ 156
Handmatig (bosmaaier of zeis)	n.v.t.	-	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Maai-zuig en handmatig (50:50)	15	-	€ 1.000	€ 250	€ 220
Tweewekelijks maaien					
Maai-zuigcombinatie	n.v.t.				
Handmatig (bosmaaier of zeis)	35	-	€ 1.250	€ 306	€ 260
Maai-zuig en handmatig (50:50)	50	-	€ 3.300	€ 825	€ 716
Schapenbegrazing	25	-	€ 2.550	€ 630	€ 600
Injecteren	25	€ 625**	€ 1.425	€ 360	€ 260
Bladbehandeling	30	€ 100	€ 1.040	€ 260	€ 170
Stobbenbehandeling	28	€ 60***	€ 870	€ 220	€ 160
Ultima	50	€ 390	€ 2.075	€ 520	€ 470
Afdekken	5,5 in jaar 1, erna maximaal 1 per jaar	€ 1.685	€ 1.920	€ 455	€ 250

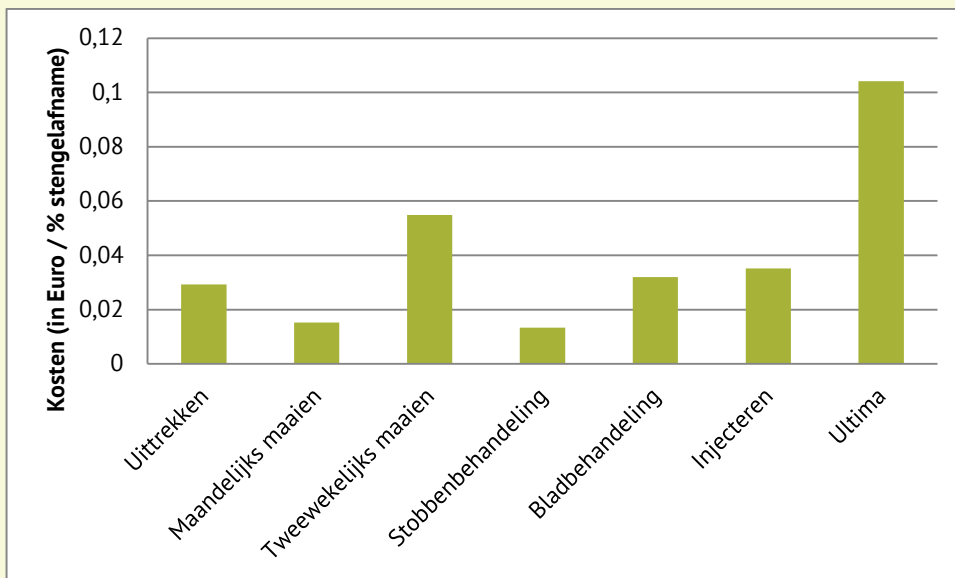
*Niet van alle bestrijdingsmethoden kan een duidelijk onderscheid gemaakt worden in materiaalkosten en totale kosten. Bijvoorbeeld bij intensief maaibeheer werd door het merendeel van de deelnemende organisaties een aannemer ingehuurd waarbij de prijs inclusief maai-zuigcombinatie was; **inclusief injectiepistool à €175; ***Inclusief afvoer van maaisel

Wanneer de kosten afgezet worden tegen de absolute effectiviteit van de bestrijding, blijken de methoden uittrekken (met personeel) en maandelijks maaien het meest kostenefficiënt. Injecteren en bestrijding met Ultima zijn relatief het duurst (zie figuur 5.1). Het verschil in kosten kan veroorzaakt worden door een verschil in uitgangssituatie. Op de locaties waar intensief maaibeheer is uitgevoerd, was de stengeldichtheid veel hoger dan op locaties waar duizendknoop chemisch bestreden is. Hierdoor kan er op de gemaaide locaties eenvoudiger een hogere stengelafname bewerkstelligd worden. Ook zijn startkosten (per stengel) voor deze locaties laag vergeleken bij de locaties waar chemisch bestreden is.



Figuur 5.1

Gemiddelde jaarlijks kosten (in euro's) benodigd om aan het einde van de proef een stengelafname van één stengel te bereiken. Dit betekent dat met deze investering aan het einde van de looptijd van de proef het aantal stengels op de groeilocatie met één stengel is afgenomen. Afdekken is niet in de figuur opgenomen omdat de absolute stengelafname niet bepaald is.



Figuur 5.2

Gemiddelde jaarlijks kosten (in euro's) benodigd om aan het einde van de proef een stengelafname van 1% te bereiken. Dit betekent dat met deze investering aan het einde van de looptijd van de proef het aantal stengels op de groeilocatie met 1% is afgenomen. Bij de methoden begrazing, afdekken en afgraven zijn de aantallen stengels niet bepaald en daarom zijn deze niet in deze figuur opgenomen.

5.2.1 Handmatig uittrekken

Handmatig uittrekken is een effectieve methode om duizendknoop te bestrijden. Wel kost de methode relatief veel manuren en is het meest geschikt voor kleine geïsoleerde haarden.

Voor grote oppervlakten is deze methode minder geschikt.

Deze methode is goed geschikt voor uitvoering door vrijwilligers. Op deze manier kunnen de kosten sterk gereduceerd worden. Wel is een goede aansturing van een vrijwilligersgroep nodig. Er kan verkend worden of een bestaande groenvrijwilligersgroep hiervoor ingezet kan worden of dat een nieuwe groep opgezet moet worden. Diverse organisaties (zoals Landschapsbeheer Nederland) hebben ruime kennis over en ervaring met het werken met vrijwilligers (groepen). Het is wel belangrijk van te voren aan verwachtingsmanagement te doen. Sommige vrijwilligers zullen het effect na de eerste behandeling misschien onbevredigend vinden wat kan leiden tot het afhaken van vrijwilligers.

