



Praktijkproef bestrijding Aziatische duizendknopen met heet water

Eindrapportage resultaten 2018 - 2021



Joyce Penninkhof, Coen de Kleine, Martijn Boosten (Probos), Jonathan Filius (Ecogroen)

Wageningen, december 2021



Praktijkproef bestrijding Aziatische duizendknopen met heet water

Eindrapportage resultaten 2018 - 2021

Joyce Penninkhof, Coen de Kleine, Martijn Boosten (Probos), Jonathan Filius (Ecogroen)

Wageningen, december 2021

Colofon

© Stichting Probos, Wageningen, december 2021

Auteurs: Joyce Penninkhof, Coen de Kleine, Martijn Boosten (Probos), Jonathan Filius (Ecogroen)

Titel: Praktijkproef bestrijding Aziatische duizendknopen met heet water
Eindrapportage resultaten 2018 - 2021

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

Opdrachtgever:
Provincie Gelderland

- 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.

Foto omslag: Martijn Boosten, Stichting Probos

Inhoudsopgave

1 Inleiding	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Doel	7
1.3 Opzet praktijkproef en leeswijzer	7
2 Methode	9
2.1 Proeflocaties	9
2.2 Aannemers en heet watermethoden	10
2.3 Monitoring	11
2.4 Data-analyse	13
2.5 Bodemvoedselwebanalyse	13
2.6 Visuele beoordeling wortels	14
3 Resultaten	17
3.1 Uitgangssituatie	17
3.2 Verstoring proeflocaties	18
3.3 Ontwikkeling aantal stengels	21
3.3.1 Effect van verstoring	21
3.3.2 Effect van behandeling op aantal stengels	21
3.4 Ontwikkeling stengelhoogte	27
3.5 Ontwikkeling stengeldikte	29
3.6 Vegetatieontwikkeling in de ondergroei	30
3.7 Ontwikkeling bovengrondse biomassa	31
3.8 Omvang haarden	34
3.9 Hergroei na staken heet waterbehandelingen	35
3.10 Bodemvoedselwebanalyse	38
3.11 Visuele beoordeling wortels 2020	41
3.12 Behandelingsrondes, gebruikte hoeveelheid heet water en manuren	46
3.12.1 Aannemer 1	46
3.12.2 Aannemer 2	46
3.12.3 Aannemer 3	47
3.12.4 Aannemer 4	48
3.12.5 Overzichten	49
4 Conclusies	52
4.1 Effectiviteit van behandeling van Aziatische duizendknopen met heet water	52
4.2 Welke variant van de 'heet water methode' is het meest geschikt	53

4.3	Kosten per variant	53
4.4	Effecten van behandeling met heet water op de flora en fauna in bermen	54
4.5	Overige conclusies	54
	Bronnen	55
	Bijlage A Notitie “Analyse vegetatiedata heetwaterproof Provincie Gelderland” door Ecogroen	56

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Op steeds meer plekken in Nederland komen Aziatische duizendknopen¹ voor. Deze Aziatische duizendknopen zijn invasieve uitheemse plantensoorten, die zeer moeilijk te bestrijden en te beheersen zijn. Ze rukken steeds verder op in onder meer natuurterreinen, bermen, tuinen, plantsoenen en tussen verhardingen en verdringen de oorspronkelijke vegetatie. Daarnaast geven ze economische schade doordat bijvoorbeeld stabiliteit van dijken en taluds wordt verminderd en de enorm groeiachtige wortelstokken verhardingen, funderingen en rioleringen beschadigen. Ook kan op plekken de verkeersveiligheid in het gedrang komen omdat duizendknoop het zicht op de weg of kruisingen ontnemt.

In de periode 2013-2017 heeft Stichting Probos samen met 31 terreinbeherende organisaties een praktijkproef uitgevoerd, waarbij op meer dan 100 groeilocaties bestrijdingsmethoden (intensief maaien, afdekken, begrazing en bestrijding met herbiciden) zijn getest. De resultaten van deze praktijkproef zijn in december 2017 gepubliceerd (Oldenburger *et al.*, 2017). Uit de praktijkproef blijkt dat er niet één methode is aan te wijzen die het beste werkt. Wel is duidelijk inzicht verkregen in de effectiviteit en kosten van de verschillende methoden.

Een methode die de laatste jaren veel wordt toegepast, is behandeling met heet water. Door heet water te injecteren in de grond of op de bladeren en stengels te sproeien, worden duizendknoopstengels en wortels verzwakt. Er ontstaan onder meer brandwondjes op de wortels, waardoor de plant vatbaar wordt voor schimmels. De methode is niet meegenomen in de praktijkproef die in de periode 2013-2017 is uitgevoerd, omdat de methode bij de start van de proef nog onvoldoende bekend was.

Er zijn in Nederland verschillende aannemers die duizendknoophaarden met heet water en/of stoom behandelen, waarbij de duizendknoop in ieder geval verzwakt lijkt te worden en de haarden in omvang lijken te reduceren. Het was echter nog onduidelijk in hoeverre duizendknoop met heet water volledig bestreden kan worden of in welke mate de methode helpt om duizendknoop te beheersen. Er was nog geen gestructureerd en onafhankelijk praktijkonderzoek gedaan naar de methode.

¹ Aziatische duizendknopen is een verzamelnaam voor: Japanse duizendknoop (*Fallopia japonica*), bastaardduizendknoop (*Fallopia x bohemica*) en Sachalinse duizendknoop (*Fallopia sachalinensis*).

In opdracht van de provincie Gelderland heeft Stichting Probos in de periode 2018 t/m 2021 een praktijkproef met heet water uitgevoerd. Op een aantal wegbermlocaties verspreid door de provincie werden duizendknoopharden met heet water behandeld. In de praktijkproef werden de verschillende 'heet watermethoden' vergeleken die op dat moment door aannemers op de markt werden aangeboden.

1.2 Doel

Het doel van de praktijkproef was om meer inzicht te krijgen in de effectiviteit van behandeling van Aziatische duizendknopen met heet water. Hierbij is niet alleen inzicht verkregen in de effectiviteit in het algemeen, maar ook welke variant van de 'heet watermethode' het meest geschikt is en wat de kosten per variant zijn. Daarnaast geeft de monitoring inzicht in de effecten van behandeling met heet water op de flora en fauna in de bermen.

1.3 Opzet praktijkproef en leeswijzer

In overleg met de opdrachtgever is er voor gekozen om een proef op te zetten waarbij vier 'heet watertechnieken' met elkaar werden vergeleken. De proef is gestart in mei 2018 en had een looptijd van 4 jaar. In de proef werden de duizendknoopharden meerdere malen per jaar behandeld met heet water. Jaarlijks zijn de effecten in het veld gemonitord. In deze eindrapportage worden de resultaten tot en met het einde van de proef in 2021 weergegeven.

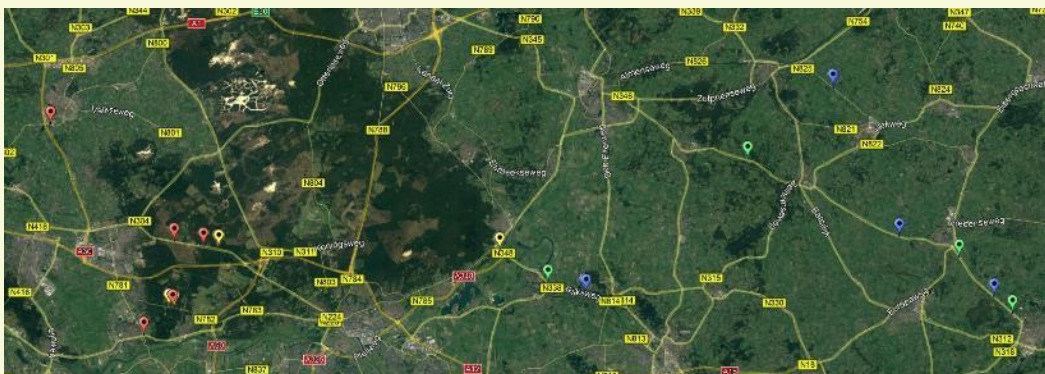
In hoofdstuk 2 wordt de proefopzet toegelicht. Hoofdstuk 3 bespreekt de resultaten van de proef tot en met het tweede jaar. Tot slot worden in hoofdstuk 4 conclusies uit de proef getrokken en aanbevelingen gegeven.

2 Methode

2.1 Proeflocaties

De praktijkproef is uitgevoerd in wegbermen in de provincie Gelderland. Dit was de wens van de opdrachtgever (Provincie Gelderland), omdat daar de meeste problemen met duizendknoop zijn. Verkeersveiligheid is een belangrijk aspect en het risico op verspreiding door traditioneel maaibeheer is op deze locaties het grootst. De heet watermethoden zijn getest langs zogenaamde N-wegen.

De Provincie Gelderland heeft mogelijke specifieke locaties en N-wegen waar duizendknoopharden aanwezig zijn aangedragen. Stichting Probos heeft in het veld locaties geselecteerd en de afmetingen van de harden bepaald. De geselecteerde proeflocaties hadden zoveel mogelijk een scherpe grens tussen de duizendknoophard en overige bermvegetatie. De geselecteerde locaties (duizendknoopharden) hadden een minimale omvang van 10 m² en een maximale omvang van 500 m². Figuur 2.1 laat de ligging van de proeflocaties zien.



Figuur 2.1

Ligging proeflocaties

Vervolgens zijn de locaties toegewezen aan de vier meewerkende aannemers die elk de heet watermethode op een iets andere wijze uitvoeren (zie paragraaf 2.2). Waar mogelijk zijn per N-weg door twee aannemers proeflocaties bestreden, zodat onder zoveel mogelijk gelijke omstandigheden de effecten per ‘heet watermethode’ konden worden vergeleken. Daarnaast zijn er een aantal locaties aangewezen waar geen behandeling plaatsvindt. Deze dienden als controle/referentie locatie.

De geselecteerde locaties lagen allen op droge zandgronden om de factor ‘bodemtype’ gelijk te houden. Tijdens de eerdere praktijkproef en uit gesprekken met beheerders bleek dat beschaduwings effect zou kunnen hebben op de groei van duizendknoop en het effect van behandeling. De locaties zijn geclassificeerd op “beschaduwde” en “niet-beschaduwde”. Elke aannemer bestreed zowel beschaduwde als niet-beschaduwde locaties. In 2019 zijn er 4 beschaduwde locaties toegevoegd aan de proef om een betere verdeling te krijgen tussen beschaduwde en niet-beschaduwde proeflocaties. Vanwege tegenvallende resultaten en de hoge kosten bij twee aannemers is besloten om in 2020 de praktijkproef in afgeslankte vorm

voort te zetten. In 2021 is de proef verder afgeslankt tot één aannemer. Zie tabel 2.1 voor een totaaloverzicht.

De volgende factoren zijn niet meegenomen:

- Leeftijd van de haarden. Deze zijn grotendeels onbekend.
- Behandeling in het verleden. Over het algemeen zijn de locaties uitsluitend gemaaid, maar het valt niet uit te sluiten dat locaties ook op andere wijze zijn bestreden (bijvoorbeeld door omwonenden).

Tabel 2.1

Overzicht van de het aantal proeflocaties per behandeling (controlelocaties en aannemers)

Behandeling	Totaal aantal proeflocaties	Aantal proeflocaties beschaduwd	Aantal proeflocaties niet-beschaduwd
Controle	8	4	4
Aannemer 1*	9	4	5
Aannemer 2*	7	4	3
Aannemer 3**	8	4	4
Aannemer 4	9	4	5
Totaal	41	20	21

**Aannemers 1 en 2 hebben in 2020 en 2021 geen behandelingen uitgevoerd*
***Aannemer 3 heeft in 2021 geen behandelingen uitgevoerd*

2.2 Aannemers en heet watermethoden

Er namen vier aannemers deel aan de proef die elk hun eigen wijze (techniek) voor de behandeling van Aziatische duizendknopen met heet water en/of stoom hebben ontwikkeld. De technieken en werkwijzen die deze aannemers gebruikten, verschilden onder meer in de gebruikte hoeveelheid water, wijze van voorbehandelen van de locatie (maaien of niet), behandel frequentie en injectiemethode (soort lans). De overeenkomst was dat alle aannemers heet water gebruikten van ongeveer 98 C°. Bij de praktijkproef is aan de aannemers gevraagd de bestrijding met heet water zo uit te voeren zoals volgens hen de beste wijze was. Elke aannemer bestreed 7 tot 9 groeilocaties. Per wegberm is getracht om minimaal twee aannemers naast elkaar de behandeling te laten uitvoeren om de methoden zo veel mogelijk te kunnen vergelijken onder gelijke omstandigheden.

Drie aannemers hadden een redelijk vergelijkbare uitvoering van de heet water: tijdens de eerste behandeling werd de duizendknoop, als deze hoog was, eerst gemaaid en/of gespreoid met heet water. In de behandelingen daarna werd met een lans om de 20 à 30 cm in de bodem geprikt en heet water geïnjecteerd. Eén van de aannemers heeft een eigen lans ontwikkeld die iets afwijkt. Een aantal van deze aannemers gebruikte het ISRP-systeem (Invasieve Soorten reductie Programma). Hierin werden de gemiddelde stengelhoogte en bedekking ingevoerd en er werden foto's voor en na de behandeling gemaakt. Het systeem berekende hoeveel behandelingen er nodig waren en wanneer deze uitgevoerd moesten worden.

De vierde aannemer diende eenmalig in het 1^e jaar van de proef een grote hoeveelheid water toe. De behandeling daarna bestond uit het uittrekken of uitsteken van hergroei en het inzaaien van de proeflocaties met een kruidenrijk mengsel om schaduwdruk te creëren.

Per jaar zijn de tussenresultaten van de praktijkproef met de Provincie Gelderland geëvalueerd en is besloten of de praktijkproef voortgezet werd en zo ja, in welke vorm. Op basis van deze evaluaties is in overleg met Aannemers 1 en 2 besloten om na het tweede groeiseizoen (2019) de samenwerking te beëindigen. Na het derde groeiseizoen (2020) is ook de samenwerking met Aannemer 3 beëindigd. Hoofdrede hiervoor was de hoge kosten (zie paragraaf 3.12.4) in relatie tot de relatief lage effectiviteit.

2.3 Monitoring

Het verzamelen van monitoringsgegevens in het veld is uitbesteed aan Ecogroen. Probos had bij het monitoren een coördinerende en controlerende functie. In 2018 is een nulmeting uitgevoerd voorafgaand aan de eerste heet waterbehandeling. Ook in 2019, 2020 en 2021 hebben de eerste monitoringsrondes plaatsgevonden voor de eerste behandeling. Aan het einde van het groeiseizoen heeft de monitoring in zowel 2018 als 2019, 2020 en 2021 plaatsgevonden vlak voor de laatste behandelingsronde. In tabel 2.2 staat wanneer de monitoring precies heeft plaatsgevonden.

Tabel 2.2
Momenten waarop monitoring heeft plaatsgevonden

Jaar	nulmeting	Monitoring begin groeiseizoen voorafgaand aan eerste behandelingsronde	Monitoring einde groeiseizoen voorafgaand aan laatste behandelingsronde
2018	23 t/m 28 juli	n.v.t	17 t/m 26 oktober
2019	n.v.t	15 t/m 21 april	16 t/m 29 oktober
2020	n.v.t	1 t/m 8 april	1 t/m 23 oktober
2021	n.v.t	22 t/m 29 april	11 t/m 13 oktober

De monitoring werd gedaan in permanente kwadraten (pq's) van 4 m² groot (2 x 2 meter). Per proeflocatie zijn er 2 pq's gelegd die met messing plaatjes op 10 cm diepte in de bodem werden gemarkeerd (zie figuur 2.2). Bovengronds werden de pq's met piketten gemarkeerd. In de controlelocaties waar niet werd bestreden, is één pq gelegd.



Figuur 2.2

Messing plaatje om de pq's te markeren

Per proeflocatie werden de volgende zaken genoteerd:

- De soort duizendknoop (Boheemse, Japanse of Sachalinse)
- De hoogte van de duizendknoop in 3 hoogteklassen (<1 meter; 1-2 meter; > 2 meter)
- Opvallende zaken aan de duizendknoop, zoals vraat, verkleuring van blad, verstoring door maaiwerk, slinger groei, verdroging, etc.)

In de beide pq's werd bepaald/gemeten:

- De bedekking van de duizendknoop
- Het totaal aantal stengels
- De lengte en diameter van de stengel van maximaal 20 stengels die representatief zijn voor het pq
- De bedekking van de ondergroei (moslaag en kruidlaag)
- De bedekking van de 5 meest dominante vaatplantensoorten
- Eventuele faunawaarnemingen
- Tijdens de monitoring aan het einde van het groeiseizoen is ook de bovengrondse biomassa van de duizendknoop bepaald door het afknippen en wegen van alle duizendknoopstengels in de pq's.

Elk jaar is de opzet en effectiviteit van de proef geëvalueerd. Op basis van de evaluatie is besloten of de behandeling of monitoring op een locatie werd voortgezet. Voor een uitgebreide beschrijving van de proefopzet en monitoring voor de gehele looptijd van de proef wordt verwezen naar het separate monitorings- en uitvoeringsplan (Penninkhof & Boosten, 2018).

2.4 Data-analyse

Per aannemer waren er 8 of 9 proeflocaties, waarvan de helft beschaduwd was en de andere helft niet-beschaduwd was. Daarmee is de steekproef te klein om de data statistisch te kunnen toetsen. In dit rapport worden daarom alleen gemiddelde waarden weergegeven in grafieken en in tabellen gemiddelde waarden met daarbij de standaardafwijking.

2.5 Bodemvoedselwebanalyse

Om inzicht te krijgen in het effect van de heet waterbehandeling op het bodemleven zijn tijdens de monitoringsronde in oktober 2019 op 22 proeflocaties bodemmonsters genomen om een bodemvoedselwebanalyse uit te voeren.

Bij deze bodemvoedselwebanalyse zijn de belangrijkste elementen uit het voedselweb bepaald:

- Actieve bacteriële biomassa
De bacteriën zorgen voor mineralisatie van organische stof en ziektevering. Hun aantallen zijn vooral sterk afhankelijk van de grondsoort. Gewoonlijk zijn er enorme aantallen aanwezig, tot wel tien miljoen per gram bodem/substraat. De actieve bacteriebiomassa wordt gevormd door die bacteriën die metabolisch actief zijn.
- Totale bacteriële biomassa
De totale bacteriële biomassa behelst alle bacteriën, dus de actieve en de inactieve.
- Actieve schimmelbiomassa
Schimmels zorgen voor een goede bodemstructuur, ziektevering en voor mineralisatie van organische stof. De actieve schimmelbiomassa wordt gevormd door die schimmels die metabolisch actief zijn. De totale schimmelbiomassa behelst alle schimmels, dus de actieve en de inactieve.
- Diameter van de hyfen
De diameter van de hyfen (bacterie en -schimmeldraden) zegt iets over de populatiesamenstelling. Bij een gemiddelde diameter van 2,0 µm zijn er relatief veel actinomyceten aanwezig. Feitelijk zijn actinomyceten draadvormige bacteriën. Van actinomyceten is bekend dat ze vaak wezenlijk bijdragen aan ziektevering. Een gemiddelde diameter van 2,5 µm duidt op meer ascomyceten (zakjeszwammen) en bij 3,0 µm zijn er meer basidiomyceten (steeltjeszwammen) aanwezig.
- Bacterie/schimmel verhoudingen
De berekende waarden die de verhoudingen weergeven tussen actieve en totale bacterie en schimmelbiomassa.

Bodemfauna is in dit onderzoek niet meegenomen. Uit andere onderzoeken is namelijk gebleken dat temperaturen boven 27-30 C° een negatief effect hebben op voortplanting en dichtheid van bodemfaunasoorten zoals springstaarten. En bij temperaturen boven de 35 C° gingen onder laboratoriumomstandigheden de bodemorganismen dood (Van Kleef *et al.*, 2019). In de praktijkproef is water gebruikt van gemiddeld 98 C°. Daarom is aangenomen dat het hete water een sterk negatief effect heeft op bodemfauna en is in dit onderzoek de focus gelegd op bodembacteriën en -schimmels.

De monsters zijn genomen in het najaar (14 t/m 28 oktober 2019) voordat de laatste heet waterbehandeling van dat jaar was uitgevoerd door de aannemers. Per locatie is grond verzameld met een guts uit de bovenste 10-15 cm van de bodem. De grond is verzameld door verspreid over de locatie meerdere steken met de guts te zetten. De grond is gemengd, in een halve liter plastic zak verpakt en binnen een dag bij het bodemlab afgeleverd waar de

bodemvoedselwebanalyse is uitgevoerd. Tabel 2.3 geeft een overzicht van de locaties waar monsters zijn genomen.

Tabel 2.3
Overzicht van de het aantal proeflocaties waar bodemmonsters zijn genomen

Behandeling	Totaal aantal bemonsterde proeflocaties	Aantal proeflocaties beschaduwd	Aantal proeflocaties niet beschaduwd
Controle	6	3	3
Aannemer 1	4	2	2
Aannemer 2	4	2	2
Aannemer 3	4	2	2
Aannemer 4	4	2	2
Totaal	22	11	11

2.6 Visuele beoordeling wortels

Om inzicht te krijgen in het effect van de heet waterbehandeling op de wortels zijn na de monitoringsronde in oktober 2020 op 6 proeflocaties (3 locaties van Aannemer 3 en 3 locaties van Aannemer 4) en 2 controlelocaties proefsleuven gegraven. De proefsleuven zijn met een graafmachine met een bakje van 35 cm breed in combinatie met een schop gegraven (zie foto 2.1). De lengte van de proefsleuven was gemiddeld 170 cm lang. Per laag van ongeveer 15 cm diepte zijn de wortels visueel op levend en dood gesorteerd (zie foto 2.2).

De grond is zoveel mogelijk van de gesorteerde wortels geschud voordat deze met een keukenweegschaal werden gewogen. De diepte van de sleuf verschilde per locatie en was afhankelijk van de diepte waarop nog duizendknoopwortels werden aangetroffen. De diepte varieerde daarmee van 40 tot 80 cm.



Foto 2.1

Graven van een proefsleuf voor de visuele beoordeling van wortels in 2020.



Foto 2.2

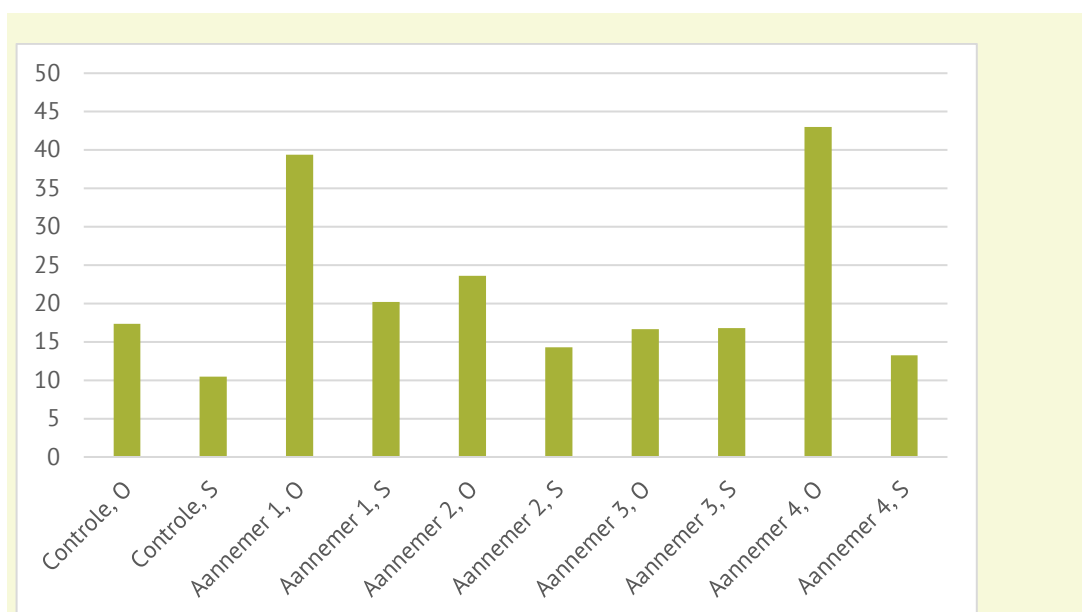
Sorteren van de uitgegraven wortels in levende en dode wortels.