5.2.2 Afdekken

Afdekken van de groeiplaats kan een succesvolle bestrijdingsmethode zijn, maar blijkt minder simpel dan van te voren verwacht. Zorgvuldig aanbrengen van het afdek materiaal is moeilijker uitvoerbaar dan gedacht. Achtergebleven stobben en stengels op de groeilocatie of rijden met machines over het doek kunnen bijvoorbeeld zorgen voor gaten in het afdek materiaal. Tussen verschillende stroken doek en ook langs de randen van de groeilocatie dient een ruime overlap te worden aangehouden. Daarvoor is het aan te raden de begrenzing van de groeilocatie aan het eind van het groeiseizoen voorafgaand aan het aanbrengen van het afdek materiaal goed te markeren. Het aanbrengen van een deklaag van grond onder en boven op het afdek materiaal wordt aanbevolen. Wanneer zorgvuldig wordt gewerkt, een ruime overlap wordt aangehouden en het doek meerdere jaren blijft liggen, is deze afdek methode wel zeer succesvol gebleken. Bij deze methode is goede begeleiding bij de uitvoering nodig, omdat er zorgvuldig gewerkt moet worden om gaten en vouwen in het doek te voorkomen en overal voor voldoende overlap te zorgen.

5.2.3 Intensief maaibeheer

Zoals verwacht is het bestrijden van duizendknoop door middel van intensief maaibeheer een proces van lange adem. Uit de praktijkproef blijkt dat intensief maaien gedurende 4 jaar wel tot lagere stengelaantallen leidt, maar dit resultaat is pas na een aantal jaar bereikt.

Daarnaast is er een indicatie uit wetenschappelijke literatuur dat door middel van maaien de ondergrondse horizontale verspreiding sneller verloopt. Een belangrijke constatering is dat twee van de beheerders die op een groot aantal locaties het intensief maaibeheer binnen de praktijkproef toepasten hebben besloten er vanwege de hoge kosten in relatie tot het gebrek aan concreet resultaat niet mee verder te gaan. Intensief maaibeheer is daarom geen directe bestrijdingsmethode, maar een beheersmethode die met name bij uitvoering met een maaizuigcombinatie risico op verspreiding met zich meebrengt.

5.2.4 Begrazen

Uit de praktijkproef blijkt drukbegrazing met schapen niet tot vermindering van duizendknoop te leiden. Uit de proef van Waterschap Aa en Maas blijkt dat continue begrazing tijdens het groeiseizoen wel tot een afname kan leiden wanneer de bedekking bij aanvang niet te hoog is (maximaal 40%). Dit zou kunnen komen doordat de scheuten dan niet de kans krijgen te verhouten, waardoor ze aantrekkelijker blijven voor de schapen.

Uit de eigen proef van de gemeente Renkum met Bonte Bentheimer Landvarkens blijkt dat varkens op kortere termijn kunnen zorgen voor vermindering van hergroei van duizendknopen. Het verschil in effect met begrazing door schapen komt waarschijnlijk doordat deze varkens delen van wortels opgraven en deels opeten waardoor de planten sneller uitgeput raken. Binnen de methode begrazen zal de inzet van varkens dus effectiever zijn dan de inzet van schapen. Bij zowel inzet van varkens als van schapen dient er wel variatie in het menu te zijn. Wanneer het dieet alleen uit duizendknoop bestaat, is dit nadelig voor de gezondheid van de dieren.

5.2.5 Chemische bestrijding

Na de chemische bestrijding had de hergroei vaak een bonsaivorm: veel kleine dunne stengeltjes uit één stobbe. Deze reactie van duizendknoop op chemische bestrijding wordt vaker genoemd in literatuur, maar er is nog geen onderzoek specifiek naar deze reactie gedaan.

Alle chemische bestrijdingsmethoden leiden tot een sterke vermindering van hergroei in aantal duizendknopen en reductie in hoogte- en diktegroei.

Uit een extra proef bij een deelnemer (CNME Maastricht) blijkt dat de concentratie glyfosaat verlaagd kan worden tot zelfs 5% met eenzelfde resultaat als bij injecteren met 70%. Dit biedt mogelijkheden om de hoeveelheid chemisch bestrijdingsmiddel sterk terug te dringen en op korte termijn duizendknoop terug te dringen of waarschijnlijk zelfs te verwijderen. Het voorgaand beheer van de locatie heeft grote invloed op het succes van injecteren. Op locaties waar in het verleden gemaaid werd of de bodem verstoord is, bleek de effectiviteit van injecteren veel lager dan op ongestoorde locaties.

Het gebruik van glyfosaat heeft echter potentieel negatieve effecten op de bodem-biodiversiteit en waterkwaliteit. Wat langetermijneffecten van glyfosaat en het afbraakproduct AMPA zijn, is nog niet duidelijk. Chemische bestrijding is dus met name geschikt voor kleine tot middelgrote groeilocaties die echt bestreden moeten worden en waar weinig tot geen beheer is uitgevoerd en niet-chemische methoden niet haalbaar zijn.

5.2.6 Ultima

In vergelijking met de overige geteste bestrijdingsmethoden is bestrijding met Ultima minder effectief. Wel kende de methode een licht hogere effectiviteit dan intensief maaibeheer. De kosten voor bestrijding met Ultima zijn hoog, waardoor deze methode niet kostenefficiënt is in vergelijking met de overige geteste methoden.

5.2.7 Afgraven

Op een zeer arme bodem waar de duizendknoop oppervlakkig wortelt en geen tot weinig bomen en struiken groeien, kan afgraven uit ervaring van twee organisaties tot ongeveer een meter voldoende zijn. De kosten zijn sterk afhankelijk van de Ausgangssituatie. Wanneer het gecombineerd kan worden met andere werkzaamheden en/of de grond ter plaatste gezeefd wordt, kunnen de kosten beperkt blijven. Op bodems waar de duizendknoop dieper wortelt, zullen de kosten hoger uitvallen. Op de twee afgegraven locaties is slechts één hergroeide stengel aangetroffen, hiermee blijkt afgraven een effectieve methode.

5.3 Aanbevelingen

5.3.1 Bestrijding

- Wanneer overgegaan wordt tot bestrijding, wordt aanbevolen dit planmatig aan te pakken. Uit de resultaten van de praktijkproef blijkt dat altijd meerjarige bestrijding nodig is. Zorg dan ook dat vooraf het budget voor meerdere jaren voor de bestrijding is vastgesteld en een Plan van Aanpak wordt opgesteld met een inventarisatie van de uitgangssituatie en bestrijdingsmethode(n).
- Monitor jaarlijks de voortgang van de bestrijding en pas indien nodig de bestrijdingsmethode(n) aan. Ook nadat de duizendknoop succesvol bestreden is blijft jaarlijkse monitoring gedurende ongeveer 5 jaar nodig.
- De resultaten uit de praktijkproef onderstrepen dat het bestrijden van duizendknoop een proces van lange adem is waarbij de energievoorraad van duizendknoop dient te worden uitgeput. Bij Japanse duizendknoop die pollen vormt lijkt het daarom verstandig op groeilocaties die al lang bestaan eerst de pollen machinaal te verwijderen en vervolgens één van de bestrijdingsmethoden toe te passen. Met het verwijderen van de pollen wordt namelijk meteen een grote hap uit de energievoorraad genomen.
- Welke methode het meest succesvol en kostenefficiënt is hangt sterk af van de uitgangssituatie. Methoden met een plantsgewijze bestrijding zijn zeer effectief gebleken, maar op groeilocaties met een hoog aantal stengels zijn deze methoden duur. Uit de bestrijdingsproef blijkt dat stengels op groeilocaties met een hogere stengeldichtheid dunner zijn dan op locaties met een lagere stengeldichtheid. Het bestrijden van deze dunnere stengels blijkt moeilijker te zijn. Wanneer afgraven of afdekken niet mogelijk is, kan gedacht worden aan een combinatie van methoden, waarbij middels maaibeheer eerst het aantal stengels omlaag gebracht wordt, waarna de plantsgewijze bestrijding wordt ingezet. Dit kan zowel door handmatig uittrekken (door vrijwilligers) of chemische methoden. Ervaringen van CNME Maastricht duiden er echter wel op dat het injecteren minder effectief blijkt te zijn indien de te behandelen groeilocatie in voorgaande jaren is gemaaid. Injecteren met glyfosaat vanaf een 5% oplossing leidde tot positieve resultaten, maar deze toepassing is niet opgenomen in het gebruiksvoorschrift glyfosaat en dus op dit moment niet toegestaan.
- Een combinatie van methoden verspreid over een aantal jaren zal het meest succesvol zijn. Bij de keuze voor de methoden is de uitgangssituatie van de groeilocatie van belang, zoals het type groeilocatie, grootte en bereikbaarheid. Ook hangt dit af van de gewenste tijdsspanne van bestrijding. Wanneer een grote effectiviteit op korte termijn gewenst is, zal een intensieve bestrijding nodig zijn. Op locaties waar dit niet noodzakelijk is en de duizendknoop niet op korte termijn voor grote schade zal zorgen, kan een langdurige extensieve bestrijding afdoende zijn (bijvoorbeeld door middel van uitsteken verspreid over meerdere jaren).
- Om het effect en de efficiëntie van bestrijding te vergroten, kan samenwerking tussen aangrenzende gebiedseigenaren gezocht worden. Wanneer de ene organisatie overgaat tot bestrijding en duizendknoop op naastgelegen grond niet bestreden wordt, is het risico van herbesmetting, bijvoorbeeld via wortelstokken, groot. Ook kunnen waarschijnlijk de kosten door samenwerking omlaag worden gebracht.

5.3.2 Voorkomen van verspreiding of nieuwe vestiging

Voornamelijk via grondtransport en maaibeheer vindt verspreiding van duizendknoop ook in Nederland nog steeds op grote schaal plaats. Bestrijding voelt daardoor toch als dweilen met de kraan open. Het wordt tijd om op een structurele manier te onderzoeken met welke maatregelen de verspreiding wordt gestopt.

Om voor alle partijen die met duizendknoop te maken kunnen krijgen de verspreiding inzichtelijk te maken, kan gedacht worden aan een vrij toegankelijke landelijke database (zoals NDFD of waarneming.nl) waarin locaties van groeiplaatsen vastgelegd kunnen worden. Hier kan dan eenvoudig actuele informatie verkregen worden over de groeilocaties en kunnen maatregelen genomen worden om verdere verspreiding te voorkomen.

Ten aanzien van de verspreiding via grondtransport is het belangrijk dat de eis “duizendknoopvrij” wordt gesteld door de eigenaar van het terrein waarop de grond wordt aangebracht, bijvoorbeeld in bestekken. Daarnaast moet bewustwording worden gecreëerd bij bijvoorbeeld grondbanken en bedrijven in grondverzet en -handel.

Duizendknoop wordt op grote schaal verspreid door maaibeheer langs (water)wegen. Ook hier speelt bewustwording een grote rol. Het is zeer belangrijk dat maaimachines na het maaien van duizendknoop worden gereinigd, voordat op een volgende locatie verder wordt gewerkt. Daarnaast is inzicht nodig in methoden om verdere verspreiding van duizendknoop via stengeldelen in bermen te voorkomen.

Gemeenten, waterschappen en andere groenbeheerders dienen intern beleid te formuleren waarin staat aangegeven hoe de duizendknoopproblematiek wordt aangepakt. Een inventarisatie van locaties met duizendknoop en een daaraan gekoppelde risicobeoordeling is daarbij essentieel. Daarnaast dient landelijk een duizendknoopvrij-grondbeleid te worden gevoerd, zodat verspreiding via grondtransport wordt voorkomen. Hetzelfde geldt voor richtlijnen voor het maaibeheer. Ontwikkeling van standaard bestekteksten over omgang met duizendknoop bij grondwerk en groenbeheer, kunnen de duizendknoopproblematiek onder de aandacht brengen van opdrachtnemers en een landelijk beleid concretiseren.

Een aantal Nederlandse gemeenten en waterschappen loopt voorop en daarnaast kan er geleerd worden van andere landen, zoals het Verenigd Koninkrijk. Daar zijn handleidingen voor de bestrijding en het voorkomen van verspreiding van duizendknoop beschikbaar. Herkenning van duizendknoop is hiervoor ook van belang. Uit gesprekken met verschillende terreineigenaren, ook buiten de bestrijdingsproef om, kwam naar voren dat niet alle uitvoerders van maa- of grondwerkzaamheden de soort herkennen. Door voorlichting over de soort en de herkenning daarvan, kan bewustwording en daarmee zorgvuldigheid in werken worden vergroot en verspreiding worden tegengegaan.