3 Resultaten

3.1 Uitgangssituatie

Figuur 3.1 toont het gemiddeld aantal aangetroffen stengels per pq per aannemer bij de nulmeting in 2018. De gegevens in de figuur zijn uitgesplitst naar beschaduwde en niet-beschaduwde locaties. Uit de figuur komt naar voren dat voorafgaand aan de werkzaamheden het aantal stengels op de beschaduwde locaties lager is dan het aantal stengels op de niet-beschaduwde locaties. In de beschaduwde proeflocaties waren er gemiddeld 15 stengels per m² en in de niet-beschaduwde proeflocaties 28 stengels per m². In de berekeningen voor de procentuele stengelafname is hiervoor gecorrigeerd.

Ook per aannemer bleken de stengelaantallen wat te verschillen. De verschillen worden voornamelijk verklaard door de hoge stengelaantallen in de niet-beschaduwde proeflocaties van Aannemers 1 en 4. Naast deze uitschieters zijn de stengelaantallen redelijk gelijk.

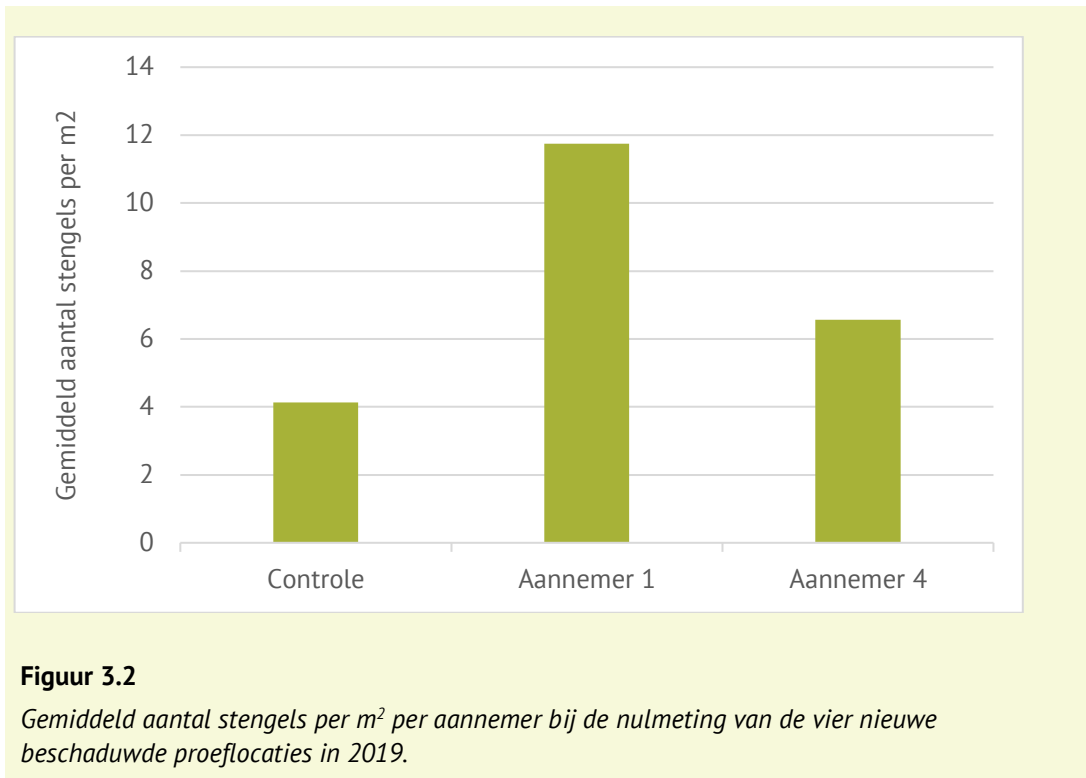


Figuur 3.1

Gemiddeld aantal stengels per m² per behandeling, uitgesplitst naar niet-beschaduwde (O) proeflocaties en beschaduwde (S) proeflocaties bij de nulmeting in 2018.

Omdat de proeflocaties bij de nulmeting per ongeluk gemaaid bleken te zijn tijdens het beheer van de bermen, zijn de gegevens over stengelhoogte en -dikte bij de uitgangssituatie niet geanalyseerd.

Figuur 3.2 toont het gemiddeld aantal stengels van de 4 beschaduwde proeflocaties die in 2019 aan de proef zijn toegevoegd. Opvallend is dat het aantal stengels op deze 4 locaties beduidend lager is dan het aantal stengels op de proeflocaties waar in 2018 een nulmeting is uitgevoerd. Mogelijk wordt dit verschil veroorzaakt door het droge groeiseizoen van 2018 waardoor in 2019 de duizendknooppaarden met minder stengels zijn uitgelopen.



3.2 Verstoring proeflocaties

Bij de monitoringsronde in het najaar van 2019 bleken 9 van de 41 proeflocaties (deels) gemaaid. Ook was 1 locatie reeds behandeld vlak voor de monitoringsronde. Zie tabel 3.1 voor een totaaloverzicht van de verstoringen. Voor 4 proeflocaties zijn daarom geen data beschikbaar voor de eindmeting van 2019. Voor de overige 6 proeflocaties is het aantal stengels wel geteld. De 10 verstoorde proeflocaties zijn niet meegenomen in bepaling van de bovengrondse biomassa (paragraaf 3.7). Door het grote aantal verstoorde proeflocaties konden de resultaten van dikte- en hoogtemeting van de stengels niet nader worden geanalyseerd.

Tabel 3.1
Overzicht verstoorde proeflocaties 2019

Behandeling	Totaal aantal proeflocaties	Aantal (deels) verstoorde proeflocaties	Opmerking
Controle	8	5	2 locaties zijn deels gemaaid, 3 locaties zijn geheel gemaaid. Op deze laatste 3 locaties konden in 2019 geen monitoringsgegevens worden verzameld.
Aannemer 1	9	0	-
Aannemer 2	7	3	2 locaties zijn deels gemaaid. 1 locatie is vlak voor de monitoringsronde behandeld met heet water. Op deze locatie kon in 2019 geen monitoringsgegevens worden verzameld.
Aannemer 3	8	2	2 locaties zijn deels gemaaid
Aannemer 4	9	0	-
Totaal	41	10	

Ook in 2020 bleek dat een klein deel van de proeflocaties was verstoord, zie tabel 3.2 voor een overzicht van de verstoringen. De resultaten van deze verstoorde proeflocaties zijn niet meegenomen in de analyse.

Tabel 3.2
Overzicht verstoorde proeflocaties 2020

Behandeling	Totaal aantal proeflocaties	Aantal (deels) verstoorde proeflocaties	Opmerking
Controle	8	1	Proeflocatie is gebruikt als dumpplek voor bagger. Op deze locatie konden in 2020 geen monitoringsgegevens worden verzameld.
Aannemer 1	9	0	-
Aannemer 2	7	0	-
Aannemer 3	8	1	Proeflocatie is gefreesd, op deze locatie konden in 2020 geen monitoringsgegevens worden verzameld.
Aannemer 4	9	1	In de proeflocatie is gewroet door wilde zwijnen, op deze locatie konden in 2020 geen monitoringsgegevens worden verzameld.
Totaal	41	3	

Ook in 2021 bleek dat een deel van de proeflocaties was verstoord, zie tabel 3.3 voor een overzicht van de verstoringen. De locaties die t/m 2020 door Aannemer 3 zijn behandeld, zijn in opdracht van de provincie Gelderland ontworteld. Dit om de provincie e bestrijding van deze haarden belangrijk vond en de tot dan toe behaalde resultaten niet teniet wilde doen door geheel met bestrijding te stoppen. Daarnaast zijn bijna alle locaties die tot en met 2019 zijn behandeld door Aannemers 1 en 2 verstoord. Daarom zijn de resultaten van hergroei na staken van de behandelingen door Aannemers 1, 2 en 3 voor 2021 niet meegenomen in de analyse.

Tabel 3.3

Overzicht verstoorde proeflocaties 2021

Behandeling	Totaal aantal proeflocaties	Aantal (deels) verstoorde proeflocaties	Opmerking
Controle	8	2	Twee controlelocaties zijn gemaaid, deze zijn niet meegenomen in de analyse.
Aannemer 1	9	6	Proeflocaties (5) zijn gemaaid. Daarnaast is één locatie i.o.v. de provincie ontworteld. Gegevens zijn niet geanalyseerd.
Aannemer 2	7	6	Proeflocaties zijn gemaaid (4) of geklepeld (2). Gegevens zijn niet geanalyseerd.
Aannemer 3	8	6	Proeflocaties zijn i.o.v. de provincie ontworteld. Gegevens zijn niet geanalyseerd.
Aannemer 4	9	2	In twee proeflocaties is gewroet door wilde zwijnen, deze zijn niet meegenomen in de analyse.
Totaal	41	22	

3.3 Ontwikkeling aantal stengels

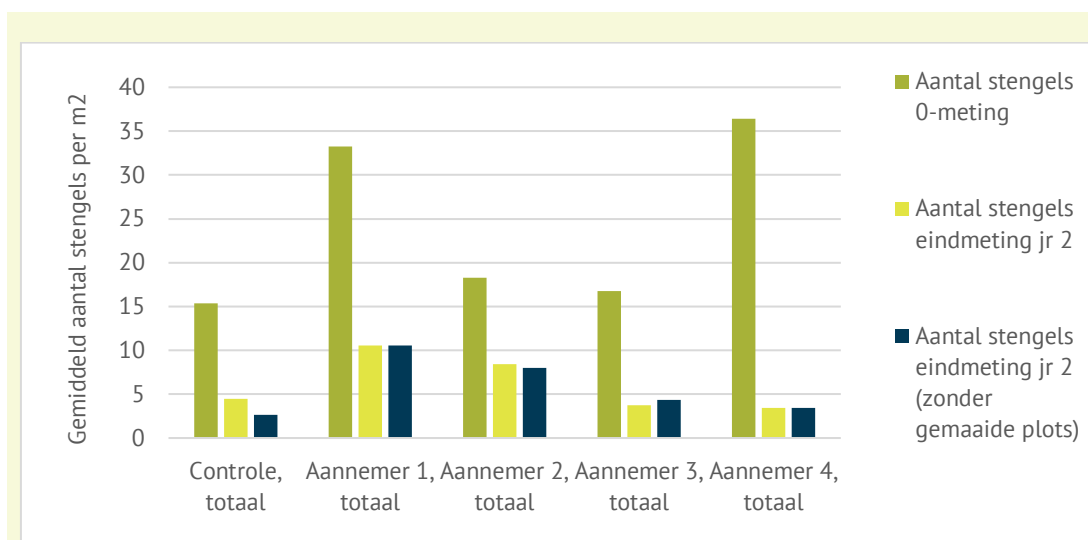
3.3.1 Effect van verstoring

Een aantal locaties was tijdens de monitoring dusdanig verstoord (frozen en wroeten) dat er geen monitoring kon plaats vinden. Deze locaties zijn in de verdere analyse van de gegevens buiten beschouwing gelaten.

Daarnaast is in 2019 een aantal locaties verstoord door maaien. Om na te gaan wat de invloed is van deze maaiwerkzaamheden op de resultaten wordt hier een korte analyse uitgevoerd.

In figuur 3.3 wordt per behandeling het gemiddeld aantal stengels bij de nulmeting vergeleken met het gemiddeld aantal stengels aan het einde van jaar 2 (2019). Voor jaar 2 worden de resultaten van de eindmeting met en zonder de verstoorde (gemaaide) locaties weergegeven. Hierbij valt op dat het gemiddeld aantal stengels niet of nauwelijks lijkt te worden beïnvloed door de verstoring van het maaien. Voor de controlelocaties ligt het gemiddeld aantal stengels van de niet verstoorde locaties zelfs nog wat lager dan het gemiddeld aantal stengels van de verstoorde en niet-verstoorde locaties samen.

Omdat er weinig invloed lijkt te zijn van de verstoorde (gemaaide) locaties van 2019 op het gemiddeld aantal stengels, wordt in de verdere resultaten alleen het totale aantal stengels, dus inclusief gemaaide plots weergegeven.



Figuur 3.3

Gemiddeld aantal stengels per m² per behandeling bij de nulmeting en aan het einde van jaar 2 (2019). De resultaten van de eindmeting worden met en zonder de verstoorde (gemaaide) locaties weergegeven.

3.3.2 Effect van behandeling op aantal stengels

Bij alle aannemers zijn de stengelaantallen gedaald. Er zijn wel verschillen waarneembaar tussen de aannemers. Vooral bij Aannemer 4 valt de sterke daling van 85% in jaar 1 op (zie

tabel 3.4). Deze sterke daling houdt naast de droogte ook verband met wijze van behandeling, waarbij eenmalig een grote hoeveelheid heet water is toegediend waarna hergroei wordt uitgetrokken. In jaar 2, 3 en 4 is de daling in stengelaantallen minder groot. In jaar 4 zijn er in 6 van de 9 proeflocaties die Aannemer 4 behandeld heeft, geen stengels aangetroffen. Tabel 3.5 geeft de absolute stengelaantallen weer.

Tabel 3.4

Percentuele verandering in aantal stengels ten opzichte van de nulmeting (2018) per m² per aannemer per jaar

	Aannemer 1	Aannemer 2	Aannemer 3	Aannemer 4	Controle
Eindmeting jaar 1	-40%	-60%	-22%	-85%	+8%
Eindmeting jaar 2	-70%	-50%	-70%	-93%	-80%
Eindmeting jaar 3*	-60%	-9%	-34%	-95%	-67%
Eindmeting jaar 4**				-95%	-58%

**Aannemers 1 en 2 hebben in 2020 geen behandelingen uitgevoerd, deze locaties zijn wel gemonitord op hergroei*

*** Aannemers 1, 2 en 3 hebben in 2021 geen behandelingen uitgevoerd*

Tabel 3.5

Gemiddeld aantal stengels per m² per aannemer per jaar, tussen haakjes de standaardafwijking

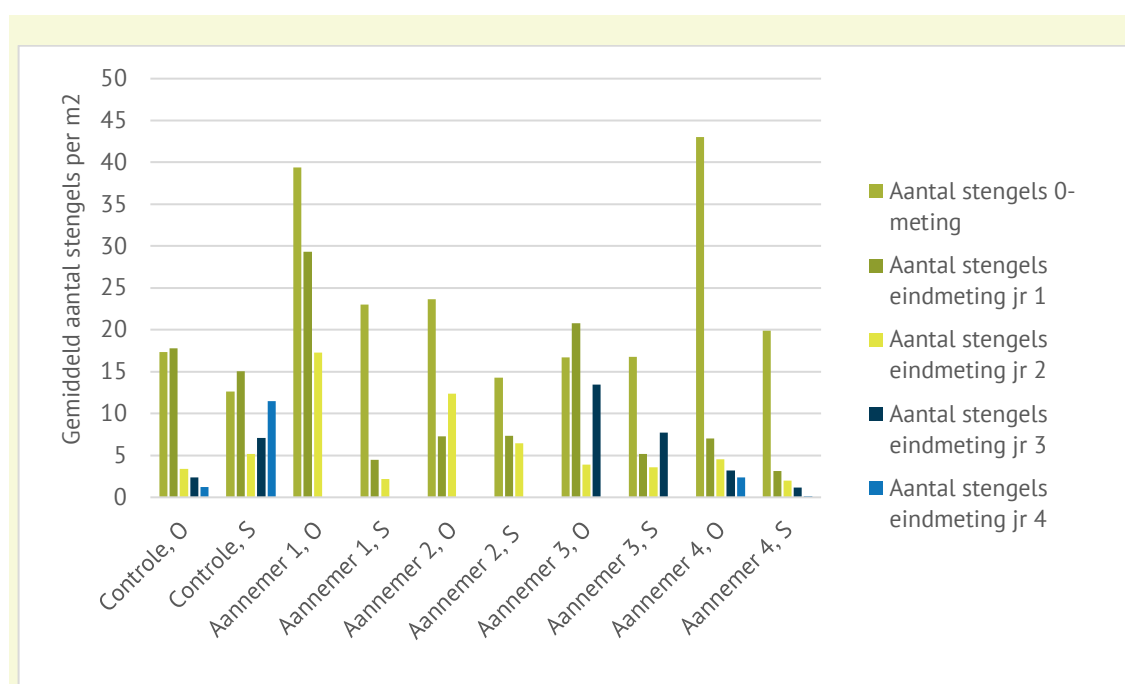
	Aannemer 1	Aannemer 2	Aannemer 3	Aannemer 4	Controle
nulmeting	33 (17)	18 (7)	17 (18)	36 (16)	15 (19)
Eindmeting jaar 1	20 (12)	7 (10)	13 (12)	6 (11)	17 (12)
Eindmeting jaar 2	11 (7)	8 (4)	4 (5)	3 (7)	4 (5)
Eindmeting jaar 3*	14 (8)	17 (11)	11 (8)	3 (8)	5 (8)
Eindmeting jaar 4**				2 (4)	6 (6)

**Aannemers 1 en 2 hebben in 2020 geen behandelingen uitgevoerd, deze locaties zijn wel gemonitord op hergroei*

*** Aannemers 1, 2 en 3 hebben in 2021 geen behandelingen uitgevoerd*

In figuur 3.4 zijn de resultaten voor de stengelaantallen uitgesplitst naar niet-beschaduwde en beschaduwde locaties. Voor Aannemer 1 en 2 zijn de resultaten van jaar 3 niet weergegeven, en voor Aannemers 1,2 en 3 zijn de resultaten van jaar 4 niet weergegeven. Dit omdat door tegenvallende resultaten en de hoge kosten deze aannemers tijdens de tussentijdse evaluaties met de provincie is besloten de samenwerking in 2020 respectievelijk 2021 met deze aannemers te beëindigen.

Het gemiddeld aantal stengels bij de eindmeting in 2021 is ten opzichte van de nulmeting in alle gevallen sterk gedaald, zowel in de niet-beschaduwde als de beschaduwde proeflocaties. Opvallend is dat bij de beschaduwde controlelocaties én bij de niet-beschaduwde locaties van Aannemer 3 bij de eindmeting van 2020 het aantal stengels weer is toegenomen ten opzichte van 2019.



Figuur 3.4

Gemiddeld aantal stengels per m² per aannemer bij de nulmeting en aan het einde van jaar 1 (2018), jaar 2 (2019), jaar 3 (2020) en jaar 4 (2021) uitgesplitst naar niet-beschaduwde (O) proeflocaties en beschaduwde (S) proeflocaties.

De afnames op de beschaduwde locaties zijn over het algemeen groter dan in de niet-beschaduwde proeflocaties. Het is onduidelijk welk deel van de stengelafname is toe te schrijven aan de behandeling en welk deel het gevolg is van een 'natuurlijke' stengelafname als gevolg van de weersomstandigheden (droog groeiseizoen) of andere natuurlijke oorzaken.

Zoals in figuur 3.4 te zien is, is in 2019, 2020 en 2021 het aantal stengels op de controlelocaties sterk afgenomen: van ongeveer 16 stengels per m² in 2018 naar 4 tot 6 stengels per m² eind 2019 - 2021. Dit betekent dat ook op plekken waar er geen behandeling heeft plaatsgevonden de stengelaantallen zijn gedaald. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door het droge groeiseizoen van 2018 waardoor in 2019 de duizendknoophaarden met minder stengels zijn uitgelopen en het daaropvolgende droge groeiseizoen van 2019. In 2020 en 2021 is gemiddeld geen daling van het aantal stengels op de controlelocaties te zien. Op de niet-beschaduwde

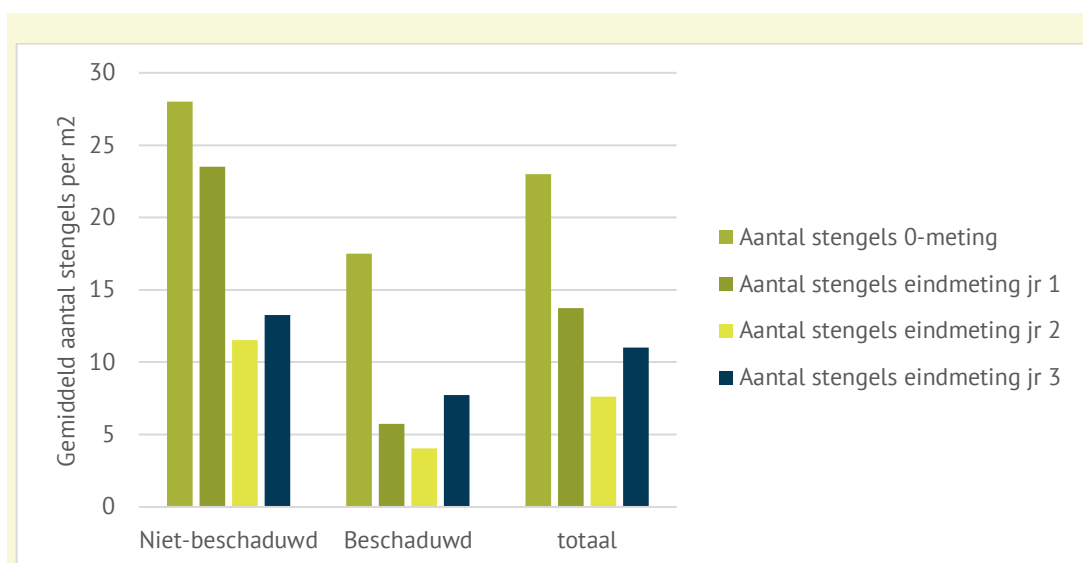
controlelocaties is wel een lichte daling te zien, maar op de beschaduwde locaties is weer een lichte toename van het aantal stengels, ondanks dat 2020 ook een warm en droog jaar was.

De controlelocaties zijn een stuk kleiner dan de proeflocaties die behandeld worden. Het zou kunnen dat daardoor de droogte een groter effect heeft op de planten in de controlelocaties en dat de planten zich in de zomer 2021 minder hersteld hebben. Een andere mogelijkheid is dat door het maaibeheer voor de start van dit onderzoek de stengelaantallen verhoogd waren en de planten op het stoppen van het maaibeheer hebben gereageerd met minder stengels te maken. Daarom is het moeilijk om aan te geven welk aandeel van de daling in stengelaantallen in de behandelde locaties door de behandeling zelf is en wat een eventuele natuurlijke afname is. De data is daarom niet gecorrigeerd.

Wanneer de resultaten in de proeflocaties van de aannemers met de meest overeenkomende 'heet-water-methode' worden samengenomen (aannemers 1, 2 en 3) (figuur 3.5 en tabel 3.6), is te zien dat het aantal stengels in 2018 per m² is afgenomen van 24 naar 14 (afname van 40%) tussen de start van de proef en het einde van jaar 1. De gemiddelde stengelafname in de niet-beschaduwde proeflocaties (afname van 16%) is lager dan in de beschaduwde proeflocaties (afname van 67%). Er is dus een duidelijk effect van schaduwdruk op de stengelaantallen.

Bij de eindmeting van 2019 is het gemiddeld aantal stengels per m² verder gedaald van 24 naar 8 (afname van 67%). De gemiddelde stengelafname in de niet-beschaduwde proeflocaties (afname van 59%) is wederom lager dan in de beschaduwde proeflocaties (afname van 77%).

Voor de eindmeting van 2020 zijn alleen de gegevens van aannemer 3 gebruikt, omdat de behandelingen door aannemers 1 en 2 gestaakt zijn. De stengelaantallen bij aannemer 3 zijn weer iets toegenomen ten opzichte van 2019, maar alsnog met gemiddeld 52% gedaald ten opzichte van de start van de proef. Op de beschaduwde locaties is deze afname iets groter (56%). De gegevens van jaar 4 zijn niet weergegeven in de grafiek en tabel, omdat er te weinig bruikbare data waren.



Figuur 3.5

Gemiddeld aantal stengels per m² voor de start van de heet waterbehandeling (bij de nulmeting) en aan het einde van jaar 1, 2 en 3. De resultaten van de Aannemers 1, 2 en 3 zijn samengenomen voor de 0-meting, jaar 1 en 2. Voor jaar 3 worden alleen de resultaten van Aannemer 3 weergegeven.

Tabel 3.6

Percentuele verandering in aantal stengels ten opzichte van de nulmeting (2018) per m² in niet-beschaduwde en beschaduwde proeflocaties behandeld door Aannemers 1, 2 en 3.

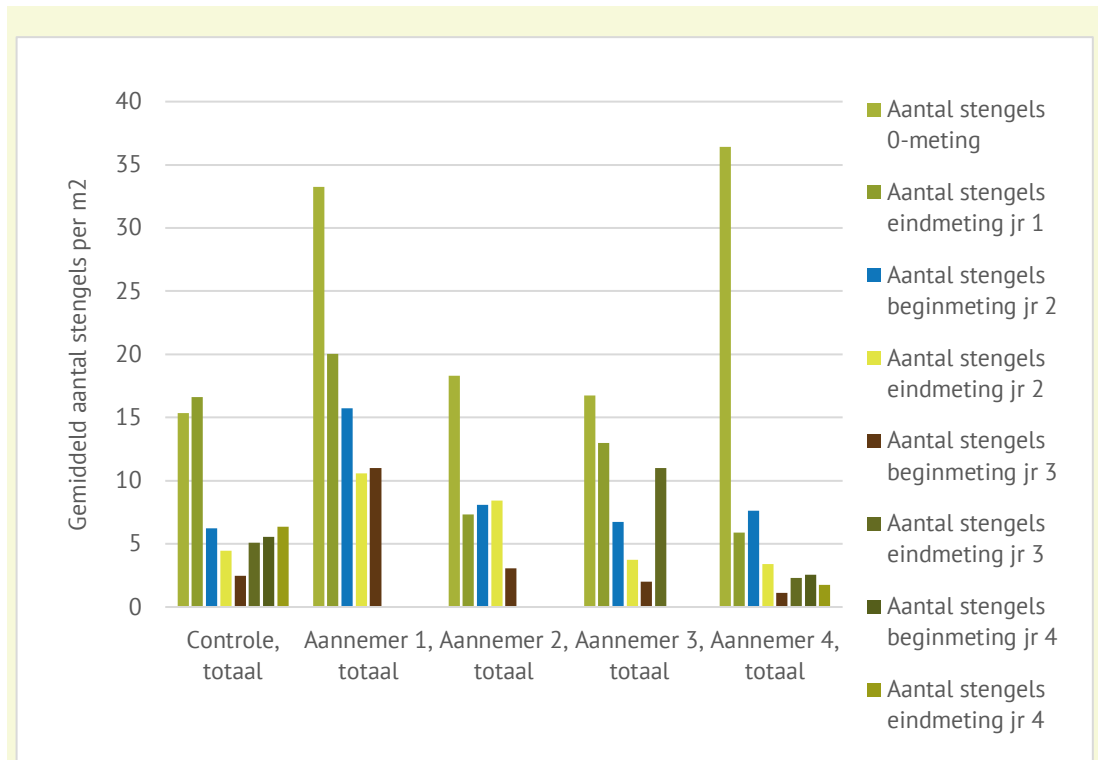
	Niet-beschaduwde	Beschaduwde	Totaal
Eindmeting jaar 1	-16%	-67%	-40%
Eindmeting jaar 2	-59%	-77%	-67%
Eindmeting jaar 3	-52%	-56%	-52%

In figuur 3.6 worden alle metingen van 2018 tot en met 2021 van het gemiddeld aantal stengels per m² naast elkaar weergegeven. De figuur laat zien wat de afname van het aantal stengels is in deze jaren door het aantal stengels aan het begin van het groeiseizoen (voor de eerste behandeling) te vergelijken met het aantal stengels bij de eindmeting.

In de controlelocaties is het gemiddeld aantal stengels in 2019 afgenomen terwijl dit in 2018 juist licht gestegen was. In 2020 en 2021 is het gemiddeld aantal stengels weer toegenomen. Zoals bij figuur 3.4 ook is aangegeven, wordt dit vermoedelijk veroorzaakt door het droge groeiseizoen van 2018 waardoor in 2019 de duizendknoopharden met minder stengels zijn uitgelopen.

Bij alle aannemers is het stengelaantal aan het einde van jaar 3 en 4 (die laatste alleen data van Aannemer 4) gedaald ten opzichte van de 0-meting. Wat opvalt is dat, behalve bij Aannemer 1, de stengelaantallen bij de meting aan het begin van jaar 3 sterk gedaald zijn ten opzichte van de jaren ervoor. Mogelijk is late voorjaarsvorst hier de oorzaak van waardoor de

duizendknopen pas laat begonnen met groeien. Bij Aannemer 2 en 3 valt op dat respectievelijk het aantal stengels bij de eindmeting in 2019 en 2020 is gestegen ten opzichte van de eindmeting van het voorgaande jaar. Bij Aannemer 3 is de stijging in 2020 mogelijk te verklaren door het niet uit kunnen voeren van de laatste bestrijdingsronde. Aannemer 4 is de enige aannemer die ook in jaar 4 behandelingen heeft uitgevoerd, waarbij vanaf het 3^e jaar (2020) de stengelaantallen laag liggen met ongeveer 2 stengels per m².



Figuur 3.6

Gemiddeld aantal stengels per m² per aannemer voor de start van de heet waterbehandeling in jaar 1 (2018), aan het eind van jaar 1 (2018), aan het begin en einde van jaar 2 (2019), aan het begin en einde van jaar 3 (2020) en aan het begin en einde van jaar 4 (2021).

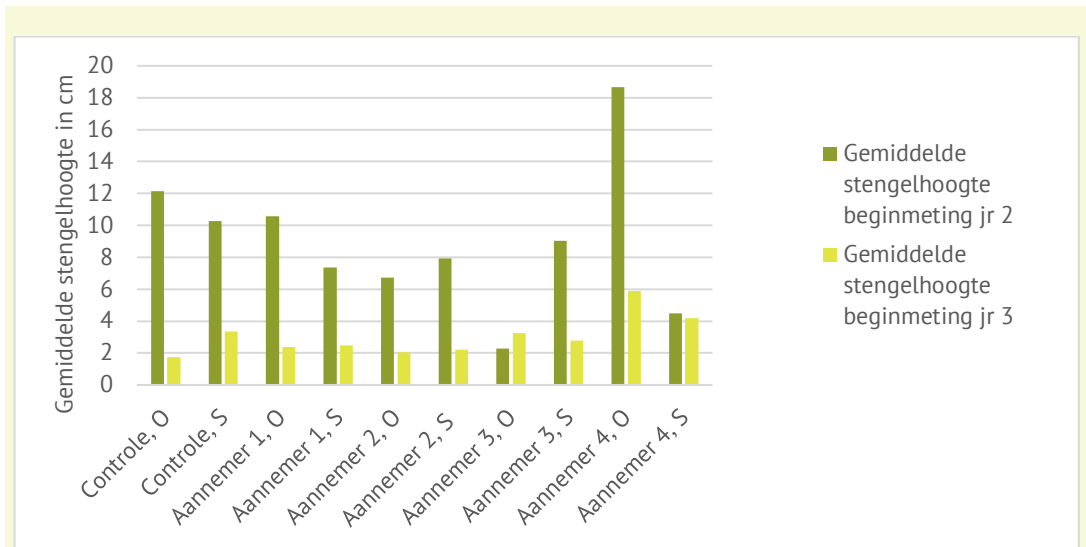


Figuur 3.1

Proeflocatie Aannemer 4. Restanten van dode stengels. De foto is genomen gedurende jaar 3 (3 mei 2020) voorafgaand aan de eerste behandeling van dat jaar (foto: Aannemer 4).

3.4 Ontwikkeling stengelhoogte

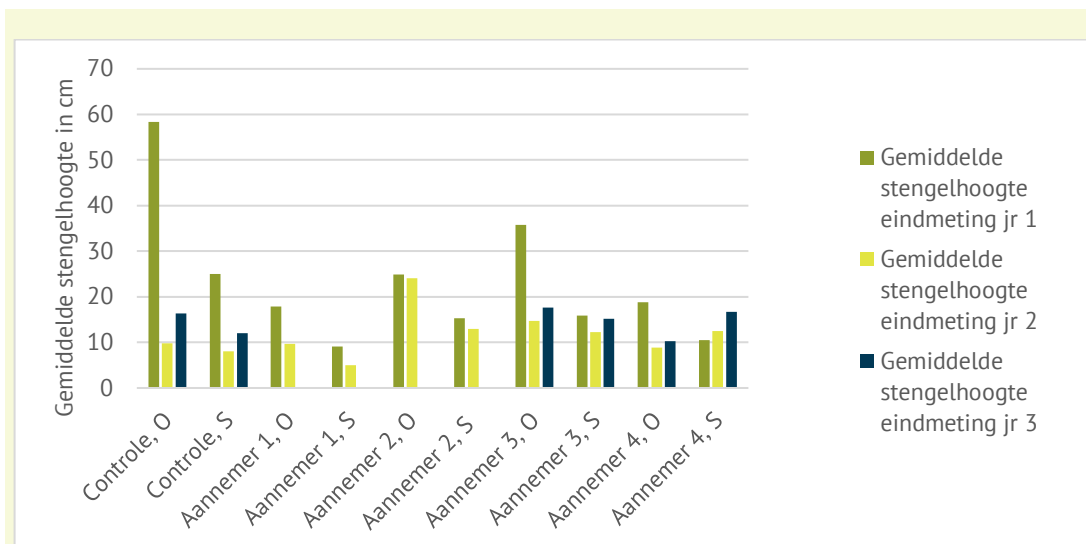
Tijdens de nulmeting in 2018 bleek een aantal locaties gemaaid te zijn, daardoor kon de hoogte van de stengels niet gemeten worden. In 2021 zijn er geen lengtegegevens opgenomen. Daarom worden in onderstaande grafieken geen gegevens van de nulmeting en van jaar 4 weergegeven. In figuur 3.7 is af te lezen dat op bijna alle proeflocaties een sterke afname is van de stengelhoogte tussen jaar 2 en 3, aan het begin van het groeiseizoen gemeten, ook in de controlelocaties.



Figuur 3.7

Gemiddelde stengelhoogte in cm per aannemer aan het begin van jaar 2 (2019) en jaar 3 (2020) uitgesplitst naar niet-beschaduwde (O) proeflocaties en beschaduwde (S) proeflocaties.

De stengelhoogtes die aan het einde van de groeiseizoenen gemeten zijn, zijn over het algemeen gedaald. Alleen in de beschaduwde proeflocaties van Aannemer 4 is een stijging te zien (figuur 3.8).

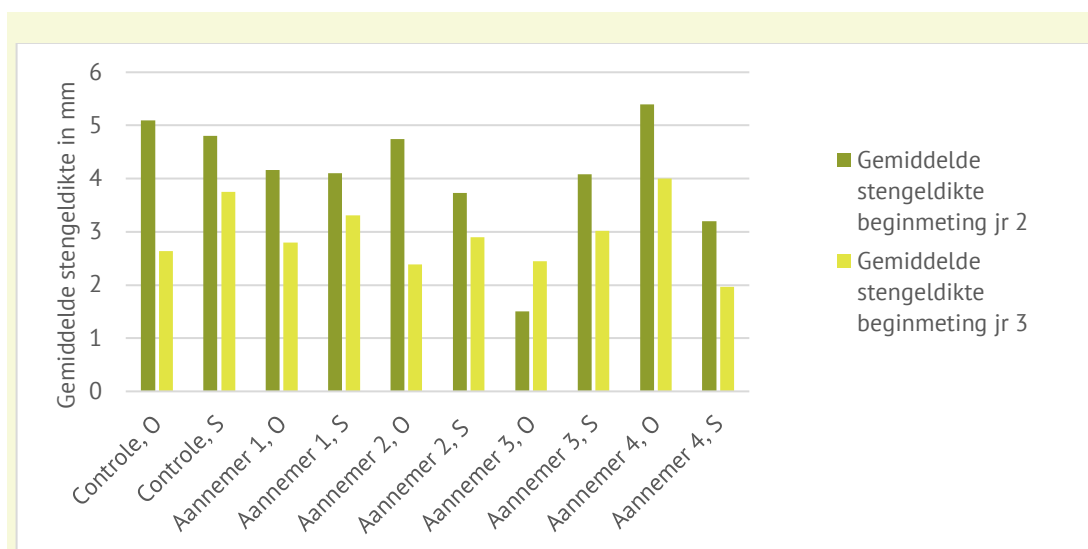


Figuur 3.8

Gemiddelde stengelhoogte in cm per aannemer aan het einde van jaar 1 (2018), jaar 2 (2019) en jaar 3 (2020) uitgesplitst naar niet-beschaduwde (O) proeflocaties en beschaduwde (S) proeflocaties.

3.5 Ontwikkeling stengeldikte

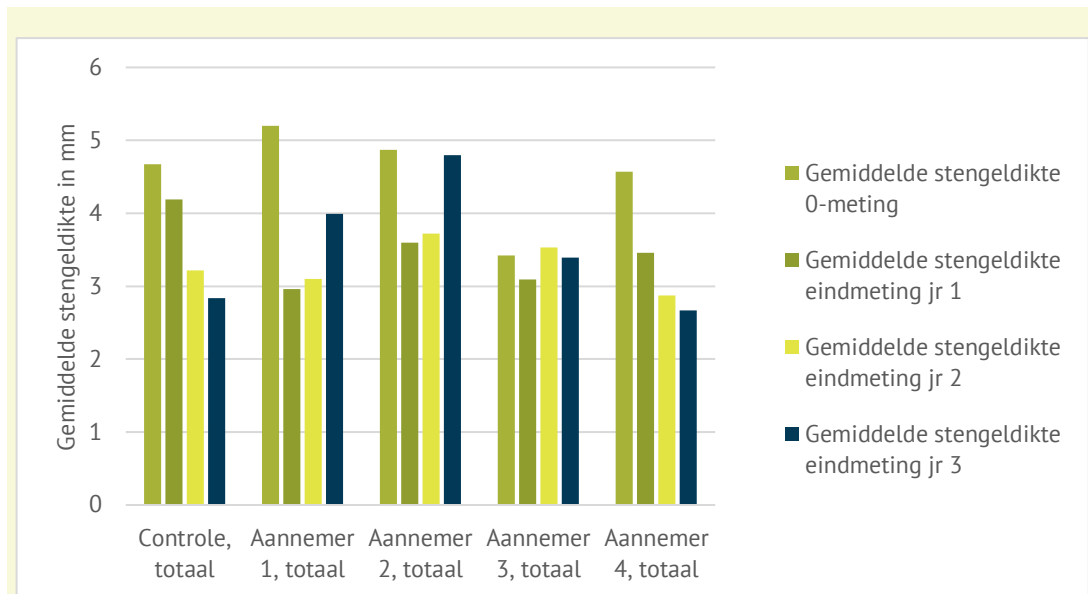
Behalve in de onbeschaduwde proeflocaties van Aannemer 3, zijn de stengeldiktes afgenomen tussen jaar 2 en jaar 3. Over het algemeen zijn in de onbeschaduwde locaties de stengeldiktes meer afgenomen dan in de beschaduwde locaties (figuur 3.9). Dit is tegen de verwachting in: de verwachting was dat in beschaduwde locaties de heet waterbehandelingen meer effect zouden hebben op de duizendknoopplanten.



Figuur 3.9

Gemiddelde stengeldikte in mm per aannemer aan het begin van jaar 2 (2019) en jaar 3 (2020) uitgesplitst naar niet-beschaduwde (O) proeflocaties en beschaduwde (S) proeflocaties.

Het totaalbeeld laat zien dat de stengeldiktes gemeten aan het einde van het groeiseizoen ook lager waren dan bij de 0-meting. Te zien is dat de stengeldiktes in jaar 3 in de proeflocaties waar de behandelingen gestopt waren (Aannemer 1 en 2) weer toenamen ten opzichte van het voorgaande jaar (figuur 3.10).



Figuur 3.10

Gemiddelde stengeldikte in mm per aannemer aan het einde van jaar 1 (2018), jaar 2 (2019) en jaar 3 (2020) uitgesplitst naar niet-beschaduwde (O) proeflocaties en beschaduwde (S) proeflocaties.

3.6 Vegetatieontwikkeling in de ondergroei

Tijdens de monitoring in 2018, 2019 en 2020 zijn de bedekking van de ondergroei (moslaag en kruidlaag) en de bedekking van de 5 meest dominante vaatplantensoorten genoteerd, om te onderzoeken wat het effect van de heet watermethode is op het voorkomen van plantensoorten anders dan de Aziatische duizendknopen. Omdat er onvoldoende data is per individuele waargenomen soort, is gekozen om de soorten in te delen in categorieën op basis van de levensvorm. Hiervoor is de indeling van Raunkjær gebruikt. De indeling is gebaseerd op de plaats van het groeipunt (knoppen, bollen, zaden, etc.) die nodig is voor het overleven van ongunstige omstandigheden (winter, droogte, etc.).

In totaal zijn 102 verschillende soorten waargenomen. In de plots zijn algemene soorten als gestreepte witbol, kweek, paardenbloem, ridderzuring, gewone kroppaar, kleine veldkers en vogelmuur frequent waargenomen. Gestreepte witbol is het meest frequent waargenomen (148 keer), waarna kleine veldkers (58), kweek (53) en paardenbloem (52) volgen. Dit zijn allen heel algemene soorten die regelmatig voorkomen in wegbermen.

In de controlegroep is er weinig verschuiving in de bedekking in de kruidlaag over de drie meetjaren waar te nemen. De af- of toename van de bedekkingsgraad van de kruidlaag in de behandelde locaties lijkt niet samen te hangen met de af- of toename van de bedekkingsgraad van duizendknoop. Daarnaast zijn er grote verschillen tussen de proeflocaties. Ook zijn er geen

duidelijke trends of patronen waar te nemen in de toe- of afname van bepaalde levensvormen. Sommige levensvormen maken het ene jaar een belangrijk deel uit van de totale bedekking van de kruidlaag en het andere jaar niet. Het is niet te zeggen welke rol de behandeling met heet water hierin heeft gespeeld.

Wel belangrijk is dat kan worden vastgesteld dat de heet water methode de kruidlaag niet dusdanig beïnvloedt dat deze verdwijnt. De behandeling met heet water zorgt er dus niet voor dat de kruidlaag volledig afsterft waardoor er na de behandeling geen vegetatie meer aanwezig is of opkomt.

Lees meer in de bijgevoegde notitie “Analyse vegetatiedata heetwaterproef Provincie Gelderland” door Ecogroen (Bijlage A).



Foto 3.2

Een proeflocatie van Aannemer 4. Duidelijk is te zien dat er veel concurrerende planten aanwezig zijn. De foto is genomen gedurende jaar 3 (3 mei 2020) voorafgaand aan de eerste behandeling van dat jaar (foto: Aannemer 4).

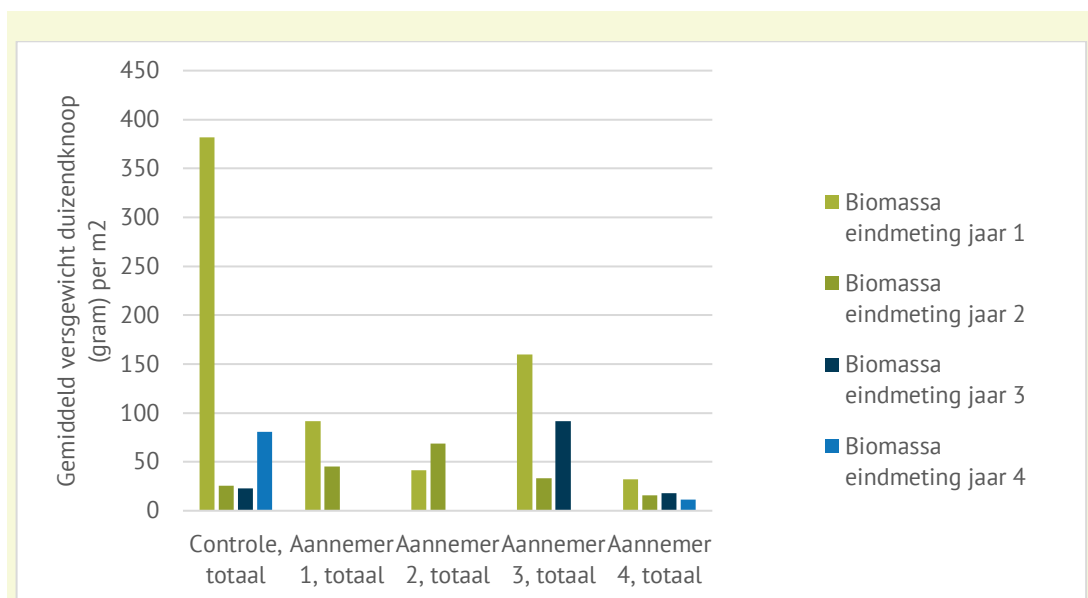
3.7 Ontwikkeling bovengrondse biomassa

Bij de monitoring aan het einde van elk groeiseizoen is het versgewicht van de bovengrondse biomassa van de duizendknoop bepaald (figuur 3.11 en tabel 3.7). Tussen aannemers zijn in het eerste jaar (2018) verschillen te zien, waarbij de biomassa in de proeflocaties die bestreden worden door Aannemer 3 hoger is dan in de proeflocaties waar Aannemers 2 en 4 de behandeling uitvoeren.

In 2019 is bij de eindmeting de biomassa op de controlelocaties sterk gedaald ten opzichte van 2018. Zoals eerder genoemd is de droogte een verklaring daarvoor. Ook bij drie van de vier aannemers is de biomassa afgenomen. Een deel van de afname zou dus verklaard kunnen worden door een natuurlijke afname. Bij Aannemer 2 is de biomassa in 2019 gestegen ten opzichte van 2018.

In 2020 is de biomassa op de controlelocaties en de proeflocaties van Aannemer 4 ongeveer gelijk gebleven. Bij Aannemer 3 is de biomassa in 2020 weer sterk toegenomen ten opzichte van 2019. Deze stijging is ook te zien in het aantal stengels (paragraaf 3.3). Een mogelijke verklaring is het niet kunnen uitvoeren van de laatste bestrijdingsronde (zie paragraaf 3.12).

In 2021 is de biomassa in de controlelocaties weer toegenomen. Een mogelijke verklaring is dat in 2021 de zomer minder warm en natter was dan in de twee voorgaande zomers en de planten hersteld zijn. In de proeflocaties van Aannemer 4 is de biomassa per m² nog iets verder gedaald ten opzichte van de voorgaande jaren.