5.3.3 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek en -projecten

- Op een aantal afdeklocaties binnen de proef is het doek opnieuw aangebracht en zal het tot 2019 blijven liggen. Aanbevolen is om daarna ook hier te monitoren of de wortels afgestorven zijn, om hiermee de resultaten te onderschrijven (of eventueel andere ontwikkelingen te kunnen noteren).
- De kosten voor afgraven zijn in deze praktijkproef voor twee locaties ingeschat. Nader onderzoek naar de kosten van deze methode in verschillende varianten, zoals grond afvoeren en grond ter plaatse zeven, is nodig om de kostenefficiëntie te kunnen vergelijken met de geteste methoden in deze praktijkproef.
- De eindmonitoring is in het jaar volgend op het vierde jaar van bestrijding uitgevoerd. Het zou interessant zijn om de komende jaren te monitoren wat de effecten van de

bestrijdingsmethoden op langere termijn zijn (bijvoorbeeld of de duizendknoop in 'slaapstand' is gegaan en zich weer hersteld).

- De mate van uitspoeling van de chemische middelen naar de bodem en effecten op het ecosysteem zijn voor de verschillende methoden in deze praktijkproef niet onderzocht. Aanbeveling is om dat met name bij de stobbenbehandeling en het injecteren te onderzoeken.
- Op dit moment vindt verspreiding van duizendknoop alleen vegetatief plaats doordat stukjes wortel of knopen via machines, grond, maaisel of tuinafval op een nieuwe groeiplaats terecht komen. In 2008 heeft Bureau Waardenburg onderzoek gedaan naar het voorkomen van fertiele mannelijke planten, wat tot zaadzetting zou kunnen leiden en een snellere verspreiding. Er zijn toen slechts een beperkt aantal mannelijke exemplaren gevonden. Aanbeveling is om regelmatig het voorkomen van fertiele mannelijke duizendknopen te monitoren en indien deze worden aangetroffen direct te bestrijden.
- De heetwatermethode en electricidemethode zijn pas gedurende de praktijkproef in beeld gekomen en konden daardoor helaas niet meer in de proef worden opgenomen. Deze methoden lijken wel te vragen om nader onderzoek. De universiteit van Oslo doet onderzoek naar de heetwatermethode, deze resultaten worden in het voorjaar van 2018 verwacht. Om de effectiviteit en kostenefficiëntie van deze methoden in Nederland in beeld te brengen, zou aanvullende monitoring gedaan kunnen worden.
- Om beheerders handvatten te bieden voor het maken van de keuze voor de meest geschikte strategie en voor maatregelen voor voorkomen van besmetting en verspreiding voor een bepaalde groeilocatie, is de aanbeveling een beslisboom te maken. Inmiddels wordt hierin voorzien en zal Stichting Probos in opdracht van de NVWA in 2018 een beslisboom maken. Deze zal op www.bestrijdingduizendknoop.nl gepubliceerd worden en vrij toegankelijk te gebruiken zijn.

Literatuur

Beerling, D. J. & J. M. Perrins (1993). "Impatiens glandulifera Royle (Impatiens roylei Walp.)." *Journal of Ecology* 81: 367-382.

Beringen, R. (2010). "Japanse duizendknoop (exoot)." Verkregen op 8 juni 2017, van: <http://www.nederlandsesoorten.nl/nsr/concept/0AHCYFCFJXUH/introduction>.

Boute Ecologie & Water Advies. (januari 2017). Pilots bestrijding Duizendknoop 2012-2016. Beheersen, elimineren of gedogen?!

Fendt, R. (2012). Bekämpfung der Asiatischen Staudenknöteriche. Interkantonaales Labor, Schaffhausen

Christenhusz, M.J.M. & G.A. van Uffelen (2001). Verwilderde Japanse planten in Nederland, ingevoerd door Von Siebold. *Gorteria* 27 (5): 97-108.

Gerber, E., C. Krebs, et al. (2008). "Exotic invasive knotweeds (*Fallopia* spp.) negatively affect native plant and invertebrate assemblages in European riparian habitats." *Biological Conservation* 141: 646-654.

Groot, de, C., J. Oldenburger (2011). De bestrijding van invasieve uitheemse plantensoorten. Wageningen, Stichting Probos

Jones, D. (2015). Optimising Physiochemical Japanese Knotweed Control in the UK, presentation

Kelly, J., C. M. Maguire, et al. (2008). Best Practice Management Guidelines Japanese knotweed *Fallopia japonica*, Prepared for NIEA and NPWS as part of Invasive Species Ireland.

Mabelis, A.A. (2015). Een opdringerige exoot. *Dorp & Natuur*, tijdschrift van de Vereniging voor Dorp en Natuur Amerongen- Leersum 64: 8-9

Pavlovic, P. mondelinge mededeling.

Pyšek, P. (2006). "*Fallopia japonica*." Verkregen op 8 juni, 2017 van: <http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=8137>.

Bijlage 1 Overzicht deelnemende organisaties

Organisatie	Contactpersoon
CNME Maastricht en regio	Gijs Ketelaars
Gemeente Amersfoort	Ton de Jong
Gemeente Deventer	Erik Broekhof
Gemeente Hilvarenbeek (via Bosgroep Zuid Nederland)	Harm van den Heuvel
Gemeente Renkum (uitgevoerd door BTL)	André Menting
Gemeente Rheden	Nienke Moll
Gemeente Uden	Maurice van Doorn
Landgoed De Utrecht	Leon Liebrechts
Landgoed Oranje Nassau's Oord	Ton Combee
Landschap Noord-Holland	Patricia Smits Schouten
Landschap Overijssel	Hans Dijkstra
Natuurmonumenten Oost-Veluwe (Zuid-Veluwe en IJsselvallei)	Ellen ter Stege
Natuurmonumenten, Bergherbos	Erwin Grob
Natuurmonumenten, Gooi en Vechtstreek	Richard Pijl
Natuurmonumenten, Winterswijk	Hans Rauwerdink
Natuurmonumenten, Zuid en Noordoost Twente	Rob Meulenbroek
Provincie Gelderland (uitgevoerd door BTL)	Olga van de Veer
PWN	Paul Hendriks
Royal Haskoning DHV	Ivo Laurentzen
Staatsbosbeheer - Regio Zuid	Dennis van Os
Staatsbosbeheer - Zuidwest Veluwe/Renkums beekdal (uitgevoerd door BTL)	Bernard Harmsen
Stichting Twickel	Roy Schuurman
Tuinderij de Es	Bart Pijnenburg
Waterschap Aa en Maas	Bart Brugmans
Waterschap Brabantse Delta	Jeff Samuels
Waterschap De Dommel	Ineke Barten
Waterschap Hollandse Delta	Henk van der Kaa
Waterschap Hunze en Aa's	Hendrik Huls
Waterschap Rivierenland	Maloe Dekker
Waterschap Roer en Overmaas (uitgevoerd door BTL)	Michel Smits
Waterschap Vallei en Veluwe	Andries van de Vliert

Bijlage 2 Werkbeschrijvingen

Tweewekelijks maaien gedurende het groeiseizoen

Bij deze methode wordt een locatie met duizendknoop eens per 2 weken gemaaid gedurende het groeiseizoen. Dit betekent in principe 12 keer per jaar, maar dit aantal kan iets variëren afhankelijk van de lengte van het groeiseizoen. Hieronder wordt puntsgewijs aangegeven wat de werkwijze is voor deze methode en met welke aandachtspunten rekening moet worden gehouden.