Figuur 3.11

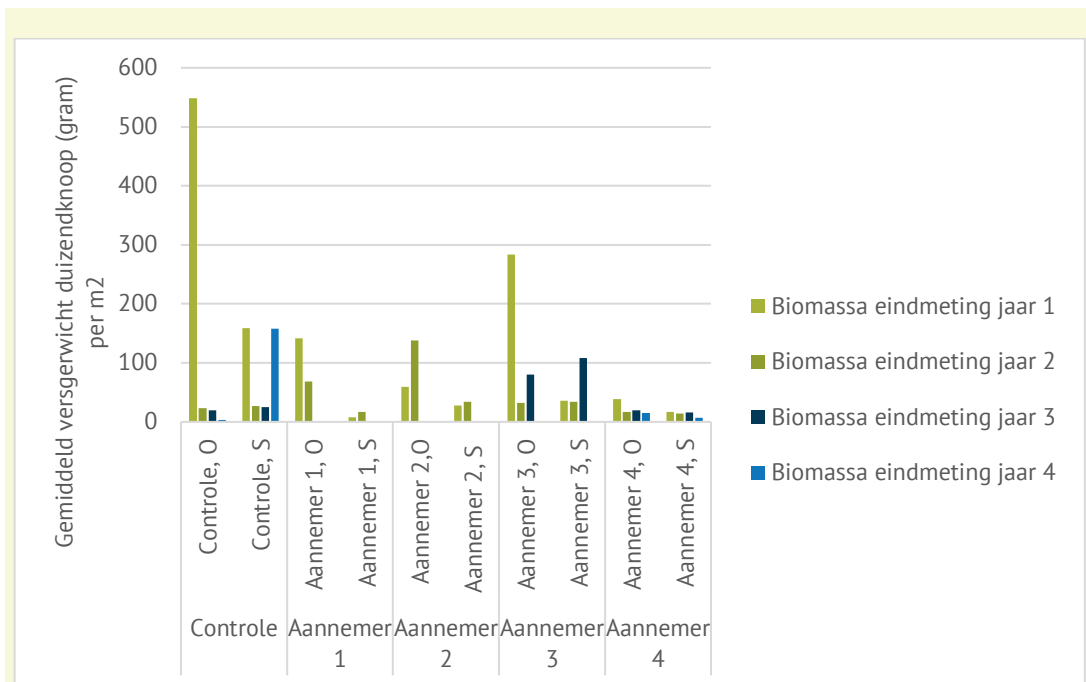
Gemiddeld versgewicht bovengrondse biomassa duizendknoop (gram) per m² per behandeling aan het eind van jaar 1 (2018), jaar 2 (2019), jaar 3 (2020) en jaar 4 (2021).

Tabel 3.7

Percentuele verandering in biomassa ten opzichte van de eindmeting in jaar 1 (2018) per aannemer per jaar

	Aannemer 1	Aannemer 2	Aannemer 3	Aannemer 4	Controle
Eindmeting jaar 2	-50%	+200%	-80%	-50%	-93%
Eindmeting jaar 3			-45%	-50%	-94%
Eindmeting jaar 4				-64%	-79%

Figuur 3.12 toont het versgewicht van de bovengrondse duizendknoopbiomassa uitgesplitst in niet-beschaduwde en beschaduwde locaties. Uit deze figuur wordt duidelijk dat in 2018 de bovengrondse biomassa van de duizendknoop in niet-beschaduwde proeflocaties hoger is dan in beschaduwde proeflocaties. In 2019 is dit beeld bij Aannemers 1 en 2 nog duidelijk zichtbaar. Bij de andere behandelingen (Controlelocaties, Aannemer 3 en Aannemer 4) is de hoeveelheid biomassa op de beschaduwde en niet-beschaduwde locaties ongeveer gelijk. In 2020 bleef de biomassa op de controlelocaties en bij Aannemer 4 ongeveer gelijk in de beschaduwde en niet-beschaduwde locaties. Bij Aannemer 3 was de biomassa in de beschaduwde proeflocaties hoger dan in de niet-beschaduwde proeflocaties. Dit verschil wordt voornamelijk door één locatie met een hoge biomassa veroorzaakt. In 2021 is de biomassa in de beschaduwde controlelocaties weer sterk toegenomen en vergelijkbaar met de biomassa aan het einde van 2018. In de beschaduwde proeflocaties behandeld door Aannemer 4 is in 2021 een sterkere afname in biomassa te zien dan in de onbeschaduwde locaties.

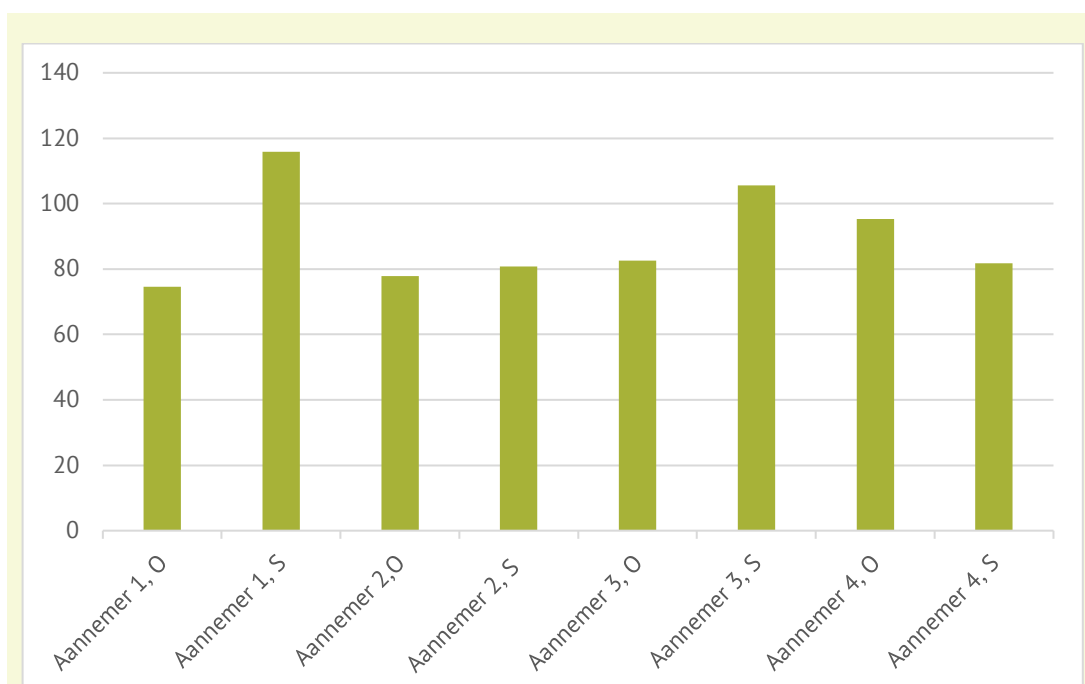


Figuur 3.12

Gemiddeld versgewicht bovengrondse biomassa duizendknoop (gram) per 4 m² per aannemer aan het eind van jaar 1 (2018), 2 (2019), 3 (2020) en jaar 4 (2021), uitgesplitst naar niet beschaduwde (O) en beschaduwde (S) locaties.

3.8 Omvang haarden

Bij de nulmeting is van alle haarden de omvang gemeten. Om te bepalen of door de heet waterbehandelingen de haarden verkleind zijn of juist vergroot, is bij de eindmeting van 2020 nogmaals de omvang van de haarden gemeten. Over het algemeen zijn de haarden in omvang afgenomen, alleen bij de beschaduwde proeflocaties van Aannemers 1 en 3 is een toename in omvang waargenomen van respectievelijk 16% en 6%. Bij de andere aannemers is de omvang van de haarden met gemiddeld 10 à 20% afgenomen (figuur 3.13). Omdat bij de start van de proef en in 2020 niet van alle controlelocaties de omvang is opgemeten, is er te weinig data om de procentuele verandering in omvang van deze controlelocaties te kunnen berekenen.



Figuur 3.13

Procentuele verandering van de omvang van de haarden per aannemer aan het einde van jaar 3 (2020) ten opzichte van de start van de praktijkproef (2018), uitgesplitst naar niet beschaduwde (O) en beschaduwde (S) locaties.

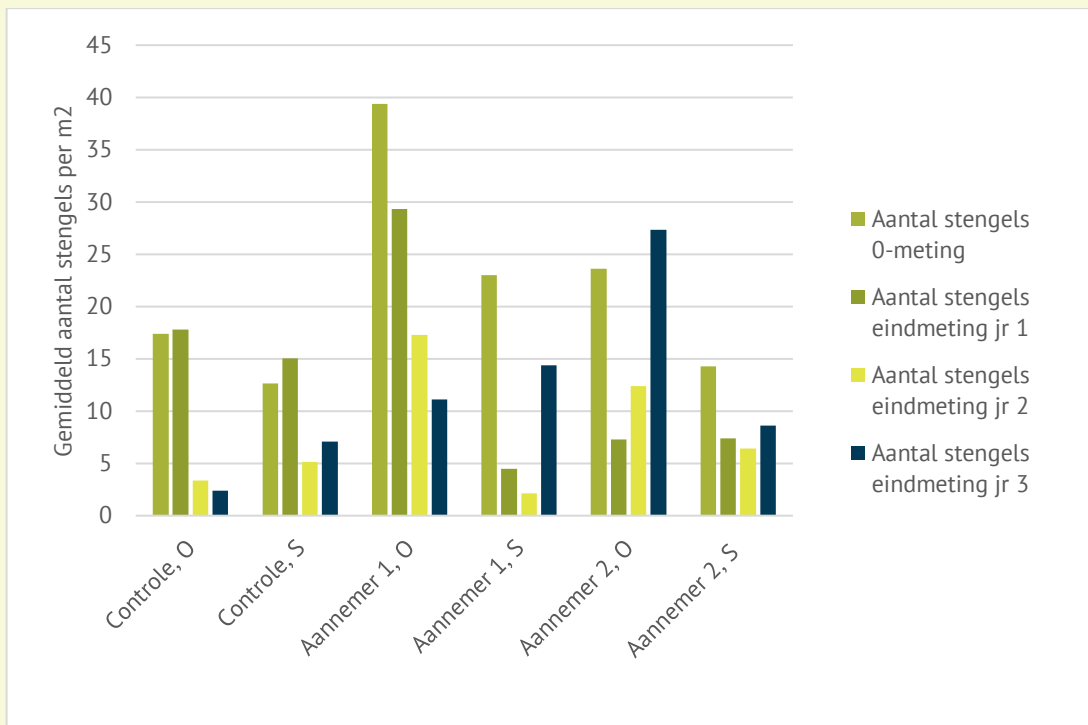
3.9 Hergroei na staken heet waterbehandelingen

Zoals eerder beschreven, is na een evaluatie na groeiseizoen 2019 besloten de heet waterbehandeling door Aannemers 1 en 2 te staken. Deze locaties zijn in 2020 niet gemaaid om te kunnen monitoren hoe sterk de duizendknoop zich zou herstellen en terug zou komen. Opvallend is dat op de niet-beschaduwde proeflocaties van Aannemer 1 het aantal stengels ook na staken van de behandelingen daalde. Op de beschaduwde locaties en alle locaties van Aannemer 2 nam (volgens verwachting) het aantal stengels in 2020 weer toe, waarbij op de niet-beschaduwde proeflocaties van Aannemer 2 het aantal stengels gemiddeld zelfs hoger was dan bij de start van de praktijkproef (figuur 3.14 en foto 3.3).



Foto 3.3

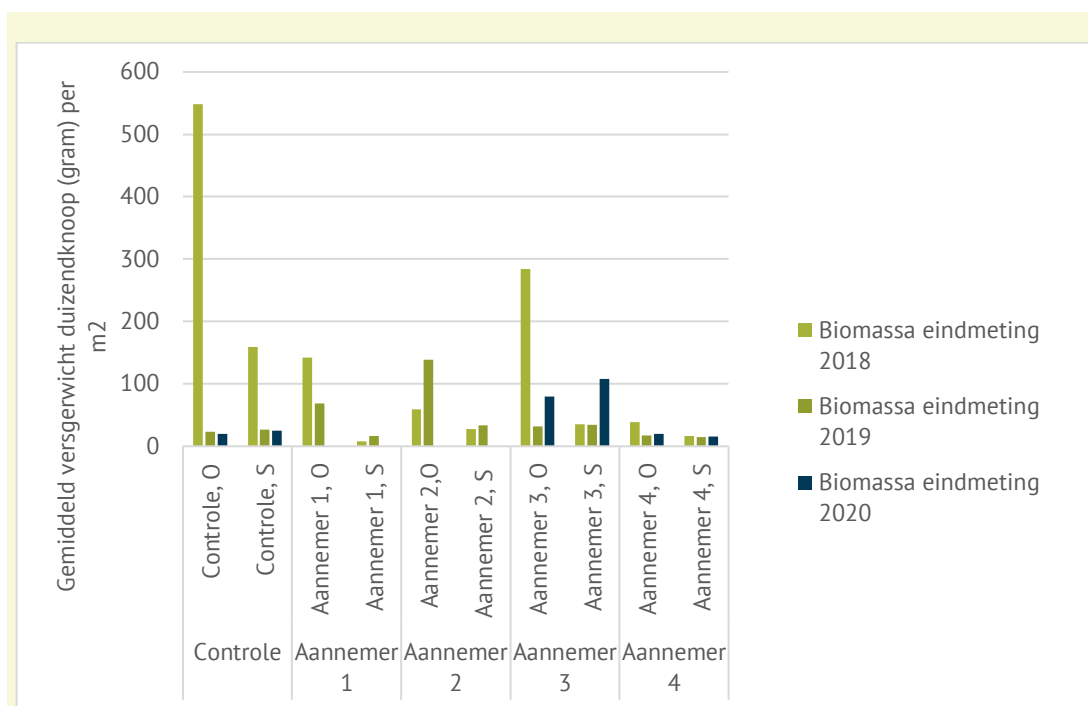
Voorbeeld van een proeflocatie tijdens de 0-meting (links) en tijdens de monitoring aan het einde van jaar 3 (rechts) behandeld door Annemer 2 (foto's door Ecogroen).



Figuur 3.14

Gemiddeld aantal stengels per m^2 per annemer bij de nulmeting en aan het einde van jaar 1 (2018), jaar 2 (2019) en jaar 3 (2020) uitgesplitst naar niet-beschaduwde (O) proeflocaties en beschaduwde (S) proeflocaties.

De resultaten van de biomassametingen laten een gelijkaardig patroon zien (figuur 3.15). Wel is de biomassa op de niet-beschaduwde proeflocaties van Aannemer 1 gestegen terwijl het stengelaantal gedaald is (tabel 3.8). De hergroei is waarschijnlijk hoger en/of dikker dan voorgaande jaren.



Figuur 3.15

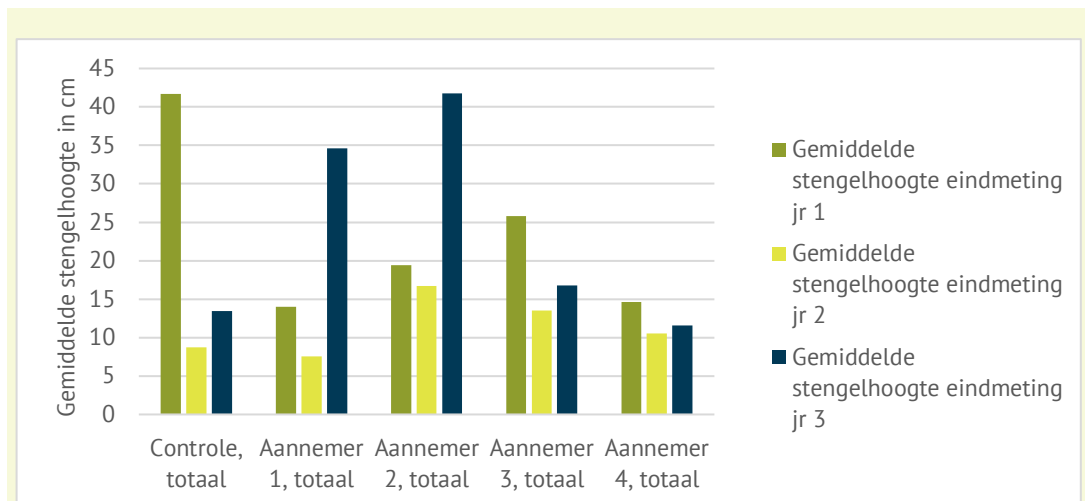
Gemiddeld versgewicht bovengrondse biomassa duizendknoop (gram) per m² per aannemer aan het eind van jaar 1 (2018), 2 (2019) en 3 (2020), uitgesplitst naar niet beschaduwde (O) en beschaduwde (S) locaties.

Tabel 3.8

Percentuele verandering in aantal stengels per m² en biomassa in 2020 ten opzichte van de eindmeting in jaar 1 (2018) en ten opzichte van de eindmeting in jaar 2 (2019) per aannemer per jaar

	Aannemer 1	Aannemer 2	Controle
Biomassa jaar 3 t.o.v. jaar 1	+20%	+760%	-95%
Biomassa jaar 3 t.o.v. jaar 2	+145%	-350%	-10%
Aantal stengels jaar 3 t.o.v. nulmeting	-60%	-10%	-95%
Aantal stengels jaar 3 t.o.v. jaar 2	+20%	+100%	+60%

De resultaten van de stengelhoogtemetingen aan het einde van het groeiseizoen sluiten aan bij de resultaten van de stengelaantallen en biomassa: deze laten zien dat de stengelhoogtes bij alle aannemers in jaar 2 gedaald ten opzichte van jaar 1, maar alleen in de proeflocaties van Aannemers 1 en 2 neemt de hoogte aan het einde van jaar 3 weer toe. Dit is volgens verwachting: Aannemer 3 besproeit namelijk de duizendknoopplanten ook bovengronds om deze niet te hoog te laten worden en de proeflocaties makkelijker toegankelijk te maken voor het injecteren van heet water in de bodem. En Aannemer 4 strekt duizendknoopstengels die weer opkomen uit om de nog levende wortels uit te putten.



Figuur 3.16

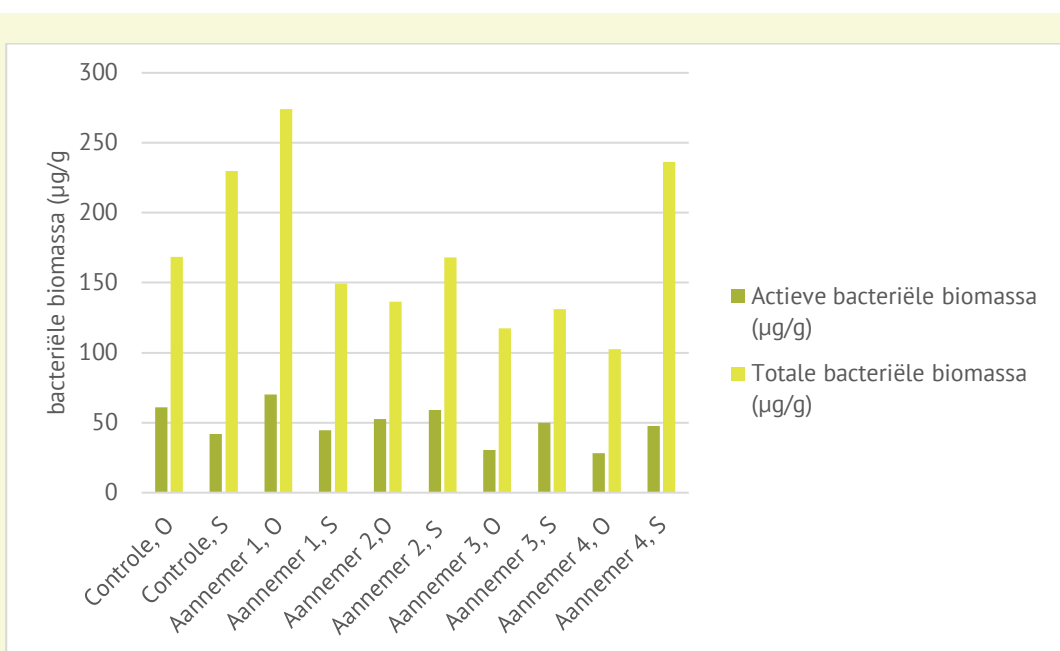
Gemiddelde stengelhoogte in cm per aannemer aan het einde van jaar 1 (2018), jaar 2 (2019) en jaar 3 (2020).

3.10 Bodemvoedselwebanalyse

In oktober 2019 zijn op 22 proeflocaties bodemmonsters genomen om een bodemvoedselwebanalyse uit te voeren. Figuur 3.17 en 3.18 tonen de (actieve) bacteriële biomassa en schimmelbiomassa die is aangetroffen op de bemonsterde proeflocaties. Bij de totale bacteriële biomassa is een grote spreiding in resultaten te zien variërend tussen de 100 tot 275 μg biomassa per gram grond. Opvallend is dat zowel onbehandelde locaties (controle locaties) als enkele met heet water behandelde locaties hoge waarden vertonen. De actieve bacteriële biomassa ligt tussen de 30 en 70 $\mu\text{g}/\text{g}$. Hier zijn geen echter verschillen waarneembaar tussen de onbehandelde locaties en de met heet water behandelde locaties.

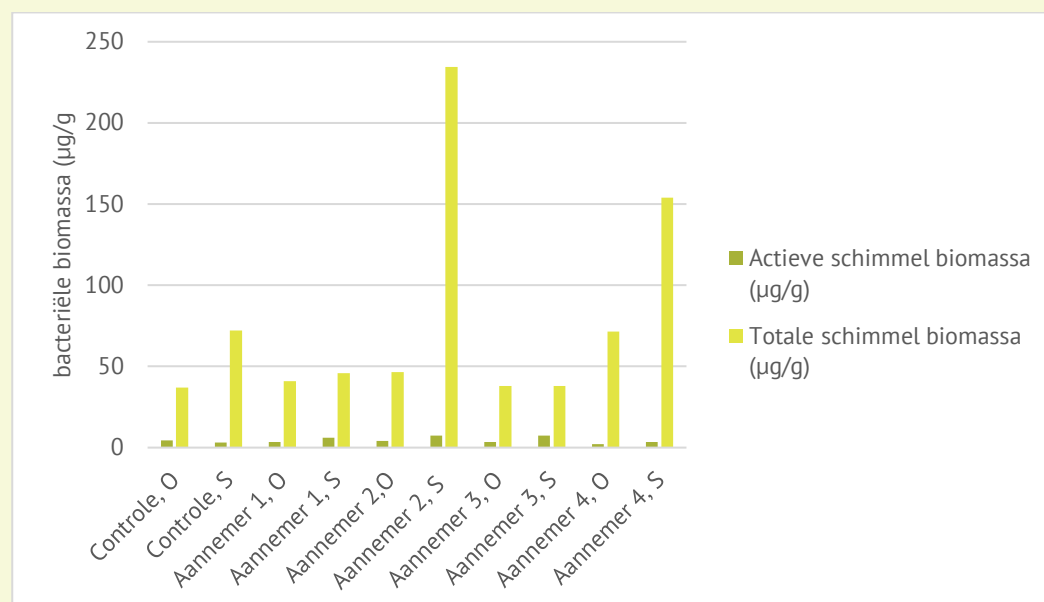
De totale schimmelbiomassa varieert tussen de 35 en 75 $\mu\text{g}/\text{g}$ met twee uitschieters van 154 $\mu\text{g}/\text{g}$ en 237 $\mu\text{g}/\text{g}$. Deze laatste twee waarden zijn afkomstig van beschaduwde locaties van Aannemer 4 en Aannemer 2. Mogelijk heeft dit te maken met de aanwezigheid van bomen die bijdragen aan een hogere schimmelbiomassa in de bodem. De actieve schimmelbiomassa is volgens het analyserapport op alle locaties zeer laag. Ook tussen beschaduwde en niet-beschaduwde locaties zijn geen eenduidige verschillen te zien.

Op basis van deze data kan er geen duidelijk verschil worden aangetoond tussen de bacterie- en schimmelbiomassa tussen de behandelde en onbehandelde locaties.



Figuur 3.17

Gemiddeld actieve en totale bacteriële biomassa (in µg per gram grond) in de bodemmonsters aan het eind van jaar 2 (2019). De resultaten zijn uitgesplitst naar behandeling (aannemer) en beschaduwde en niet-beschaduwde locaties.

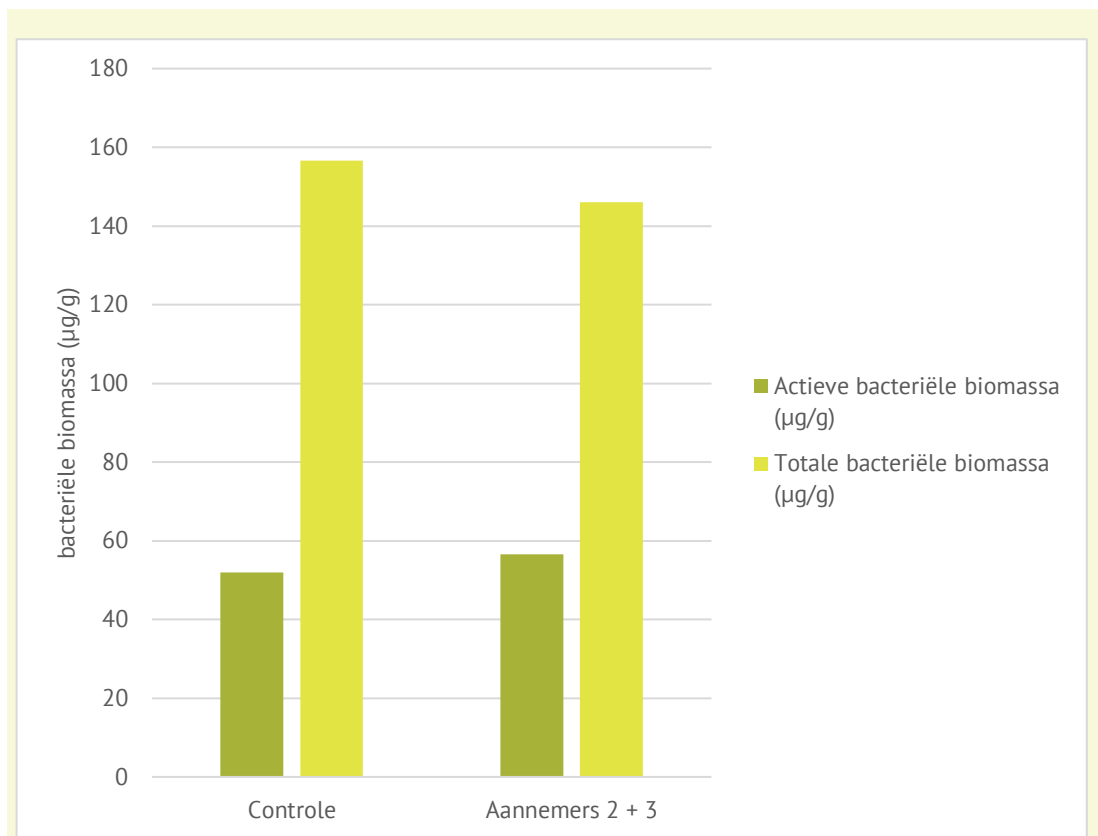


Figuur 3.18

Gemiddelde actieve en totale schimmelbiomassa (in µg per gram grond) in de bodemmonsters aan het eind van jaar 2 (2019). De resultaten zijn uitgesplitst naar behandeling (aannemer) en beschaduwde en niet-beschaduwde locaties.

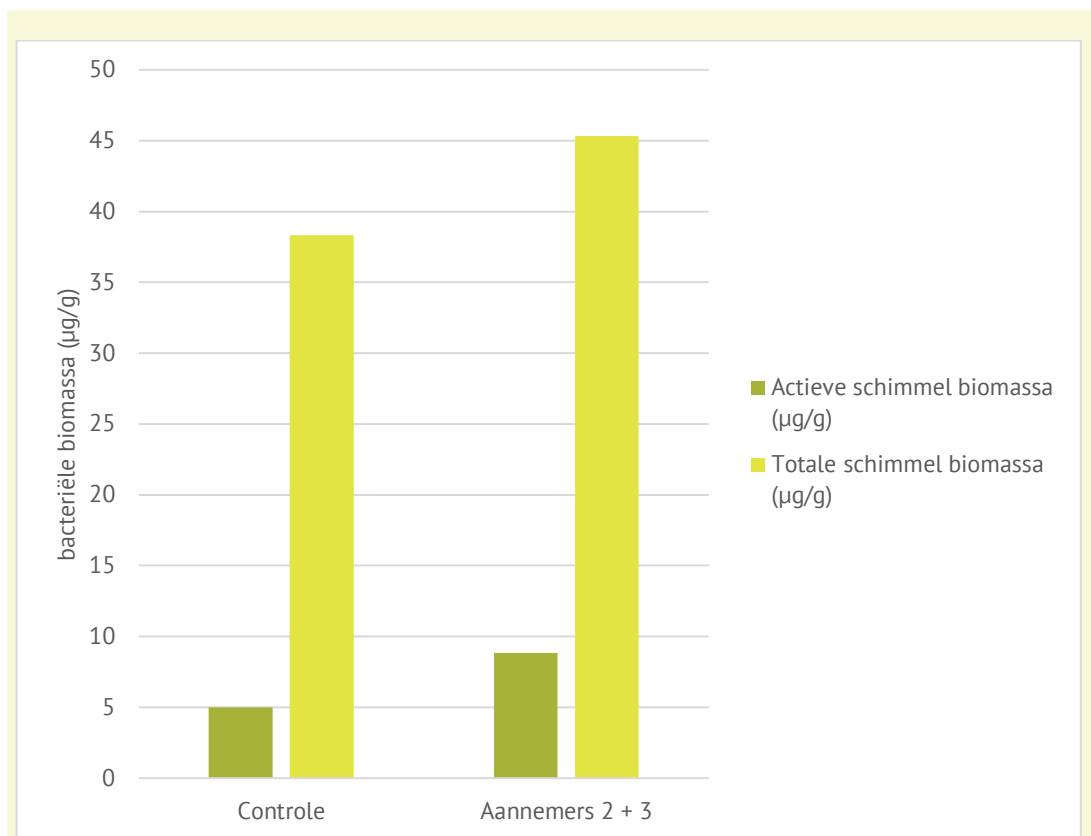
Uit de analyses van de bodemmonsters van alle locaties samen kan geen effect worden aangetoond van de heet waterbehandeling op de bacteriële en schimmelbiomassa. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door grote verschillen in uitgangssituaties tussen de verschillende proeflocaties. Daarom is er gekeken of er onder meer vergelijkbare groeilocaties wel een duidelijk beeld naar voren komt. De enige plek waar dit mogelijk was, is de provinciale weg N319 tussen Groenlo en Winterswijk. Hier liggen 7 proeflocaties waar bodemmonsters zijn genomen: 3 controlelocaties (1 beschaduwd, 2 niet beschaduwd), 3 locaties van Aannemer 2 (1 beschaduwd, 2 niet beschaduwd) en 1 locatie van Aannemer 3 (beschaduwd). De bacteriële biomassa en de schimmelbiomassa in de bodemmonsters van de controle locaties zijn hierbij vergeleken met de behandelde locaties (figuur 3.19 en 3.20).

De figuren tonen weinig verschil in de bacteriële en schimmelbiomassa tussen de niet-behandelde en met heet water behandelde locaties.



Figuur 3.19

Gemiddelde actieve en totale bacteriële biomassa (in µg per gram grond) in de bodemmonsters aan het eind van jaar 2 (2019) gemeten in 7 proeflocaties langs de N319 tussen Groenlo en Winterswijk. De grafiek vergelijkt de resultaten van de niet-behandelde locaties (controle) met de behandelde locaties (Aannemers 2 en 3). De behandelingen van Aannemers 2 en 3 zijn samengenomen omdat deze een vergelijkbare heet waterbehandelingsmethode toepassen.



Figuur 3.20

Gemiddeld actieve en totale schimmelbiomassa in de bodemonsters aan het eind van jaar 2 (2019) gemeten in 7 proeflocaties langs de N319 tussen Groenlo en Winterswijk. De grafiek vergelijkt de resultaten van de niet-behandelde locaties (controle) met de behandelde locaties (Aannemers 2 en 3). De behandelingen van Aannemers 2 en 3 zijn samengenomen omdat deze een vergelijkbare heet waterbehandelingsmethode toepassen.

De resultaten voor de diameters van de schimmeldraden en de bacterie/schimmelverhoudingen worden hier niet besproken. Deze gegevens leveren geen aanvullende inzichten op.

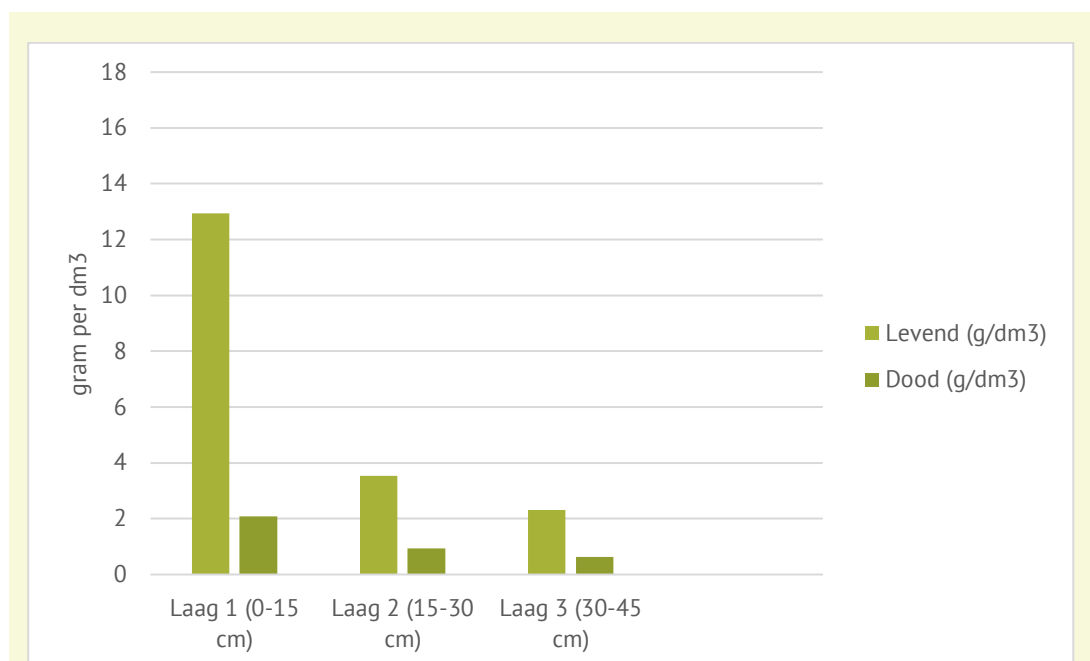
3.11 Visuele beoordeling wortels 2020

In 2020 is door middel van proefsleuven de hoeveelheid levende en dode wortels van duizendknoop bepaald in een aantal locaties. Figuren 3.21 en 3.22 tonen het versgewicht van levende en dode wortels per laag van ongeveer 15 cm diep in locaties die zijn behandeld door respectievelijk aannemer 3 en aannemer 4. Ter vergelijking toont figuur 3.23 de gewichten gemeten in controlelocaties. In figuur 3.24 worden de versgewichten per laag per aannemer en de controleplots weergegeven. Bij de gegevens moet worden opgemerkt dat het versgewicht van een dode wortel minder zal zijn dan van een levende wortel, omdat deze onder andere minder water bevat. Hiervoor is in deze verkenning niet gecorrigeerd.

Na drie seizoenen behandeling met heet water (Aannemer 3) of eenmalige heet waterbehandeling gevolgd door uittrekken (Aannemer 4), is op alle proeflocaties de biomassa

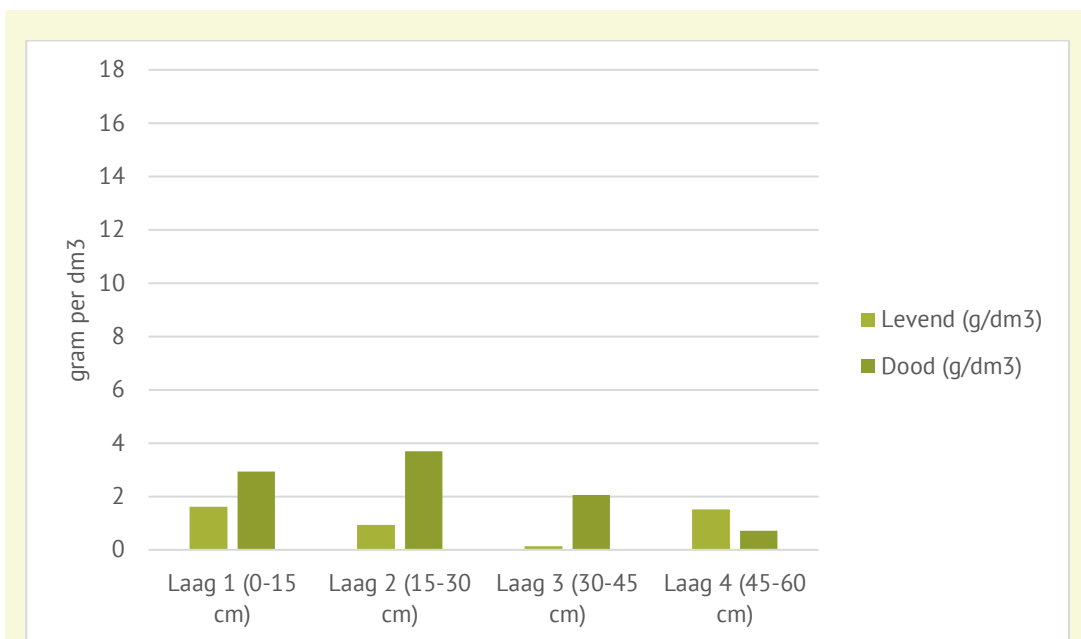
van levende wortels gedaald. Bij Aannemer 3 valt te zien dat met name in de bovenste twee grondlagen de biomassa van de levende wortels lager is dan in de controlelocaties, maar in de laag daaronder er nauwelijks verschil is met de controlelocaties. Ook de biomassa van de dode wortels verschilt nauwelijks met de controlelocaties.

De biomassa van de levende wortels in de proeflocaties van Aannemer 4 is sterk lager in vergelijking met de controlelocaties. Wat opvalt is dat, in tegenstelling tot bij Aannemer 3 en de controlelocaties, bij Aannemer 4 in de bovenste drie lagen de biomassa van de dode wortels hoger is dan van de levende wortels. Alleen in de diepste laag is het gewicht van de levende wortels hoger dan van de dode wortels. Waarschijnlijk is de grond met wortels op deze diepte niet heet genoeg geworden. De totale biomassa van de bovenste laag is bij Aannemer 4 beduidend lager dan bij Aannemer 3 en de controlelocaties. In de lagen daaronder verschilt de totale biomassa nauwelijks, maar verschilt de verhouding tussen de levende en dode biomassa wel sterk. Hiervoor kan geen verklaring worden gegeven.



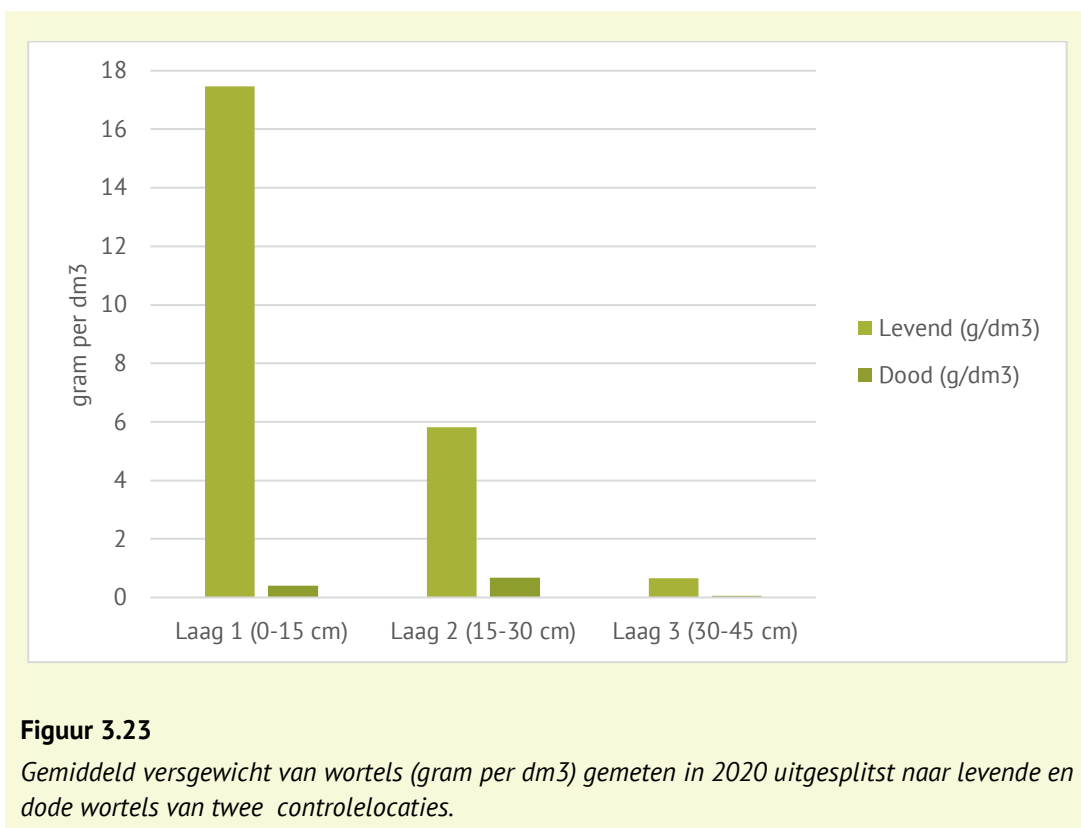
Figuur 3.21

Gemiddeld versgewicht van wortels (gram per dm³) gemeten in 2020 uitgesplitst naar levende en dode wortels van drie locaties die behandeld worden door Aannemer 3.



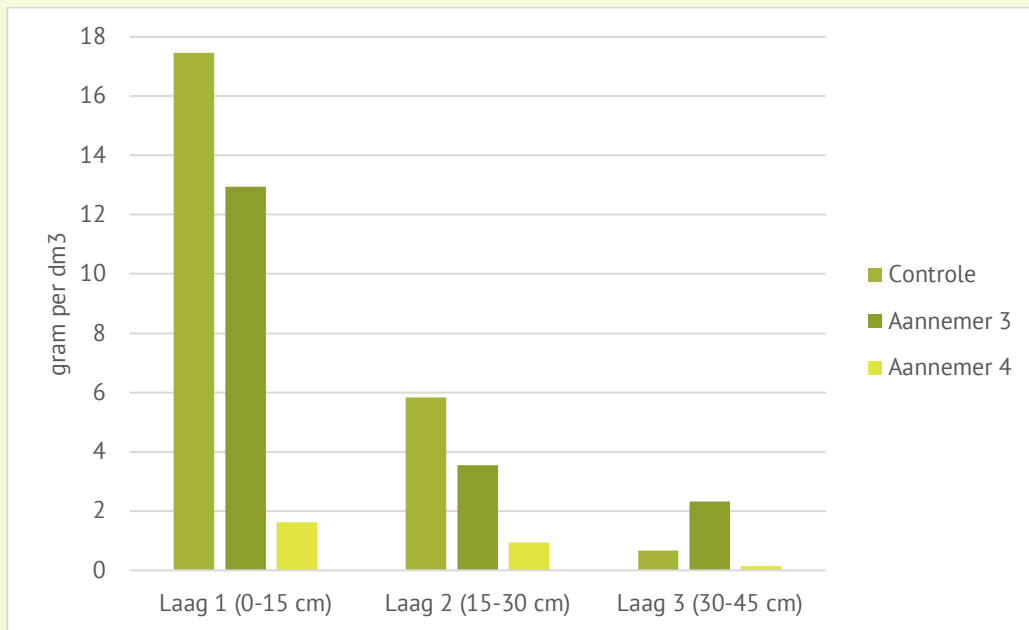
Figuur 3.22

Gemiddeld versgewicht van wortels (gram per dm³) gemeten in 2020 uitgesplitst naar levende en dode wortels van drie locaties die behandeld worden door Annemer 4.



Figuur 3.23

Gemiddeld versgewicht van wortels (gram per dm³) gemeten in 2020 uitgesplitst naar levende en dode wortels van twee controlelocaties.



Figuur 3.24

Gemiddeld versgewicht van levende wortels (gram per dm³) gemeten in 2020 uitgesplitst naar controlelocaties en de twee aannemers.



Foto 3.4

Voorbeeld van dode wortels.



Foto 3.5

Voorbeelden van nog levende wortels.

3.12 Behandelingsrondes, gebruikte hoeveelheid heet water en manuren

In deze paragraaf wordt een beknopt overzicht gegeven van de werkwijzen van de vier aannemers, het aantal behandelingsrondes en manuren per aannemer. Ook wordt een overzicht gegeven hoeveel water er is verbruikt. In tabellen 3.9, 3.10 en 3.11 wordt een samenvatting gegeven van de gegevens uit respectievelijk 2018 en 2019. Tabellen 3.12 en 3.13 geven een overzicht van de gegevens van Aannemer 3 uit 2020. Tabel 3.14 geeft een overzicht van de gegevens van Aannemer 4 uit 2021. In tabel 3.15 wordt een overzicht van de kosten gegeven.

3.12.1 Aannemer 1

Aannemer 1 gebruikt een combinatie van bovengrondse bladbehandeling en het injecteren van heet water in de bodem middels een lans. Om het aantal behandelingen en de hoeveelheid toe te dienen water te bepalen, wordt gebruik gemaakt van de ISRP-methode (invasieve soorten reductie programma). Op basis van de bedekking en groeistadium bepaalt het programma wat wanneer nodig is.

2018

Aannemer 1 heeft 3 bestrijdingsrondes uitgevoerd. Voorafgaand aan het injecteren werd de duizendknoop afgeknipt en afgevoerd. Gemiddeld is er totaal 62 liter per m² toegediend op een gemiddelde locatiegrootte van 163 m². Totaal is 816 m² behandeld. Per locatie is gemiddeld gedurende 17,5 uur geïnjecteerd. Tijdens de eerste bestrijdingsronde begin augustus kon op een aantal locaties de injectienaald niet goed de grond ingebracht worden door de droogte.

2019

Aannemer 1 heeft voorafgaand aan het injecteren de duizendknoop bij 2 of 3 van de 5 behandelingen gemaaid en afgevoerd. Dit gaat om de tweede, derde of vierde behandeling afhankelijk van de locatie. De totale behandelde oppervlakte is iets toegenomen omdat er een proeflocatie is bijgekomen. Er is in 2019 gemiddeld 18 liter heet water per m² meer geïnjecteerd ten opzichte van 2018. Het gemiddeld aantal manuren per m² is 0,11; dit is lager dan Aannemer 2 en Aannemer 4, maar hoger dan Aannemer 3. Het aantal manuren per m² is gelijk gebleven ten opzichte van 2018.

2020 en 2021

Aannemer 1 heeft in 2020 en 2021 geen behandelingen uitgevoerd i.v.m. tegenvallende resultaten en hoge kosten.

3.12.2 Aannemer 2

Ook Aannemer 2 gebruikt een combinatie van bovengrondse bladbehandeling en het injecteren van heet water in de bodem middels een lans. Per jaar worden de haarden 5 tot 7 keer behandeld met heet water, afhankelijk van de plaats van de haard en de grondsoort. Dat is iets meer dan Aannemers 1 en 3.

2018

Aannemer 2 heeft in 2018 4 bestrijdingsrondes uitgevoerd waarbij elke keer blad- en wortelbehandeling werd gecombineerd. Gemiddeld werd totaal 90 liter per m² toegediend waarvan 20% middels bladbehandeling en 80% middels wortelbehandeling. De gemiddelde

locatiegrootte was 383 m². Totaal is 1913 m² behandeld. Elke locatie is totaal gemiddeld 55 uur behandeld (zowel bladbladbehandeling als injecteren).