- Er wordt begonnen met maaien als de duizendknoop een hoogte van circa 15 cm heeft bereikt. Dit moment zal in de regel ongeveer in de tweede week van april zijn. Vanaf dat moment wordt er eens per 2 weken gemaaid. Indien de start van het groeiseizoen echter eerder of later is dan wordt het startmoment van de maaiwerkzaamheden hierop aangepast. Het gehele maaischema wordt in dit geval vanzelfsprekend opgeschoven.
- Maak bij het maaiwerk gebruik van een maai-zuigcombinatie of maai handmatig met een bosmaaier, maaibalk of zeis.
- Let op! Om te voorkomen dat knopen worden verspreid en opnieuw uitlopen, moet het afmaaien zeer zorgvuldig gebeuren en het maaisel gecontroleerd worden verwijderd. Het maaisel wordt gedroogd op een locatie met een dichte ondergrond waar de stengels geen wortel kunnen schieten, of direct afgevoerd naar een composteringsbedrijf.
- Let op! Bij het werken met een maai-zuigcombinatie moet erop worden gelet dat alle stengels zo kort mogelijk bij de grond worden afgemaaid. Bij deze maaiwijze kunnen stengels plat worden gedrukt tegen de grond, en niet worden afgemaaid. Deze stengels kunnen vervolgens weer verder groeien. Het is dan ook belangrijk de locatie hierop te controleren en eventueel platgedrukte stengels alsnog te verwijderen.
- Door Probos wordt een rapportageformulier verstrekt. U wordt verzocht op dit formulier de volgende informatie in te vullen: uitgevoerde werkzaamheden, data waarop deze zijn uitgevoerd, de tijdsinzet, de kosten en eventuele opmerkingen. Probos gebruikt deze informatie om de resultaten goed te kunnen onderbouwen en te rapporteren naar het werkveld. Daarnaast biedt het u de mogelijkheid goed bij te houden wanneer de werkzaamheden de volgende keer plaats dienen te vinden.

Maandelijks maaien gedurende het groeiseizoen

Bij deze methode wordt een locatie met duizendknoop eens per 4 weken gemaaid gedurende het groeiseizoen. Dit betekent in principe 6 keer per jaar, maar dit aantal kan iets variëren afhankelijk van de lengte van het groeiseizoen. Hieronder wordt puntsgewijs aangegeven wat de werkwijze is voor deze methode en met welke aandachtspunten rekening moet worden gehouden.

- Er wordt begonnen met maaien als de duizendknoop een hoogte van circa 15 cm heeft bereikt. Dit moment zal in de regel ongeveer in de tweede week van april zijn. Vanaf dat moment wordt er eens per 4 weken gemaaid. Indien de start van het groeiseizoen echter eerder of later is dan wordt het startmoment van de maaiwerkzaamheden hierop aangepast. Het gehele maaischema wordt in dit geval vanzelfsprekend opgeschoven.
- Maak bij het maaiwerk gebruik van een maai-zuigcombinatie of maai handmatig met een bosmaaier, maaibalk of zeis.

- Let op! Om te voorkomen dat knopen worden verspreid en opnieuw uitlopen, moet het afmaaien zeer zorgvuldig gebeuren en het maaisel gecontroleerd worden verwijderd. Het maaisel wordt gedroogd op een locatie met een dichte ondergrond waar de stengels geen wortel kunnen schieten, of direct afgevoerd naar een composteringsbedrijf.
- Let op! Bij het werken met een maai-zuigcombinatie moet erop worden gelet dat alle stengels zo kort mogelijk bij de grond worden afgemaaid. Bij deze maaiwijze kunnen stengels plat worden gedrukt tegen de grond, en niet worden afgemaaid. Deze stengels kunnen vervolgens weer verder groeien. Het is dan ook belangrijk de locatie hierop te controleren en eventueel platgedrukte stengels alsnog te verwijderen.
- Door Probos wordt een rapportageformulier verstrekt. U wordt verzocht op dit formulier de volgende informatie in te vullen: uitgevoerde werkzaamheden, data waarop deze zijn uitgevoerd, de tijdsinzet, de kosten en eventuele opmerkingen. Probos gebruikt deze informatie om de resultaten goed te kunnen onderbouwen en te rapporteren naar het werkveld. Daarnaast biedt het u de mogelijkheid goed bij te houden wanneer de werkzaamheden de volgende keer plaats dienen te vinden.

Afdekken groeiplaats

Bij deze methode wordt een locatie met duizendknoop afgedekt met een afdek materiaal waarop een grondkolom is aangebracht. Probos zal aanwezig zijn tijdens het aanbrengen van het afdek materiaal, zodat eventuele praktische vragen meteen kunnen worden beantwoord en goed gedocumenteerd kan worden hoe het werk is verlopen en hoeveel tijd het heeft gekost. Hieronder wordt puntsgewijs aangegeven wat de werkwijze is voor deze methode en met welke aandachtspunten rekening moet worden gehouden.

- In de week waarin het afdek materiaal zal worden geplaatst dienen alle stengels van de duizendknoop en eventuele andere begroeiing of obstakels te worden verwijderd. Hierbij moeten de stengels en eventuele overige begroeiing zo kort mogelijk bij de grond worden afgemaaid of afgezet. Enkel maaien met een maai-zuigcombinatie is hierbij niet voldoende, er zal met een bosmaaier (of zeis o.i.d.) moeten worden nagelopen.
- Omdat duizendknoop de eigenschap heeft dat worteluitlopers tot wel drie meter vanaf de rand van een bestaande groeilocatie kunnen opkomen, moet het afdek materiaal bij voorkeur op alle plaatsen vier meter vanaf de rand van de locatie worden aangebracht.
- Vervolgens kan het afdek materiaal worden aangebracht. Als afdek materiaal wordt gebruik gemaakt van diverse afdek materialen van het bedrijf Fiberweb Geosynthetics Ltd. Probos zorgt ervoor dat die materialen op de juiste plaats (bij beheerder of aannemer) worden geleverd.
- Om te voorkomen dat de scheuten het materiaal onder grote spanning zetten en om het geotextiel te maskeren, wordt een laag grond van 30 cm op het afdek materiaal aangebracht. De opgebrachte grond moet vanzelfsprekend geen wortelstokken van duizendknoop bevatten!
- Er wordt voorgesteld deze grondkolom in te zaaien met een mengsel van kruiden en/of grassen.
- Het afdek materiaal en de grond dienen vervolgens vier groeiseizoenen op de locatie te blijven liggen.
- Probos verwacht dat de afgedekte groeilocatie minimaal twee keer per jaar wordt bezocht om de volgende zaken te controleren:
 - komen er jonge scheuten van duizendknoop aan de rand van het afdek materiaal op;
 - is het gronddek intact;
 - is het afdek materiaal intact;

- eventuele andere afwijkingen die de proef negatief kunnen beïnvloeden. Rapporteer de bevindingen naar Probos via e-mail of telefoon.
- Het afdek materiaal kan in oktober of november van 2016 worden verwijderd.
- Door Probos wordt een rapportageformulier verstrekt. U wordt verzocht op dit formulier de volgende informatie in te vullen: uitgevoerde werkzaamheden, data waarop deze zijn uitgevoerd, de tijdsinzet, de kosten en eventuele opmerkingen. Probos gebruikt deze informatie om de resultaten goed te kunnen onderbouwen en te rapporteren naar het werkveld. Daarnaast biedt het u de mogelijkheid goed bij te houden wanneer de werkzaamheden de volgende keer plaats dienen te vinden.

Bladbehandeling met glyfosaat

Bij deze methode zullen de stengels op een locatie met duizendknoop tweemaal per groeiseizoen worden afgemaaid, waarna steeds twee weken later bladbehandeling plaatsvindt met glyfosaat. Hieronder wordt puntsgewijs aangegeven wat de werkwijze is voor deze methode en met welke aandachtspunten rekening moet worden gehouden.

- Gedurende alle 4 de groeiseizoenen binnen de proef wordt de duizendknoop halverwege juni voor de eerste keer afgemaaid. Twee weken later zal over de volledige populatie bladbehandeling plaatsvinden.
- Bij het maaiwerk wordt gebruik gemaakt van een maai-zuigcombinatie of er zal met de hand worden gemaaid met een bosmaaier, maaibalk of zeis.
- Bladbehandeling vindt plaats via verneveling met een professionele rugsproeier met regelbare sproeikop. Gebruik ongeveer 7 g glyfosaat/liter, wat neerkomt op 1,5 à 2 % verdunning. De toepassing heeft het beste resultaat tijdens niet te warm, bewolkt weer met een hoge luchtvochtigheid. Het middel dient niet te worden toegepast als er kans is op aanhoudende vorst of als er binnen 4 à 6 uur na de toepassing kans bestaat op regen. Tijdens de toepassing van het middel dient de duizendknoop bij voorkeur droog te zijn.
- Het middel kan in zeer geringe hoeveelheden al schade doen aan te sparen gewassen, de toepassing dient daarom zeer zorgvuldig te geschieden. Gebruik daarom een middelmatige of grove druppelgrootte.
- De tweede maaibeurt vindt halverwege augustus plaats met de opvolgende bladbehandeling met het chemische middel eind augustus.
- Let op! Om te voorkomen dat knopen worden verspreid en opnieuw uitlopen, moet het afmaaien zeer zorgvuldig gebeuren en het maaisel gecontroleerd worden verwijderd. Het maaisel wordt gedroogd op een locatie met een dichte ondergrond waar de stengels geen wortel kunnen schieten, of direct afgevoerd naar een composteringsbedrijf.
- Let op! Bij het werken met een maai-zuigcombinatie moet erop worden gelet dat alle stengels zo kort mogelijk bij de grond worden afgemaaid. Bij deze maaiwijze kan het zijn dat stengels plat worden gedrukt tegen de grond, en niet worden afgemaaid. Deze stengels kunnen vervolgens weer verder groeien. Het is dan ook belangrijk de locatie hierop te controleren en eventueel platgedrukte stengels alsnog te verwijderen.
- Door Probos wordt een rapportageformulier verstrekt. U wordt verzocht op dit formulier de volgende informatie in te vullen: uitgevoerde werkzaamheden, data waarop deze zijn uitgevoerd, de tijdsinzet, de kosten en eventuele opmerkingen. Probos gebruikt deze informatie om de resultaten goed te kunnen onderbouwen en te rapporteren naar het werkveld. Daarnaast biedt het u de mogelijkheid goed bij te houden wanneer de werkzaamheden de volgende keer plaats dienen te vinden.

Injecteren met glyfosaat

Bij deze methode worden de stengels op een locatie met duizendknoop éénmaal per groeiseizoen geïnjecteerd met glyfosaat. De methode is onder andere gebaseerd op ervaringen die zijn opgedaan in Kreis Borken in Duitsland en die tijdens een veldbezoek zijn besproken met Peter Pavlovic van Kreis Borken. Hieronder wordt puntsgewijs aangegeven wat de werkwijze is voor deze methode en met welke aandachtspunten rekening moet worden gehouden.