2019

In 2019 zijn 7 behandelingsronden uitgevoerd. De totale behandelde oppervlakte is gelijk gebleven. Er is in 2019 gemiddeld 48 liter water per m² meer gebruikt dan in 2018. Het aantal manuren is 0,28 per m², dit is een verdubbeling ten opzichte van 2018. Het gemiddelde aantal manuren per m² is een stuk hoger dan de vergelijkbare bestrijdingsmethoden van Aannemers 1 en 3. Dit kan deels verklaard worden door de 2 extra behandelingsronden die gedaan zijn en omdat er meer water wordt geïnjecteerd in vergelijking tot deze andere twee aannemers.

2020 en 2021

Aannemer 2 heeft in 2020 en 2021 geen behandelingen uitgevoerd i.v.m. tegenvallende resultaten en hoge kosten.

3.12.3 Aannemer 3

Ook Aannemer 3 gebruikt een combinatie van bovengrondse bladbehandeling en het injecteren van heet water in de bodem middels een lans, waarbij de lans afwijkt van die van Aannemers 1 en 2. Door scherpe delen kan de lans wanneer deze langs wortels in de bodem wordt gedrukt, de wortels extra beschadigen. Ook Aannemer 3 maakt gebruik van de ISRP-methode.

2018

Aannemer 3 heeft in 2018 2 bestrijdingsrondes uitgevoerd, waarvan de eerste ronde bestond uit bladbehandeling en de tweede ronde uit prikbehandeling. De prikbehandeling bestond uit gemiddeld 32 injecties per m². Gemiddeld is 11 liter per m² toegediend op een gemiddelde locatiegrootte van 233 m². Totaal is 1630 m² behandeld. Dit kostte totaal 38,25 uur (gemiddeld 5,5 uur per locatie).

2019

In 2019 zijn 5 behandelingsrondes uitgevoerd. Er werden twee behandelingsmethoden om en om toegepast, de bladbehandeling en de prikbehandeling. Er zijn drie bladbehandelingen gedaan en twee prikbehandelingen. Het totale behandelde oppervlakte is gelijk gebleven. Het gemiddeld aantal liters per m² is met 9,5 het laagst. Het aantal manuren is 0,04 uur per m², dit is bijna een verdubbeling ten opzichte van 2018. Dit is te verklaren door de 3 extra behandelingsrondes die in 2019 zijn uitgevoerd. Het aantal manuren per m² is het laagst van alle aannemers. Het type behandeling (blad- en prikbehandeling) en het lagere aantal heet waterinjecties per m² kan de lage tijds- en waterbesteding deels verklaren.

2020

In 2020 zijn 4 behandelingsrondes uitgevoerd. Op 2 proeflocaties had de aannemer een 5^e behandelingsronde gepland, maar deze kon in verband met een wegafsluiting niet worden uitgevoerd. De proeflocaties zijn dit jaar niet gemaaid als voorbereiding op de heet waterbehandelingen. Op 4 proeflocaties is voorafgaand aan de prikbehandeling een bladbehandeling uitgevoerd. Het gemiddeld aantal liters per m² is 15,4. Dit is hoger dan het aantal in 2019. Dit komt voornamelijk doordat 4 locaties met behulp van een grote tankwagen

zijn behandeld. Hier is het gemiddelde aantal liters per m² 24, een stuk hoger dan de 2 en 11 liters per m² op de overige 4 proeflocaties waar kleiner materieel is gebruikt. Het aantal manuren is met 0,04 uur per m² gelijk gebleven ten opzichte van 2019.

2021

Aannemer 3 heeft in 2021 geen behandelingen uitgevoerd i.v.m. tegenvallende resultaten en hoge kosten.

3.12.4 Aannemer 4

Aannemer 4 heeft deels een andere behandelingsmethode en is daarom lastiger te vergelijken met de andere aannemers (zie tabel 3.4). Bij de start wordt een grote hoeveelheid water toegediend om de bodem als geheel te verhitten. Vervolgens worden de locaties ingezaaid met een inheems mengsel om voor concurrentiekracht te zorgen. En er wordt een aantal keer per groeiseizoen hergroei van duizendknoop handmatig uitgetrokken.

2018

In 2018 is gemiddeld 260 liter water per m² toegediend tijdens de eerste bestrijdingsronde op een gemiddeld locatiegrootte van 30 m². Per m² werd gemiddeld 200 maal geïnjecteerd. Dit kostte gemiddeld 20 manuur per bestrijdingslocatie. De tweede bestrijdingsronde bestond uit het uitrekken van eventuele hergroei en het inzaaien van de groeilocaties met een kruidenmengsel. Er zijn gemiddeld 14 stengels per m² uitgetrokken met een gemiddeld gewicht van 0,3 gram per m². Totaal is 211 m² behandeld.

2019

In 2019 zijn er alleen stengels uitgetrokken op de 7 oude proeflocaties waar vorig jaar al een heet water bestrijdingsronde is gedaan. Op de 2 nieuwe proeflocaties is wel als eerste eenmalig een bestrijdingsronde met heet water uitgevoerd waarbij een grote hoeveelheid water is geïnjecteerd. Vervolgens zijn er op de nieuwe locaties ook tweemaal stengels uitgetrokken. Na de eerste heet waterbehandeling is de proeflocatie ingezaaid met een kruidenmengsel.

Er zijn gemiddeld 6 bestrijdingsronden gedaan op de oude locaties en 3 op de nieuwe locaties. Het gemiddeld aantal manuren per m² op de oude locaties is 0,18 voor alleen het uitrekken van de stengels. Op de nieuwe locaties is het aantal manuren 0,60 per m² dit is voor de heet waterbehandeling en stengels uitrekken bij elkaar. Er is op de 2 nieuwe locaties gemiddeld 242 liter water per m² gebruikt tijdens de eerste heet water bestrijdingsronde. Er zijn gemiddeld 65 stengels per m² uitgetrokken op de oude locaties en 16 stengels per m² op de nieuwe locaties.

2020

In 2020 zijn op alle 9 proeflocaties stengels uitgetrokken in 5 rondes. Tijdens één van deze rondes zijn de stengels op 3 locaties uitgestoken in plaats van uitgetrokken en één van de proeflocaties was voorafgaand aan uittrekken gemaaid. Het gemiddelde aantal manuren per m² was 0,10, dit is bijna een halvering ten opzichte van 2019. In deze tijd werden gemiddeld per m² 34 stengels uitgetrokken gedurende het behandeljaar (ook bijna een halvering ten opzichte van 2019) met een totaalgewicht van 400 gram per m².

Wel zijn er grote verschillen tussen proeflocaties. Op twee proeflocaties (naast elkaar gelegen) was de hergroei groter dan op de andere proeflocaties en dus meer inzet nodig. Op deze twee proeflocaties waren gemiddeld 0,27 manuren per m² nodig om 65 stengels per m² uit te trekken. Mogelijke verklaring is dat deze twee proeflocaties op een steil talud gelegen zijn, waardoor bij de eerste behandeling met heet water dit hete water te snel en oppervlakkig afgestroomd is naar de sloot, waardoor de grond en de wortels niet heet genoeg zijn geworden.

2021

In 2021 zijn op alle proeflocaties 4 rondes van nazorg geweest. In tegenstelling tot voorgaande jaren is dit op verschillende locaties gedaan door resterende planten uit te steken in plaats van uit te trekken. Hierdoor is het aantal manuren met 0,10 per m² in 2021 gelijk gebleven aan 2020. Dit is wat hoger dan verwacht op basis van de tot dan toe neerwaartse trend en kan verklaard worden doordat uitsteken per stengel meer tijd kost dan uittrekken van een stengel. Het gemiddelde gewicht per stengel is met 15 gram iets hoger dan in 2020, dat komt omdat in 2021 een deel van de wortel is uitgestoken. Wel is het gemiddeld aantal stengels per m² gedaald tot 16 en daarmee ook het gemiddelde gewicht per m² tot 268 gram. Het doel van dit uitsteken ten opzichte van alleen uittrekken is het uitputtingsproces te versnellen.

3.12.5 Overzichten

In de tabellen 3.9 t/m 3.13 worden per aannemer per jaar kengetallen over het aantal bestrijdingsrondes, aantal liter dat per m² is geïnjecteerd en aantal stengels dat is uitgetrokken weergegeven. In tabel 3.14 worden de kosten per aannemer per jaar weergegeven.

Tabel 3.9
*Kengetallen aannemers heet waterbehandeling 2018**

Aannemer	Aantal behandelingsrondes	Totale behandelde oppervlakte (m ²)	Gemiddeld aantal liter per m ²	Gemiddeld aantal manuren per m ²	Aantal heet water injecties per m ²
Aannemer 1	3	816	62	0,11	Niet opgegeven
Aannemer 2	4	1913	90	0,14	Niet opgegeven
Aannemer 3	2	1630	11	0,023	32
Aannemer 4	2	211	260	0,69	200

**In 2018 is de proef vanaf 1 augustus gestart en is er dus geen volledig groeiseizoen behandeld*

Tabel 3.10*Kengetallen aannemers met alleen heet waterbehandeling 2019*

Aannemer	Aantal behandelingsrondes	Totale behandelde oppervlakte (m ²)	Gemiddeld aantal liter per m ²	Gemiddeld aantal manuren per m ²	Aantal heet water injecties per m ²
Aannemer 1	5	884	80	0,11	100
Aannemer 2	7	1913	138	0,28	3,5
Aannemer 3	5	1630	9,5	0,04	4

Tabel 3.11*Kengetallen Aannemer 4 met heet waterbehandeling en stengels uittrekken 2019*

Type behandeling	Aantal behandelingsrondes	Totale behandelde oppervlakte (m ²)	Gemiddeld aantal liter per m ²	Gemiddeld aantal manuren per m ²	Aantal heet water injecties per m ²	Aantal uitgetrokken stengels per m ²
Stengels uittrekken op de 7 oorspronkelijke proeflocaties	6	211	-	0,18	-	65
Stengels uittrekken en heet waterbehandeling op de 2 nieuwe proeflocaties van 2019	3 (1 keer heet water 2 keer stengels uittrekken)	132	242	0,60	100	16

Tabel 3.12*Kengetallen aannemer 3: heet waterbehandeling 2020*

Aantal behandelingsrondes	Totale behandelde oppervlakte (m ²)	Gemiddeld aantal liter per m ²	Gemiddeld aantal manuren per m ²	Aantal heet water injecties per m ²
4	1562	15,4 (range: 2–24)	0,04	7 tot 80

Tabel 3.13*Kengetallen Aannemer 4: stengels uittrekken 2020*

Aantal behandelingsrondes	Totale behandelde oppervlakte (m ²)	Gemiddeld aantal manuren per m ²	Aantal uitgetrokken stengels per m ²	Gewicht uitgetrokken stengels per m ² (g)	Gewicht per stengel (g)
5	321	0,10	34	400	13

Op drie locaties is tijdens één behandelingsronde uitgestoken i.p.v. uitgetrokken.

Tabel 3.14*Kengetallen Aannemer 4: stengels uitsteken 2021*

Aantal behandelingsrondes	Totale behandelde oppervlakte (m ²)	Gemiddeld aantal manuren per m ²	Aantal uitgetrokken stengels per m ²	Gewicht uitgetrokken stengels per m ² (g)	Gewicht per stengel (g)
4	321	0,10	16	268	15

Op drie locaties is tijdens één behandelingsronde uitgestoken i.p.v. uitgetrokken.

Tabel 3.15*Kosten per aannemer per jaar exclusief BTW**

	2018	2019	2020	2021	Behandelde oppervlakte (m ²)
Aannemer 1	€ 23.096	€ 25.479	n.v.t.	n.v.t.	884
Aannemer 2	€ 45.536	€ 49.952	n.v.t.	n.v.t.	1913
Aannemer 3	€ 6.655	€ 12.372	€ 10.690	n.v.t.	1630
Aannemer 4**	€15.435	€2.400	€ 2.490	€ 1.955	343

*De behandelde proeflocaties liggen verspreid door de provincie, waardoor er relatief veel reistijd en -kosten benodigd waren

**Kosten voor nazorg door Aannemer 4 (uitsteken van hergroei) in 2022 en 2023 worden geraamd op €1.668 en €1.367

4 Conclusies

In 2018 is in Gelderland op 30 proeflocaties gestart met een praktijkproef met behandeling van Aziatische duizendknopen met heet water. Daarnaast zijn er 8 controlelocaties gemarkeerd. In 2019 zijn twee proeflocaties toegevoegd. In 2020 is de proef met twee van de vier aannemers voortgezet en in 2021 met één aannemer. Op alle locaties heeft er monitoring plaatsgevonden.

Het doel van de praktijkproef was om meer inzicht te krijgen in de effectiviteit van behandeling van Aziatische duizendknopen met heet water. Hierbij is niet alleen inzicht verkregen in de effectiviteit in het algemeen, maar ook welke variant van de ‘heet watermethode’ het meest geschikt is en wat de kosten per variant zijn. Daarnaast geeft de monitoring inzicht in de effecten van behandeling met heet water op de flora en fauna in de berm. De belangrijkste conclusies na 4 jaar zijn:

4.1 Effectiviteit van behandeling van Aziatische duizendknopen met heet water

- Uit de resultaten van deze praktijkproef blijkt dat een combinatie van het toedienen van een grote hoeveelheid heet water in het eerste bestrijdingsjaar gevolgd door inzaaien van concurrerende inheemse vegetatie en uittrekken en /of uitsteken van hergroei effectief is. Op de proeflocaties van deze aannemer zijn de stengelafname en afname van biomassa het grootst. Ook werd daar naar verhouding de grootste biomassa dode wortels opgegraven.
- Er zijn aanzienlijke verschillen in effectiviteit te zien. Naar aanleiding van tegenvallende tussentijdse resultaten hebben Aannemers 1 en 2 in 2020 en 2021 de proeflocaties niet bestreden en Aannemer 3 heeft de proeflocaties in 2021 niet bestreden. Daarom kunnen deze niet meegenomen worden in de vergelijking van de resultaten van 2020 en 2021.
- Nazorg blijft nodig, geen van de heet water methodes zoals in deze praktijkproef onderzocht is in één keer effectief.
- Het aantal stengels is afgenomen ten opzichte van de nulmeting bij alle aannemers én de controle behandeling. De afname varieert tussen de 35% tot 95%. De afnames op de beschaduwde locaties zijn over het algemeen groter dan in de niet-beschaduwde proeflocaties.
- De stengelhoogtes zijn over het algemeen in alle proeflocaties gedaald. In de onbeschaduwde locaties was deze daling gemiddeld groter dan in de beschaduwde proeflocaties. Dit is tegen de verwachting in dat in beschaduwde locaties de heet waterbehandelingen meer effect zouden hebben op de duizendknoopplanten.
- De diktes van de hergroeide stengels zijn over het algemeen ook afgenomen, waarbij net als bij de hoogtes ook in de onbeschaduwde locaties de stengeldiktes meer afgenomen zijn dan in de beschaduwde locaties.
- De bovengrondse biomassa daalde eerst in 2019. In 2020 is de biomassa met ongeveer 50% bij Aannemer 4 en de controlelocaties (daling van 93%) ongeveer gelijk gebleven. Bij Aannemer 3 nam de bovengrondse biomassa na een daling in 2019 weer toe in 2020. In het laatste jaar nam de biomassa in de proeflocaties van Aannemer 4 verder af tot een reductie van 64% ten opzichte van het eerste meetjaar.
- In 2018 en 2019 vertoonden de controlelocaties waar geen behandeling heeft plaatsgevonden, zowel een aanzienlijke stengelafname als een sterke afname van de bovengrondse biomassa. Dit was mogelijk het gevolg van de droge groeiseizoenen van 2018 en 2019. In 2020 is de bovengrondse biomassa ongeveer gelijk gebleven, ondanks dat dit ook een droog jaar was. In 2021 nam de biomassa in de controlelocaties weer toe. De

controlelocaties zijn in omvang veel kleiner dan de behandelde locaties, waardoor deze controlelocaties waarschijnlijk gevoeliger zijn voor droogte. Of, en zo ja welke, andere factoren een rol hierin spelen is niet bekend.

- Aangezien ook de onbehandelde locaties een afname in aantal stengels en bovengrondse biomassa laten zien is het onduidelijk welk deel van de stengelafname op de behandelde locaties is toe te schrijven aan de heet waterbehandeling en welk deel het gevolg is van een 'natuurlijke' stengelafname door droogte.
- De omvang van de behandelde duizendknoophaarden is na drie jaar gemiddeld met 10 tot 20% afgenomen. Aan de randen van de haarden zijn de wortels waarschijnlijk jonger, dunner en minder diep gelegen en dus vatbaarder voor bestrijding.
- Er zijn na drie jaar duidelijke verschillen in het versgewicht van levende en dode wortels, waarbij zoals verwacht naar verhouding in de bovenste laag meer dode wortels zijn. Tussen Aannemers 3 en 4 is een groot verschil te zien. De methode waarbij eenmalig een grote hoeveelheid water is toegediend gevolgd door uittrekken lijkt een grotere sterfte van wortels tot gevolg te hebben dan een aantal keer per jaar een kleinere hoeveelheid heet water toedienen.
- Het is onbekend hoe lang duizendknoop behandeld moet worden met heet water, danwel een combinatie van heet water gevolgd door uittrekken/uitsteken van hergroei totdat de duizendknoophaard volledig verdwenen is. Uit de resultaten blijkt dat vier jaar daarvoor te kort is. Wel is het aantal stengels dat door Aannemer 4 in de jaren 3 (2020) en 4 (2021) is uitgetrokken sterk verminderd (respectievelijk 34 en 16 stengels ten opzichte van 65 stengels in jaar 2) en zijn tijdens de monitoring aan het einde van het groeiseizoen in een aantal proeflocaties geen duizendknopen meer aangetroffen. Het is raadzaam om deze proeflocaties nog een aantal jaar te volgen en eventuele hergroei uit te blijven steken.

4.2 Welke variant van de 'heet water methode' is het meest geschikt

- De variant waarbij een grote hoeveelheid heet water in het eerste bestrijdingsjaar wordt toegediend, gevolgd door inzaaien van concurrerende inheemse vegetatie en uittrekken en/of uitsteken van hergroei is het meest effectief.
- Waarschijnlijk is de heet watermethode waarbij meerdere malen per jaar een kleinere hoeveelheid heet water wordt geïnjecteerd in de bodem meer een beheersingsmethode dan een bestrijdingsmethode.
- Elke aannemer hanteert zijn eigen specifieke bestrijdingswijze. Daarom zitten er verschillen tussen de aannemers in het aantal bestrijdingsrondes, de hoeveelheid water die gebruikt wordt en het aantal bestede uren. De verhouding in de hoeveelheid gebruikt water, het aantal injecties per m² en het aantal manuren tussen aannemers is echter niet altijd evenredig. Oorzaken hiervoor zijn niet bekend.

4.3 Kosten per variant

- De kosten voor de variant waarbij meerdere malen per jaar een kleinere hoeveelheid heet water wordt geïnjecteerd in de bodem, liggen tussen € 24 en € 29 per m² per jaar bij Aannemers 1 en 2 en tussen € 4 en € 8 per m² per jaar bij Aannemer 3. Dit verschil wordt veroorzaakt door het verschil in aantal liter heet water per m² wat is toegediend en daarmee het aantal manuren per m².
- De kosten voor de variant waarbij een grote hoeveelheid heet water in het eerste bestrijdingsjaar wordt toegediend, gevolgd door inzaaien van concurrerende inheemse

vegetatie en uittrekken en /of uitsteken van hergroei bedragen €45 per m² in het eerste jaar en € 6 à € 7 per m² in de daarop volgende jaren.

4.4 Effecten van behandeling met heet water op de flora en fauna in bermen

- De heet water methode beïnvloedt de kruidlaag niet dusdanig dat deze verdwijnt. De behandeling met heet water zorgt er dus niet voor dat de kruidlaag volledig afsterft waardoor er na de behandeling geen vegetatie meer aanwezig is of opkomt. Door de grote variatie tussen plots zijn echter geen duidelijke conclusies te trekken over het exacte effect van de heet water methode op de vegetatie. De veranderingen in bedekkingsgraad en samenstelling van levensvormen binnen plots zijn lastig te koppelen aan de behandeling met heet water.

4.5 Overige conclusies

- Na staken van behandeling daalde de het gemiddelde stengelaantal onverwacht bij één aannemer op de niet-beschaduwde proeflocaties. Zoals voorspeld, steeg bij de andere aannemer het stengelaantal weer. Deze resultaten geven geen eenduidig beeld over mogelijke langere termijneffecten van de heet watermethode na staken van behandelingen.
- Er is geen effect aangetoond van de heet waterbehandeling op de schimmel biomassa en bacteriële biomassa in de bodem. Het zou interessant zijn nader onderzoek naar de bodemfauna te doen; of de aanname klopt dat heet water een sterk negatief effect heeft op de aanwezigheid van bodemfauna, de soortensamenstelling en of deze verandert, en hoe snel de bodem geheerkoloniseerd wordt vanuit de omgeving.
- Deze praktijkproef beperkt zich tot haarden op zandgronden. Er kan niets gezegd worden over de effectiviteit op kleigronden, maar de verwachting is dat de heet watermethode op kleigronden weinig effectief is.
- Om de benodigde hoeveelheden water te verwarmen tot bij het kookpunt is veel energie nodig, wat voor een grote CO₂-uitstoot kan zorgen. Dit is in dit onderzoek niet verder gekwantificeerd.

Bronnen

Oldenburger, J., J. Penninkhof, C. de Groot, F. Voncken. 2017. *Praktijkproef bestrijding duizendknoop. Resultaten en kostenefficiëntie van zeven bestrijdingsmethoden voor duizendknoop en varianten daarop*. Wageningen, Stichting Probos.

Penninkhof, J., M. Boosten. 2018. *Bestrijding duizendknoop met heet water. Monitorings- en uitvoeringsplan praktijkproef Gelderland*. Wageningen, Stichting Probos.

Van Kleef, H., J. van der Loop, A. Jansen. 2019. Effectiviteit van kokend water bij bestrijding en beheer van watercrassula in natuurgebieden. *Vakblad natuur bos landschap*. Nr. 151: pp 20-22.

Bijlage A Notitie “Analyse vegetatiedata heetwaterproef Provincie Gelderland” door Ecogroen

Aan
Probos
t.a.v. Joyce Penninkhof

Zuiderzeelaan 53
8017 JV Zwolle
T (038) 423 64 64
E info@ecogroen.nl
I www.ecogroen.nl

notitie

Contactpersoon	Kenmerk	Status	Datum
Jonathan Filius	21-117	definitief	22 september 2021

Betreft

Analyse vegetatiedata heetwaterproef Provincie Gelderland

Aanleiding en doel

Aziatische duizendknoop (hierna duizendknoop) heeft een sterke invloed op de omgeving wat onder andere kan resulteren in verlies van de diversiteit en de ontwikkeling van inheemse flora en fauna kan verstoren. Naast schade aan natuur veroorzaakt duizendknoop ook schade aan de economie en kan de verkeersveiligheid in het geding komen. Er wordt daarom gezocht naar effectieve bestrijdingsmethodes om de problematiek rondom duizendknoop het hoofd te bieden. De afgelopen jaren zijn verschillende methodes op de markt gekomen.

Sinds 2018 vindt er een praktijkproef plaats om de 'heet-water methode' voor bestrijding van duizendknoop te testen en te monitoren. De proef vindt plaats in verschillende provinciale wegbermen verspreid over Gelderland. In opdracht van de Provincie Gelderland coördineert en begeleidt Probos de proef. Ecogroen ondersteunt Probos in het verzamelen en verwerken van de monitoringsgegevens. Het doel van de praktijkproef is om meer inzicht te krijgen in de effectiviteit van bestrijding van duizendknoop met heet-water en/of stoom. Naast het effect op duizendknoop moet de monitoring inzicht geven in de effecten van bestrijding met heet-water op de inheemse flora in de bermen. Probos heeft Ecogroen gevraagd om de verzamelde vegetatiedata te analyseren. Voorliggende notitie geeft invulling aan dit verzoek.

De onderzoeksvraag die hierbij gesteld wordt is:

- Wat is het effect van de heet-water methode op de aanwezige flora?