- De behandeling vindt eind juli/ begin augustus plaats. Uit ervaring in Duitsland blijkt dit het meest ideale moment, omdat de plant alle energie reeds in de groei en bloei heeft gestoken. De energie voor hergroei is daardoor beperkt en de plant krijgt de grootste klap. Een bijkomend voordeel is dat er, indien nodig, in hetzelfde groeiseizoen nogmaals kan worden teruggekomen om eventuele gemiste stengels nogmaals te behandelen. Ook krijgt eventueel aanwezige andere vegetatie de kans zich in hetzelfde groeiseizoen uit te breiden of te vestigen.
- Afhankelijk van het eerste moment van behandelen wordt de plek eind augustus/ begin september nogmaals afgelopen om eventueel gemiste stengels alsnog te behandelen.
- Om het missen van stengels tot een minimum te beperken kunnen er linten door de groeilocatie worden gelegd, zodat op kleinere oppervlaktes kan worden gewerkt en er meer overzicht bestaat.
- Voor het injecteren wordt gebruik gemaakt van injectieapparatuur die door Probos wordt geleverd⁸.
- Alle stengels dienen te worden geïnjecteerd met 2,5 tot 4 ml glyfosaat (70% oplossing) per stengel, afhankelijk van de dikte van de stengels. Dikke stengels krijgen vanzelfsprekend een grotere dosis dan dunnere stengels. De exacte benodigde hoeveelheid per stengel van een bepaalde dikte is moeilijk vooraf te geven. Dit zal in het begin even een kwestie van 'trial and error' zijn. De plek van injectie is net onder de tweede of derde knoop van de stengel, zodat het glyfosaat in het segment komt te staan en zich van daaruit verspreid.
- De ervaring in Duitsland leert dat na enige tijd pleksgewijze hergroei plaats kan vinden. De stengels van deze hergroei zijn relatief dun. Dat maakt het injecteren lastig. Daarom is er in Duitsland voor gekozen deze hergroei met een hak uit te steken of met behulp van een bladbehandeling te bestrijden. Binnen de praktijkproef zal de hergroei in het tweede en zo nodig het derde en vierde groeiseizoen worden verwijderd door middel van uitsteken/uitgraven van de wortels tot een diepte van ongeveer 10 cm, op de plekken waar stengels boven de grond uit komen. Dit zal tweemaal per jaar worden gedaan, de eerste keer begin juni en de tweede keer eind augustus/begin september.
- Door Probos wordt een rapportageformulier verstrekt. U wordt verzocht op dit formulier de volgende informatie in te vullen: uitgevoerde werkzaamheden, data waarop deze zijn uitgevoerd, de tijdsinzet, de kosten en eventuele opmerkingen. Probos gebruikt deze informatie om de resultaten goed te kunnen onderbouwen en te rapporteren naar het werkveld. Daarnaast biedt het u de mogelijkheid goed bij te houden wanneer de werkzaamheden de volgende keer plaats dienen te vinden.

⁸ Tenzij de aannemer die het werk uitvoert reeds in bezit is van injectie-apparatuur.

Stobbenbehandeling met glyfosaat

Bij deze methode worden op de locatie twee keer per groeiseizoen de stengels afgemaaid en de snijvlakken (de 'stobben') bespoten of ingesmeerd met glyfosaat. Hieronder wordt puntsgewijs aangegeven wat de werkwijze is voor deze methode en met welke aandachtspunten rekening moet worden gehouden.

- De eerste behandeling vindt eind juni plaats. Er wordt gemaaid én op dezelfde dag wordt bij de afgemaaide stengels glyfosaat aangebracht. In het eerste jaar wordt bij de eerste behandeling bij stengels met een diameter (groveweg) dikker dan 1,5 cm aan de basis wordt de glyfosaat op de verse snijvlakken en in de holle stengel glyfosaat gespoten. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een rugsproeier met een dop op de kop. Bij het bespuiten van de stobben (werken met een dop) dient zoveel mogelijk te worden voorkomen dat de eventuele omringende vegetatie wordt geraakt. Stengels dunner dan 1,5 cm worden tijdens de eerste behandeling niet behandeld met glyfosaat.
- De mengverhouding is 18 g glyfosaat per liter, wat neerkomt op een 4 à 5 % verdunning.
- De tweede behandeling vindt eind augustus plaats. Er wordt wederom gemaaid én op dezelfde dag worden de verse snijvlakken behandeld met glyfosaat. Let op! De verse snijvlakken worden vanaf de tweede behandeling niet meer bespoten, maar worden met een kwast ingesmeerd met glyfosaat. Hiervoor is gekozen omdat aannemelijk is dat na de eerste bestrijdingsronde er nauwelijks nog stengels met een diameter groter dan 1,5 cm meer zullen voorkomen. De methode van het inspuiten van de holle stengels wordt dan praktisch moeilijk uitvoerbaar en het risico op verspilling van bestrijdingsmiddel wordt erg groot.
- In de jaren 2014 t/m 2016 vinden er jaarlijks twee behandelingen plaats, eind juni en eind augustus. Er wordt gemaaid én op dezelfde dag worden de verse snijvlakken ingesmeerd met glyfosaat met behulp van een kwast.
- Het maaiwerk moet handmatig gebeuren met een bosmaaier met mes of met een zeis. Alleen op deze wijze worden de stengels 'netjes' afgemaaid en wordt een goed snijvlak verkregen, zodat de stobbenbehandeling goed kan worden uitgevoerd.
- Let op! Om te voorkomen dat knopen worden verspreid en opnieuw uitlopen, moet het afmaaien zeer zorgvuldig gebeuren en het maaisel gecontroleerd worden verwijderd. Het maaisel wordt gedroogd op een locatie met een dichte ondergrond waar de stengels geen wortel kunnen schieten, of direct afgevoerd naar een composteringsbedrijf.
- Door Probos wordt een rapportageformulier verstrekt. U wordt verzocht op dit formulier de volgende informatie in te vullen: uitgevoerde werkzaamheden, data waarop deze zijn uitgevoerd, de tijdsinzet, de kosten en eventuele opmerkingen. Probos gebruikt deze informatie om de resultaten goed te kunnen onderbouwen en te rapporteren naar het werkveld. Daarnaast biedt het u de mogelijkheid goed bij te houden wanneer de werkzaamheden de volgende keer plaats dienen te vinden.

Bladbehandeling met Ultima

Bij deze methode vindt er over de gehele oppervlakte gedurende het groeiseizoen bladbehandeling plaats met het middel Ultima vanaf eind april/begin mei. Voorafgaand aan de eerste behandeling kan, indien gewenst, een aanvullende uitleg op deze instructie worden gegeven over het gebruik van Ultima door de producent van het middel. Hieronder wordt puntsgewijs aangegeven wat de werkwijze is voor deze methode en met welke aandachtspunten rekening moet worden gehouden.