Hiervoor is gekeken naar het effect op de bedekkingsgraad en de samenstelling van de kruidlaag.

In de notitie wordt ingegaan op de methodiek van de analyse. Vervolgens worden de hier uit voortvloeiende resultaten gepresenteerd en volgt een interpretatie van deze resultaten waaruit conclusies worden getrokken. Aanvullend worden aanbevelingen gegeven.

notitie

Methode

Om het effect van heet-water op de vegetatie te onderzoeken zijn gegevens van de vegetatie in de kruidlaag verzameld. Jaarlijks hebben in elk plot twee metingen plaatsgevonden voorafgaand aan de behandelingen met heet-water, een meting in het voorjaar (april) en een meting in het najaar (oktober). Voor de analyse van de vegetatiedata zijn de gegevens van de nulmeting uit juli 2018 vergeleken met de eerste meting (april) uit 2019 en 2020. In totaal is de data van 37 plots¹ gebruikt. Elk plot bestaat uit twee proefvlakken van 4 m². Voor elk plot zijn de vijf soorten met hoogste bedekkingsgraad bepaald. Er zijn geen gegevens van andere mogelijk aanwezige soorten verzameld. De abundantie van de vijf soorten is aan de hand van de Tansley-schaal bepaald. Tevens is de totale bedekking (in percentages) van de kruidlaag genoteerd evenals de totale bedekking van duizendknoop. Deze gegevens zijn gebruikt voor de analyse van de vegetatiedata.

De behandeling van de plots is verdeeld over vier aannemers. Daarnaast zijn er zeven controleplots waar geen behandeling met heet-water heeft plaatsgevonden. In tabel is een overzicht gegeven van welke plots zijn behandeld door welke aannemer.

Tabel 1 Verdeling van plots over de vier verschillende aannemers en de controlegroep.

Aannemer	Plots	Aantal plots	Verstorende omstandigheden
Natuur & Ruimte	1-3, 6, 31, 33, 34	7	
Weed Free Service	8, 9, 14, 18, 35, 36-38,	8	Plot 35, 36, 37 en 38 mogelijk behandeld met glyfosaat door aangrenzende bewoner
Van de Haar Groep	4, 5, 7, 25-27, 29, 32	8	Geen gegevens 2019 plot 32 (behandeling al gestart)
Wolterinck	10, 13, 16, 17, 20, 22, 23	7	
Controle	11, 12, 15, 21, 24, 28, 30	7	Geen gegevens van het jaar 2020 plot 21 en 24. Plot 21 werd niet teruggevonden plot 24 was gebruikt als baggerdumpplek.

De verzamelde bedekkingsgegevens in de Tansley-schaal zijn omgezet naar bedekkingspercentages (zie kader 1, bladzijde 4). Omdat er onvoldoende data is per individuele waargenomen soort, is gekozen om de soorten in te delen in categorieën op basis van de levensvorm. Hiervoor is de indeling van Raunkiaer gebruikt. De indeling is gebaseerd op de plaats van het groeipunt (knoppen, bollen, zaden, etc.) die nodig is voor het overleven van ongunstige omstandigheden (winter, droogte, etc.). Eenjarigen bijvoorbeeld, overwinteren of overzomereren als zaad dat na de moeilijke periode ontkiemt. Vóór de volgende moeilijke periode aanbreekt, moeten de planten weer nieuw zaad gevormd hebben. Bij stressinductie kunnen planten bijvoorbeeld vervroegd zaad zetten om de overlevingskans te vergroten. Bol- en knolgewassen overbruggen de moeilijke periode in een ondergrondse bol of knol. Omdat de heet-water behandeling stress bij planten induceert (ongunstige omstandigheden), is de verdeling en ontwikkeling van de verschillende levensvormen in de kruidlaag een indicator die inzicht geeft in de effecten van de heet-water-behandeling.

In tabel 2 zijn de levensvormen weergegeven die zijn aangetroffen in de plots. Aan elke soort is een levensvorm toegekend². In bijlage 1 is een overzicht van alle aangetroffen soorten en bijbehorende levensvorm opgenomen. Van de

¹ In 2019 zijn er 3 plots toegevoegd aan de proef. Omdat van deze proef geen nulmeting uit 2018 bestaat zijn deze plots voor de analyse buiten beschouwing gelaten.

² Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica, Radboud Universiteit Nijmegen. <https://www.vcbio.science.ru.nl/virtuallessons/landscape/raunkiaer/>

notitie

twee proefvlakken per plot is de gemiddelde bedekking per levensvorm berekend per jaar. Vervolgens is de verandering in bedekking per levensvorm bekeken tussen het jaar 2018, 2019 en 2020.

notitie

Tabel 2 *Overzicht van aangetroffen levensvormen in de plots waar de heet-waterbehandeling is toegepast.*

Levensvorm		subvorm	
Therofyt			éénjarige planten, overwintering door zaden
Fanero fy t	planten met houtige stengel > 30 cm boven de bodem	bomen	vertakt zich niet direct boven de bodem
		struiken	vertakt vlak boven bodem
Chamaefyt*	recht op staande en kruipende planten met knoppen tussen 1 en 20 cm boven de bodem	dwergstruiken	
Hemicryptofyt	planten met knoppen direct op de bodem	rozetplanten	verkorte stengel met bladrozet
		polvormende planten	
		recht op staande en opstijgende planten	
Geofyt/cryptofyt	planten met ondergrondse knoppen	knolgeofyten	overwintering met knollen
		bolgeofyten	overwintering met bollen
		wortelstok-geofyten	overwintering met wortelstokken

*Er bestaan meer subvormen onder deze levensvorm. Deze zijn niet aangetroffen in de plots en daarom niet in deze tabel opgenomen.

notitie

Kader 1 Transformatie Tansley-schaal

Omdat de Tansley schaal werkt met een codering op basis van letters, zijn de gegevens niet eenvoudig te analyseren en presenteren. Daarom is gekozen om de Tansley schaal om te zetten naar bedekkingspercentages. Tansley wordt over het algemeen gebruikt om de bedekkingsgraad over grote arealen te bepalen. Bij een vertaling van Tansley naar bedekkingspercentage gaan details verloren waardoor de bedekkingsgraad van de gemeten soorten grofmazig is. Door de omzetting komt de totale bedekking niet altijd overeen met de som van de bedekkingen van de levensvormen. Voor de omzetting is gebruik gemaakt van een omzettingstabel van Stowa (figuur 1).

STOWA	TANSLEY	BRAUN-BLANQUET	TOTALE BEDEKKING IN HET PROEFVLAK ¹	HOEEVEELHEID EXEMPLAREN EN BEDEKKING IN HET PROEFVLAK ^{2,3}
1	r zeldzaam	r	< 5%	- totaal 1-4 exemplaren en gemiddeld < 1 per 100 m ²
2	o hier en daar	+	< 5%	- totaal 5-10 exemplaren en gemiddeld ca. 1 - 10 per 100 m ²
3	lf lokaal frequent	1	< 5%	- lokaal 1-10 exemplaren per m ² en totaal meer dan 10 exemplaren
4	f frequent	2m	< 5%	- totaal 1-10 exemplaren per m ²
5	la lokaal abundant	2a	5 - 12%	- lokaal > 10 exemplaren per m ² en bedekking 5-50%
6	a abundant	2b	13 - 25%	- totaal > 10 exemplaren per m ²
7	ld lokaal dominant	3	26 - 50%	- lokaal met bedekking > 50%, aantal individuen willekeurig
8	cd co-dominant	4	51 - 75%	- totaal met bedekking > 50%, aantal individuen willekeurig
9	d dominant	5	76 - 100%	- totaal met bedekking > 75%, aantal individuen willekeurig

¹ Deze percentages zijn niet gebonden aan de Tansley-schaal, wel aan de Braun-Blanquet-schaal en bedoeld als hulpmiddel voor de vertaling.

² Wat proefvlakgrootte betreft denken we hier aan een oppervlakte van 100 tot 1.000 m².

³ Bedekking is doorslaggevend m.u.v. bomen.

Figuur 1 Schaal met vertaling van Tansley- en Braun-Blanquet-schaal naar bedekkingspercentage. Bron: Stowa (2010). Handboek Hydrobiologie – Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren. <https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202010/STOWA%202010-28%20herzien%20Book-III.pdf>

Resultaten

In totaal zijn in ieder geval 102 verschillende soorten waargenomen³. In de plots zijn algemene soorten als gestreepte witbol, kweek, paardenbloem, ridderzuring, gewone kropaar, kleine veldkers en vogelmuur frequent waargenomen⁴. Gestreepte witbol is het meest frequent waargenomen (148 keer) waarna kleine veldkers (58) kweek (53) en paardenbloem (52) volgen. Dit zijn allen zeer algemene soorten die regelmatig voorkomen in wegbermen.

³ Het was niet mogelijk elke soort tot op soortniveau op naam te brengen. Voor een aantal soorten is daarom enkel het geslacht genoteerd. Er zijn daarom waarschijnlijk meer dan 102 soorten waargenomen.

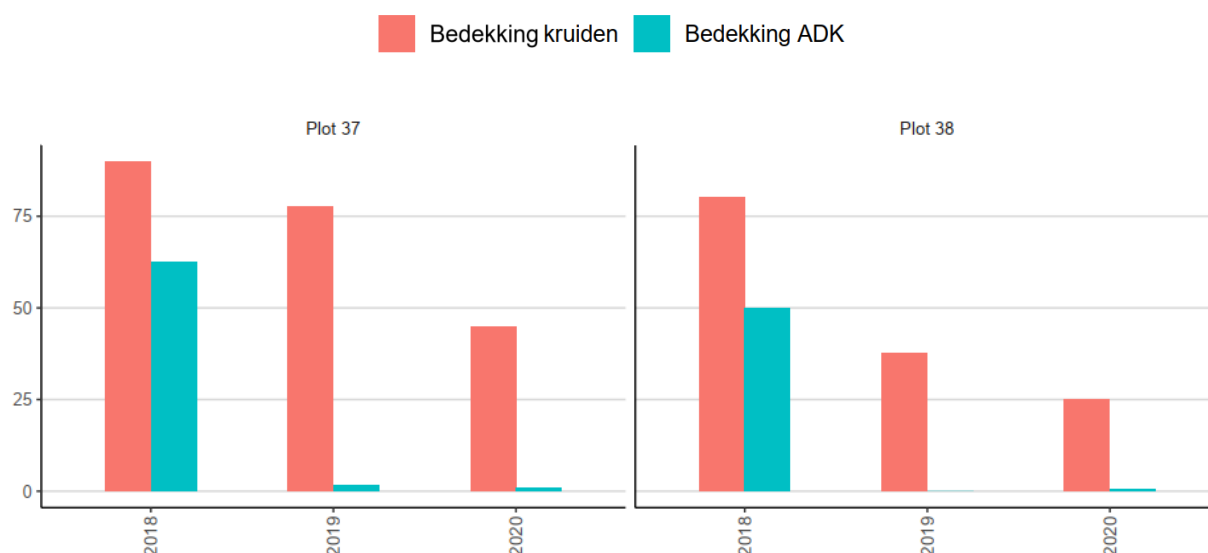
⁴ Dit geldt alleen voor de soorten die voldoende bedekkend waren om binnen de 5 meest bedekkende soorten te vallen. Andere soorten waren mogelijk ook frequent aanwezig maar in een lage dichtheid waardoor deze niet in de dataset zijn opgenomen.

notitie

Daarnaast zijn een aantal (minder algemene) kenmerkende soorten waargenomen als dophei, gewone vogelmelk, wede, blaassilene, gewoon barbarakruid, dolle kervel, knoopkruid, gele ganzenbloem en klein vogelpootje.

Bedekkingsgraad totale kruidlaag

In bijlage 2 is de bedekkingsgraad over de jaren 2018, 2019 en 2020 van zowel de kruidlaag als duizendknoop in één grafiek, per plot, weergegeven. De plots zijn geclusterd per aannemer. De resultaten verschillen sterk per plot. Een algemene trend of patroon over alle plots is niet waar te nemen. In sommige plots neemt de bedekking van de kruidlaag over de drie meetjaren af, terwijl in andere plots deze juist toeneemt. Hetzelfde geldt voor de bedekking van duizendknoop. De af- of toename van de bedekkingsgraad van de kruidlaag lijkt niet samen te hangen met de af- of toename van de bedekkingsgraad van duizendknoop. Ter illustratie zijn in figuur 2 de resultaten van plot 37 en 38 weergegeven. Voor de overige resultaten wordt verwezen naar bijlage 2. Hieronder worden de resultaten per aannemer besproken.



Figuur 2 Bedekkingspercentage van de kruidlaag (rood) en Aziatische duizendknoop (turquoise) in plot 37 en 38 (Weed Free Service).

Natuur & Ruimte

In de plots behandeld door Natuur & Ruimte is de bedekking van Aziatische duizendknoop bij de meting in 2020 lager dan tijdens de nulmeting in 2018. De bedekking van de kruidlaag is in sommige plots hoger en in andere plots lager ten opzichte van de nulmeting. Aannemer Natuur & Ruimte heeft na behandeling de plots ingezaaid met een kruidenmengsel om concurrentiekracht te bieden. Er is voor deze plots daarom niet te zeggen wat het effect van de heet-water behandeling op de vegetatie is. Verwacht werd dat de bedekkingsgraad van de kruidlaag door het inzaaien hoger zou zijn dan in de plots waar niet werd ingezaaid. De resultaten lijken er op te wijzen dat dit niet het geval is. Plots waar niet ingezaaid is, laten in sommige gevallen een hogere bedekkingsgraad zien dan ingezaaide plots.

notitie

Weed Free Service

In alle plots is de bedekkingsgraad van duizendknoop lager in 2019 en 2020 dan in 2018. De bedekkingsgraad van de kruidlaag lag in de door Weed Free Service behandelde plots tijdens nulmeting in 2018 hoger dan in de plots van de andere aannemers.

Van de Haar Groep

De bedekkingsgraad van duizendknoop is voor alle plots lager in 2020 ten opzichte van 2018. De bedekking blijft voor 6 van de 8 plots onder de 20 procent in 2020. In de plots behandeld door Van Haar Groep is het bedekkingspercentage van de kruidlaag in de meeste plots, met uitzondering van plot 7 en 26, lager dan tijdens de nulmeting.

Wolterinck

De bedekking van duizendknoop is voor alle plots lager in 2020 dan in 2018. De bedekking van de kruidlaag is voor plot 10, 17, 20 en 23 hoger in 2020 dan in 2018. Plot 13, 16 en 22 laten een lager bedekkingspercentage van de kruidlaag zien in 2020 ten opzichte van 2018.

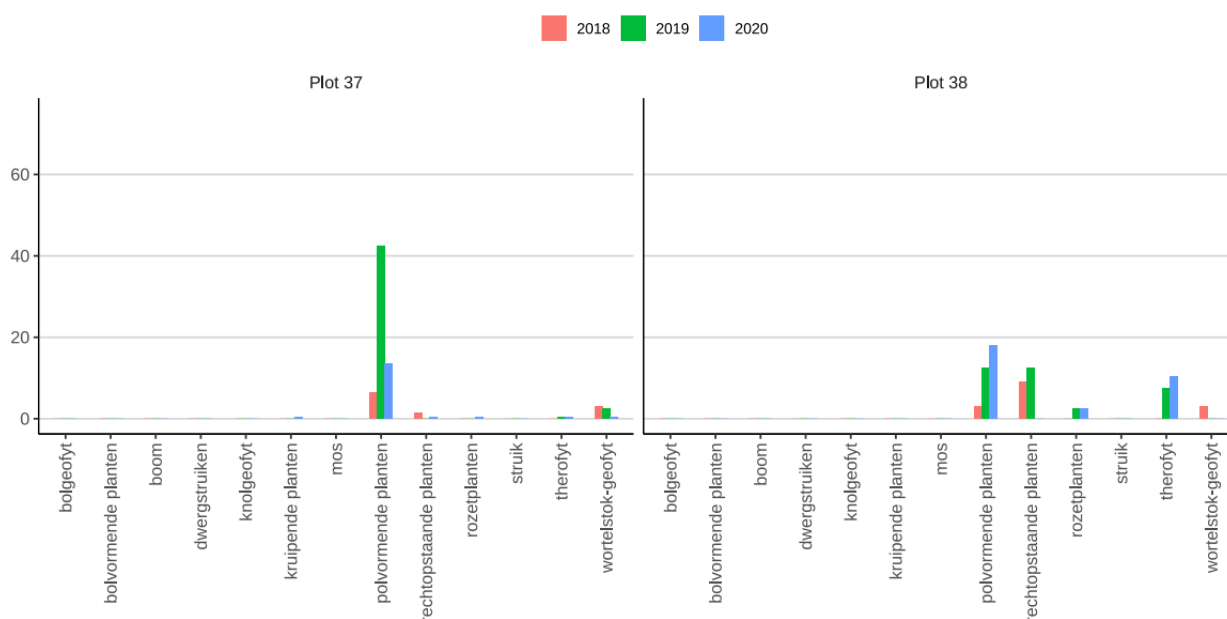
Controlegroep

In de controlegroep is er weinig verschuiving in de bedekking in de kruidlaag over de drie meetjaren waar te nemen. De bedekking van duizendknoop is in 2020 voor alle plots lager dan in 2018. De bedekking van duizendknoop is over het algemeen lager bij de nulmeting ten opzichte van de andere groepen. Voor plot 21 en 24 zijn geen gegevens van het jaar 2020. Plot 21 werd niet teruggevonden en plot 24 is gebruikt als dumpplek voor bagger.

notitie

Bedekkingsgraad levensvormen

In bijlage 3 is de bedekkingsgraad per levensvorm per plot over de jaren 2018, 2019 en 2020 weergegeven. De resultaten zijn gegroepeerd per aannemer om verschillen tussen aannemers inzichtelijk te maken. De controle plots vormen een aparte groep. In figuur 3 zijn de resultaten voor plot 37 en 38 (Weed Free Service) weergegeven.



Figuur 3 Bedekkingspercentage van de verschillende levensvormen voor het jaar 2018 (rood), 2019 (groen) en 2020 (blauw) voor plot 37 en 38 behandeld door aannemer Weed Free Service.

Er zijn geen duidelijke trends of patronen waar te nemen in de toe- of afname van bepaalde levensvormen. Sommige levensvormen maken het ene jaar een belangrijk deel uit van de totale bedekking van de kruidlaag en het andere jaar niet. Het is niet te zeggen welke rol de behandeling met heet-water hierin heeft gespeeld. Polvormende en rechtopstaande planten en therofyten (éénjarige planten) zijn de meest voorkomende levensvormen in de plots. Bolgeofyten, bolvormende planten, bomen, struiken, dwergstruiken en mossen zijn nauwelijks vertegenwoordigd binnen de vijf meest dominante soorten. Ook in de controlegroep varieert de bedekking van de verschillende levensvormen over de jaren en tussen plots sterk. Hieronder worden per aannemer de belangrijkste bevindingen besproken.

Natuur & Ruimte

Polvormende en rechtopstaande planten maken het grootste deel uit van de bedekking in 2018, 2019 en 2020. In plot 1 is een sterke afname te zien van polvormende planten in 2019 en 2020. In plot 3, 6, 31 en 33 is de bedekkingsgraad van polvormende planten ook aanzienlijk lager in 2019. In de meeste plots is in 2020 het aandeel rechtopstaande planten het hoogst.

notitie

Weed Free Service

Ook in de plots behandeld door Weed Free Service zijn de polvormende planten het meest dominant. Ook de therofyten en rechtopstaande planten maken een groot deel uit van de totale bedekking. In plot 36 is een sterke toename van de bedekking van therofyten in 2019.

Van de Haar Groep

Therofyten en polvormende en rechtopstaande planten zijn het meest vertegenwoordigd in de plots behandeld door Van de Haar Groep. In 2019 is de bedekking van therofyten hoog in plot 4, 7, 26 en 29 terwijl deze in 2020 sterk zijn afgenomen.

Wolterinck

In de plots behandeld door Wolterinck is de verdeling over de verschillende levensvormen gelijkmatiger verdeeld dan bij de aannemers. In plot 17 en 20 is de bedekking van therofyten in 2019 en 2020 hoog.

Controlegroep

De verdeling van de bedekking van de verschillende levensvormen varieert net als in de behandelde plots over de jaren en tussen plots. In plot 15 neemt de bedekking van de levensvormen toe ten opzichte van 2019 en 2018. In plot 21 is het aandeel therofyten hoog in 2019 en daalt sterk in 2020.

Conclusies en aanbevelingen

Met het onderzoek en de analyse is geprobeerd de volgende vraag te beantwoorden:

- Wat is het effect van de heet-water methode op de inheemse flora?

Allereerst kan worden vastgesteld dat de heet-water methode de kruidlaag niet dusdanig beïnvloedt dat deze verdwijnt. De behandeling van met heet-water zorgt er dus niet voor dat de kruidlaag volledig afsterft waardoor er na de behandeling geen vegetatie meer aanwezig is of opkomt.

Door de grote variatie tussen plots zijn echter geen duidelijke conclusies te trekken over het exacte effect van de heet-water methode op de vegetatie. De veranderingen in bedekkingsgraad en samenstelling van levensvormen binnen plots zijn lastig te koppelen aan de behandeling met heet-water. De moeilijkheid van het meten van een effect van heet-water heeft meerdere redenen:

- De ontwikkeling van de bedekking van de kruidlaag gedurende de proef is mede afhankelijk van de uitgangssituatie (bedekking kruiden en duizendknoop bij nulmeting) en de methode. De uitgangssituatie verschilde sterk tussen de plots waardoor een objectieve vergelijking tussen de plots niet mogelijk is. Daarnaast spelen lokale omstandigheden (schaduw, nutriënten, neerslag en bodemtype) een grote rol.
- Het is mogelijk dat het effect van de droge zomers van 2018, 2019 en 2020⁵ een rol heeft gespeeld in de ontwikkeling van de kruidlaag. Dit effect kan in bepaalde plots sterker zijn geweest dan in andere. Het effect van droogte zal waarschijnlijk sterker zijn in plots op hoger gelegen schrale gronden dan op beschaduwde en lager gelegen gronden.

⁵ KNMI (2020). Uitleg over droogte. <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/droogte#:~:text=De%20afgelopen%20drie%20zomers%20hadden,sterk%20van%20jaar%20tot%20jaar.>

notitie

- De nulmeting in 2018 heeft plaatsgevonden in juli terwijl de metingen van 2019 en 2020 in april hebben plaatsgevonden. De vergelijking tussen de data kan een vertekend beeld geven doordat het groeiseizoen in juli al verder gevorderd is en daarom de kruidlaag langer de tijd heeft gehad om zich te ontwikkelen. Bovendien verandert de soortensamenstelling door het seizoen waardoor de dominantie van soorten kan verschuiven. Bij voorkeur vinden bij een herhaling van een dergelijke proef alle meetmomenten in dezelfde periode van het jaar plaats.
- De onderzoeksopzet leende zich niet om de resultaten statistisch te testen. Veel factoren (bodemtype, neerslag, etc.) die van invloed zijn op de kruidlaag en duizendknoop, zijn niet gemeten waardoor hier ook niet voor gecorrigeerd kan worden.
- De vegetatie is in het begin van het groeiseizoen opgenomen. De laatste behandeling voorafgaand aan deze meting heeft aan het einde van het groeiseizoen plaatsgevonden. Eventuele hergroei van de vegetatie na deze behandeling is mogelijk moeilijk te meten omdat de ontwikkeling van de vegetatie zich nog in een vroeg stadium bevindt. De vegetatiedata van de tweede meting in oktober kan mogelijk meer inzicht geven.
- Doordat alleen de vijf meest bedekkende soorten zijn gemeten mist belangrijke informatie over de effecten van heet-water op de totale vegetatie. Waarschijnlijk blijven de vijf meest dominante ook na de behandeling aanwezig omdat deze soorten een betere uitgangspositie hebben voor herstel. Soorten die minder abundant aanwezig zijn kunnen door de behandeling verdwijnen. Hier is echter nu geen informatie over. Terwijl ook soorten in lage dichtheid een belangrijke rol binnen de vegetatie kunnen vervullen.