- In elk van de 4 jaren van de praktijkproef zal bladbehandeling met Ultima plaatsvinden steeds als de planten een hoogte van 10 tot 20 cm, met de eerste behandeling begin mei. Dit tijdstip kan afhankelijk van de start van het groeiseizoen iets eerder of later worden. Vervolgens zal zoals gezegd steeds behandeld worden als het merendeel van de scheuten een hoogte van 10 tot 20 cm heeft bereikt. In de praktijk komt dit neer op een behandeling eens per drie weken en circa 9 behandelingen per groeiseizoen.
- Indien noodzakelijk, als later met de behandeling wordt gestart en de duizendknoop ruim hoger is dan de 20 cm, zal twee weken voorafgaand aan de eerste bladbehandeling met Ultima een maaibeurt worden uitgevoerd. Dit om ervoor te zorgen dat de duizendknoop tijdens de bladbehandeling niet te hoog is.
- Voor het gebruik van Ultima gelden de volgende eisen en aanbevelingen:
 - Toepassing van Ultima is uitsluitend toegestaan indien gebruik wordt gemaakt van een rugspuit met afschermkap of een motor-aangedreven spuit met spuitlans uitgerust met een enkele spuitdop en afschermkap. De beste resultaten worden verkregen met een spleetkop.
 - De uitvoerder van de spuitwerkzaamheden dient in het bezit te zijn van een spuitlicentie.
 - Omdat Ultima een contactmiddel is, moeten alle plantdelen goed nat (tot druipens toe) worden gespoten. De plant moet volledig geraakt worden.
 - Om die reden dient er ook een hechtmiddel te worden toegevoegd, bijvoorbeeld Squall.
 - Per m² die volledig bedekt is met duizendknoop is 16 ml Ultima nodig. Het middel dient in een verhouding van 1 op 6 te worden gemengd met water. Houd er daarom rekening mee dat er veel water nodig is.
 - Minimale temperatuur tijdens toepassing is 10° C. Als maximumtemperatuur geldt 25° C.
 - Werk bij voorkeur bij droog en zonnig weer, de werking is dan het beste.
 - Niet toepassen als de duizendknoop door regen of dauw reeds vochtig is. Vocht zorgt ervoor dat Ultima van het blad afloopt voordat de werkzame stoffen hun werk kunnen doen.
 - Pas het middel daarom ook toe op momenten dat er in de eerste 8 uur na behandeling geen regen wordt verwacht.
 - Het is niet toegestaan het middel in watergangen te gebruiken. Hiermee worden ook de taluds direct naast de waterloop bedoeld.
 - Voor een werkbare situatie en het verminderen van de benodigde hoeveelheid bestrijdingsmiddel, dient de duizendknoop ten tijde van de behandeling met Ultima een hoogte tussen 10 en 20 cm te hebben.
- Bij het maaiwerk wordt gebruik gemaakt van een maai-zuigcombinatie of er zal met de hand worden gemaaid met een bosmaaier, maaibalk of zeis.
- Let op! Om te voorkomen dat knopen worden verspreid en opnieuw uitlopen, moet het afmaaien zeer zorgvuldig gebeuren en het maaisel gecontroleerd worden verwijderd. Het maaisel wordt gedroogd op een locatie met een dichte ondergrond waar de stengels geen wortel kunnen schieten, of direct afgevoerd naar een composteeringsbedrijf.
- Let op! Bij het werken met een maai-zuigcombinatie moet er op worden gelet dat alle stengels zo kort mogelijk bij de grond worden afgemaaid. Bij deze maaiwijze kunnen stengels plat worden gedrukt tegen de grond, en niet worden afgemaaid. Deze stengels kunnen vervolgens weer verder groeien. Het is dan ook belangrijk de locatie hierop te controleren en eventueel platgedrukte stengels alsnog te verwijderen.
- Door Probos is een rapportageformulier verstrekt. U wordt verzocht op dit formulier de volgende informatie in te vullen: uitgevoerde werkzaamheden, data waarop deze zijn uitgevoerd, de tijdsinzet, de kosten en eventuele opmerkingen. Probos gebruikt deze informatie om de resultaten goed te kunnen onderbouwen en te rapporteren naar het

werkveld. Daarnaast biedt het u de mogelijkheid goed bij te houden wanneer de werkzaamheden de volgende keer plaats dienen te vinden.

Afgraven

Bij deze methode wordt over de gehele oppervlakte van de groeiplaats van duizendknoop de grond afgegraven. Alle grond die wortelstokken bevat zal moeten worden afgegraven. Hoe diep en hoe ver van de rand er gegraven moet worden, is niet exact op voorhand te zeggen. Dit zal onder andere afhangen van de grondsoort en de ouderdom van de duizendknoop op die locatie.

- Voorafgaand aan de graafwerkzaamheden zal een KLIC-melding worden gedaan om te zien of er op de af te graven locatie kabels en leidingen liggen.
- Voor het afgraven wordt gebruik gemaakt van een mini-graafmachine.
- Eventueel kunnen eerst de (oude) stengels worden afgemaaid om makkelijker te kunnen werken.
- Er zal worden begonnen met graven in het midden van de groeilocatie, waarbij er naar buiten toe wordt gewerkt.
- Allereerst zal hierbij een toplaag van circa 10-20 cm worden afgegraven over de hele oppervlakte van de groeiplaats.
- Tijdens de graafwerkzaamheden zal steeds moeten worden gekeken of de wortelstokken nog verder lopen. Tot aan de rand van de bovengronds zichtbare delen van de plant moet de grond sowieso worden weggegraven. Vanaf dat punt wordt er voorzichtig verder gegraven, waarbij er steeds een laag wordt weggehaald.
- Als het punt is bereikt waarop er zich in de bovenlaag geen wortelstokken meer bevinden, kan er de diepte in worden gegaan. Er zal dan net zo diep moeten worden gegraven tot er geen wortelstokken meer worden aangetroffen. Mocht er tijdens het graven van het gat worden geconstateerd dat er dieper toch nog wortelstokken horizontaal verder verspreiden dan de randen waarlangs gegraven wordt, dan zal uiteraard alsnog breder moeten worden afgegraven.
- Let op dat zowel alle bovengrondse delen als alle grond met wortelstokken worden verwijderd en gecontroleerd worden afgevoerd. De grond zal moeten worden verwerkt in de compostering óf moet naar een grondbank die een verklaring zal moeten afgeven dat de grond niet wordt hergebruikt op een plek ondieper dan 4 meter beneden maaiveld.

Begrazing

Voor begrazing is geen werkbeschrijving beschikbaar.