Ook is gekeken of af- of toenames van de bedekkingsgraad van duizendknoop samenhangen met de af- of toename van bepaalde levensvormen. Nemen polvormende planten bijvoorbeeld de ruimte in die ontstaat wanneer duizendknoop is afgenomen? Polvormende planten als grassen zijn vaak concurrentiekrachtig. Wanneer grassen opkomen ten koste van duizendknoop kan dit de ontwikkeling van duizendknoop verder onderdrukken. Een dergelijke relatie was echter niet uit de gegevens te halen vanwege de grote variatie waargenomen tussen plots.

Conclusie

Op basis van het onderzoek kan worden vastgesteld dat het effect van de heet-water methode op de inheemse vegetatie diffuus is en sterk afhangt van de uitgangssituatie en de precieze wijze waarop de behandeling wordt vormgegeven. De behandeling met heet-water leidt niet tot de volledige verdwijning van de inheemse vegetatie. Er kan echter niet worden geconcludeerd of de behandeling met heet-water over het algemeen een positief dan wel negatief effect op de inheemse vegetatie heeft. Om het effect van de heet-water methode op een gedetailleerder niveau te onderzoeken moeten meer gegevens worden verzameld. Op dit moment is niet te zeggen door welke factoren de waargenomen veranderingen in bedekkingspercentage zijn te verklaren.

Aanbevelingen

Om het effect van de heet-water methode van andere factoren te scheiden zijn meer gegevens nodig. Naast de vegetatieopname moeten gegevens als neerslag en nutriëntensamenstelling worden verzameld. Daarnaast wordt aanbevolen om een volledige vegetatieopname te doen waarin alle aanwezige soorten worden meegenomen zodat ook het effect op minder abundante soorten kan worden gemeten. De Tansley-schaal is geschikt voor grote vlakken waar de bedekking van soorten moet worden geschat. Voor kleinere plots zoals in deze proef is deze methode minder geschikt. Er kan bijvoorbeeld gebruik worden gemaakt van Braun-Blanquet. Dit is echter arbeidsintensiever en levert een ingewikkeldere dataset.

notitie

Bijlage 1 – Aangetroffen soorten

Tabel 3 Aangetroffen soorten en levensvorm in de onderzochte plots.

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Levensvorm	Levensvorm Raunkiaer
<i>Achillea millefolium</i>	Duizendblad	hemicryptofyt	polvormende planten
<i>Aegopodium podagraria</i>	Zevenblad	geofyt	wortelstok-geofyt
<i>Agrostis capillaris</i>	Gewoon struisgras	hemicryptofyt	polvormende planten
<i>Agrostis stolonifera</i>	Fioringras	hemicryptofyt	polvormende planten
<i>Alchemilla mollis</i>	Fraaie vrouwenmantel	chameafyt	kruipende planten
<i>Alliaria petiolata</i>	Look-zonder-look	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
<i>Allium vineale</i>	Kraailook	geofyt	bolgeofyt
<i>Alopecurus pratensis</i>	Grote vossentstaart	hemicryptofyt	polvormende planten
<i>Anthemis tinctoria*</i>	Gele kamille	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Gewoon reukgras	hemicryptofyt	polvormende planten
<i>Anthriscus sylvestris</i>	Fluitenkruid	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
<i>Arhenatherum elatius</i>	Glanshaver	hemicryptofyt	polvormende planten
<i>Artemisia vulgaris</i>	Bijvoet	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
<i>Barbarea vulgaris*</i>	Gewoon barbarakruid	hemicryptofyt	rozetplanten
<i>Brachytetium rutabulum</i>	Gewoon dikkopmos	Mos	mos
<i>Brassica nigra</i>	Zwarte mosterd	therofyt	therofyt
<i>Brassica sp.</i>		therofyt	therofyt
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Herderstasje	therofyt	therofyt
<i>Cardamine hirsuta</i>	Kleine veldkers	therofyt	therofyt
<i>Carex hirta</i>	Ruige zegge	geofyt	wortelstok-geofyt
<i>Centaurea jacea*</i>	Knoopkruid	hemicryptofyt/ geofyt	rechtopstaande planten
<i>Cerastium arvense</i>	Akkerhoornbloem	chameafyt	kruipende planten
<i>Cerastium fontanum</i>	Gewone hoornbloem	chameafyt	kruipende planten
<i>Cerastium glomeratum</i>	Kluwenhoornbloem	therofyt	therofyt
<i>Cerastium sp.</i>	Hoornbloem	therofyt	therofyt
<i>Chaerophyllum temulum*</i>	Dolle kervel	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
<i>Chelidonium majus</i>	Stinkende gouwe	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
<i>Chenopodium album</i>	Melganzenvoet	therofyt	therofyt
<i>Cirsium arvense</i>	Akkerdistel	geofyt	wortelstok-geofyt
<i>Claytonia perfoliata</i>	Winterpostelein	therofyt	therofyt
<i>Cochlearia danica</i>	Deens lepelblad	therofyt	therofyt
<i>Convolvulus sepium</i>	Haagwinde	hemicryptofyt/ geofyt	rechtopstaande planten
<i>Convolvulus arvensis</i>	Akkerwinde	hemicryptofyt/geofyt	rechtopstaande planten
<i>Dactylis glomerata</i>	Gewone kropaar	hemicryptofyt	polvormende planten
<i>Daucus carota*</i>	Wilde peen	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
<i>Digitalis purpurea</i>	Vingerhoedskruid	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
<i>Draba verna</i>	Vroegeling	therofyt	therofyt
<i>Elymus repens</i>	Kweek	hemicryptofyt	polvormende planten

notitie

<i>Equisetum arvense</i>	Heermoes	geofyt	wortelstok-geofyt
<i>Erica tetralix</i> *	Dophei	chameafyt	dwergruiken
<i>Erigeron canadensis</i>	Canadese fijnstraal	therofyt	therofyt
<i>Erodium cicutarium</i>	Reigersbek	therofyt	therofyt
<i>Fagus sylvatica</i>	Beuk	phanerofyt	boom
<i>Festuca rubra</i>	Rood zwenkgras	hemicryptofyt	polvormende planten
<i>Festuca sp.</i>	zwenkgras	hemicryptofyt	polvormende planten
<i>Ficaria verna</i>	Gewoon speenkruid	geofyt	knolgeofyt
<i>Galeopsis tetrahit</i>	Gewone hennepnetel	therofyt	therofyt
<i>Galinsoga parviflora</i>	Kaal knopkruid	therofyt	therofyt
<i>Galinsoga quadriradiata</i>	Harig knopkruid	therofyt	therofyt
<i>Galium aparine</i>	Kleefkruid	therofyt	therofyt
<i>Geranium robertianum</i>	Roberts kruid	therofyt/hemicryptofyt	therofyt
<i>Geranium sp.</i>	ooievaarsbek	therofyt	therofyt
<i>Geum urbanum</i>	Geel nagelkruid	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
<i>Glebionis segetum</i> *	Gele ganzenbloem	therofyt	therofyt
<i>Glechoma hederacea</i>	Hondsdrif	hemicryptofyt	polvormende planten
<i>Heracleum sphondylium</i>	Gewone berenklaauw	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
<i>Holcus lanatus</i>	Gestreepte witbol	hemicryptofyt	polvormende planten
<i>Holcus mollis</i>	Gladde witbol	hemicryptofyt	polvormende planten
<i>Hypochaeris radicata</i>	Gewoon biggenkruid	hemicryptofyt	rozetplanten
<i>Isatis tinctoria</i> *	Wede	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
<i>Jacobaea vulgaris</i>	Jakobs kruiskruid	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
<i>Kindbergia prelongae</i>	Fijn laddermos	mos	mos
<i>Lamium purpureum</i>	Paarse dovenetel	therofyt	therofyt
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Gewone margriet	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
<i>Linaria vulgaris</i>	Vlasbekje	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
<i>Lolium perenne</i>	Engels raagras	hemicryptofyt	polvormende planten
<i>Luzula campestris</i>	Gewone veldbies	hemicryptofyt	polvormende planten
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Grote wederik	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
<i>Matricaria sp.</i>	kamille	therofyt	therofyt
<i>Myosotis sp.</i>	vergeet-me-nietje	therofyt	therofyt
<i>Narcissus sp.</i>	Narcis	chameafyt	bolvormende planten
<i>Oenothera sp.</i>	teunisbloem	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
<i>Ornithogalum umbellatum</i> *	Gewone vogelmelk	geofyt	bolvormende planten
<i>Ornithopus sp.*</i>	vogelpootje	therofyt	therofyt
<i>Papaver dubium</i>	Bleke klapproos	therofyt	therofyt
<i>Pastinaca sativa</i> *	Gewone pastinaak	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
<i>Phalaris arundinacea</i>	Rietgras	hemicryptofyt	polvormende planten
<i>Phragmites australis</i>	Riet	hemicryptofyt/ helofyt	rechtopstaande planten
<i>Plantago lanceolata</i>	Smalle weegbree	hemicryptofyt	rozetplanten
<i>Poa pratensis</i>	Straatgras	hemicryptofyt	polvormende planten

notitie

Poa sp.	gras	hemicryptofyt	polvormende planten
Polygonum aviculare	Gewoon varkensgras	therofyt	therofyt
Prunus serotina	Amerikaanse vogelkers	phanerofyt	struik
Quercus robur	Zomereik	phanerofyt	boom
Ranunculus acris	Scherpe boterbloem	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
Rhytidiadelphus squarosus	Gewoon haakmos	mos	mos
Rubus sp.	braam	phanerofyt	struik
Rumex acetosa	Veldzuring	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
Rumex acetosella	Schapenzuring	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
Rumex crispus	Krulzuring	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
Rumex obtusifolius	Ridderzuring	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
Senecio vulgaris	Klein kruiskruid	therofyt	therofyt
Silene dioica	Dagkoekoeksbloem	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
Silene vulgaris*	Blaassilene	hemicryptofyt	rechtopstaande planten
Sonchus arvensis	Akkermelkdistel	geofyt	wortelstok-geofyt
Stellaria media	Vogelmuur	therofyt	therofyt
Stellaria sp.	muur	therofyt	therofyt
Tanacetum vulgare	Boerenwormkruid	hemicryptofyt	polvormende planten
Taraxacum officinale	Paardenbloem	hemicryptofyt	rozetplanten
Urtica dioica	Brandnetel	Geofyt/hemicryptofyt	wortelstok-geofyt
Valerianaella locusta	Gewone veldsla	therofyt	therofyt
Veronica hederifolia	Klimopereprijs	therofyt	therofyt

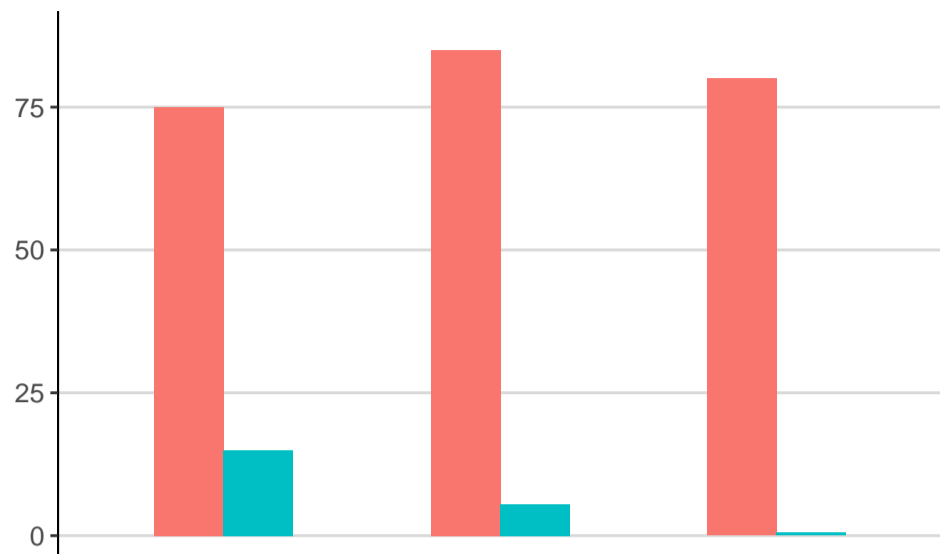
notitie

Bijlage 2 – Bedekkingsgraad kruidlaag en Aziatische duizendknoop per aannemer

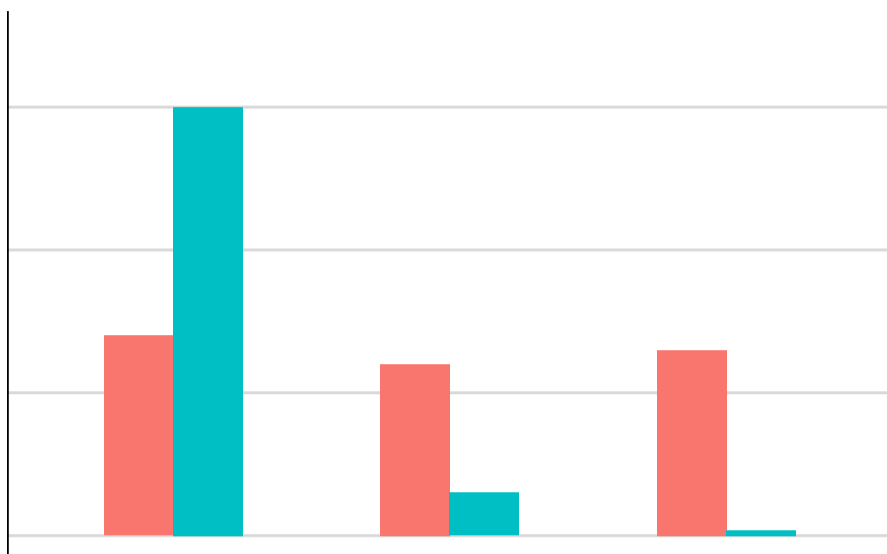
Controle

Bedekking kruiden Bedekking ADK

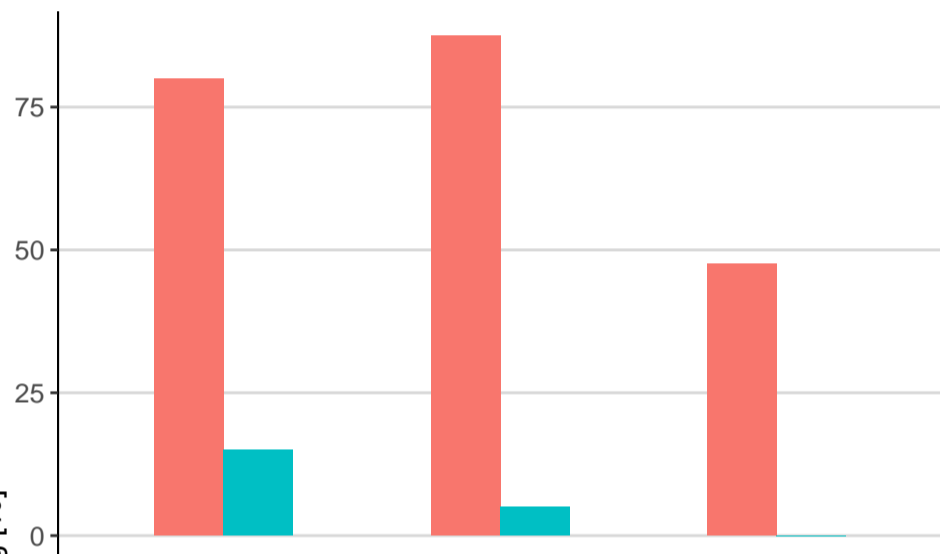
Plot 11



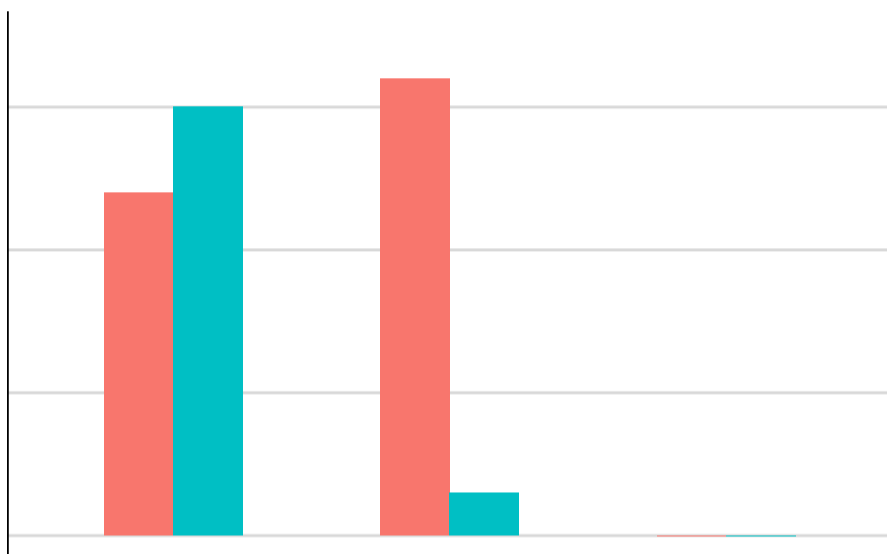
Plot 12



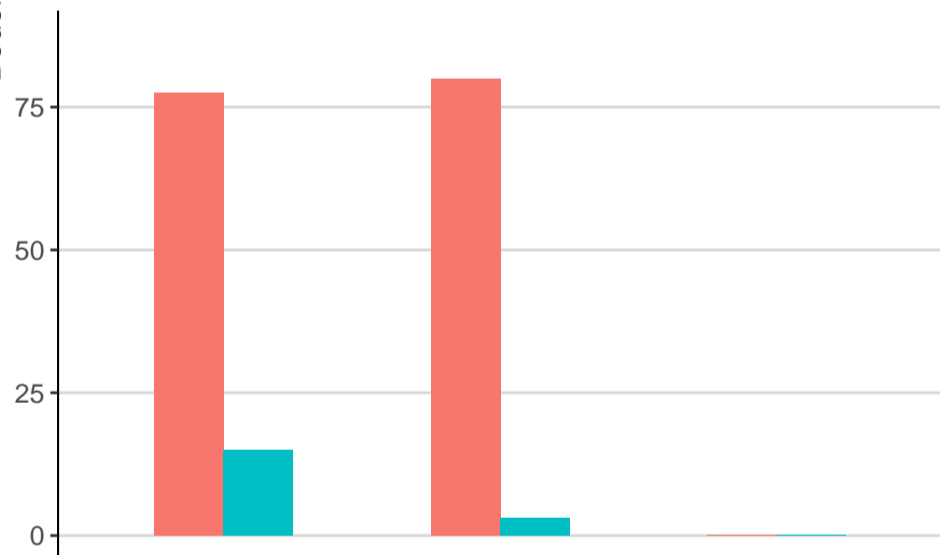
Plot 15



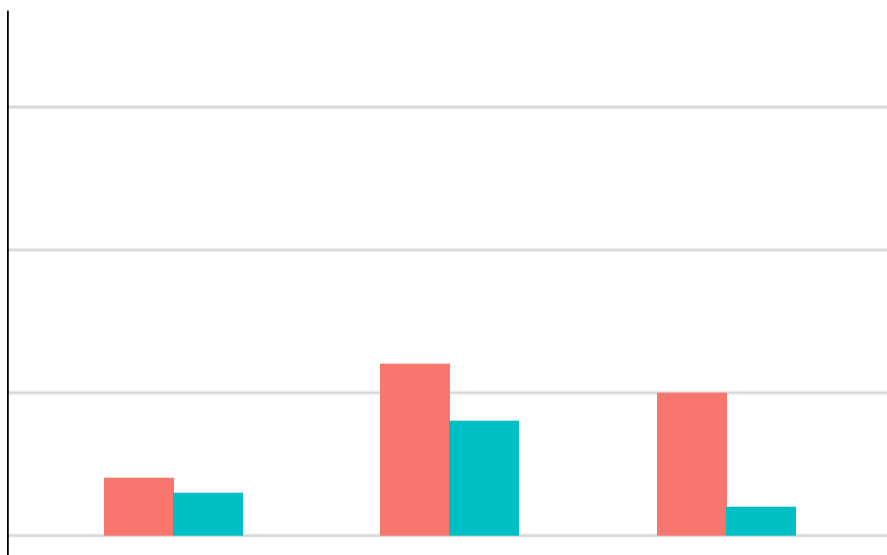
Plot 21



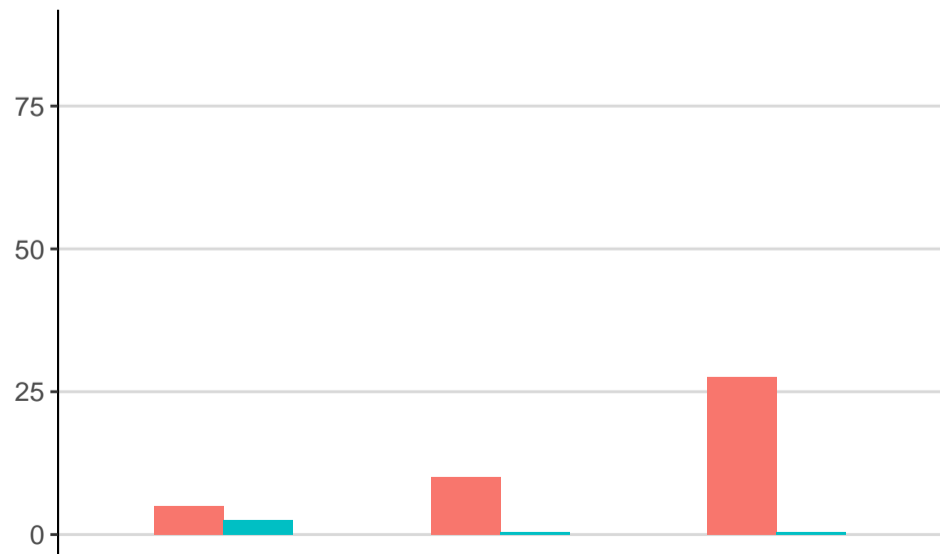
Plot 24



Plot 28



Plot 30



Bedekking [%]

2018

2019

2020

2018

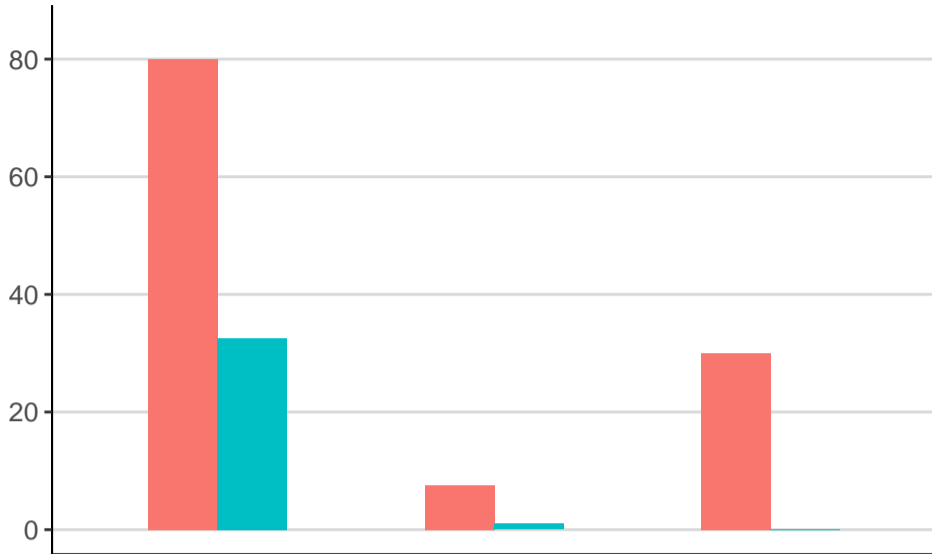
2019

2020

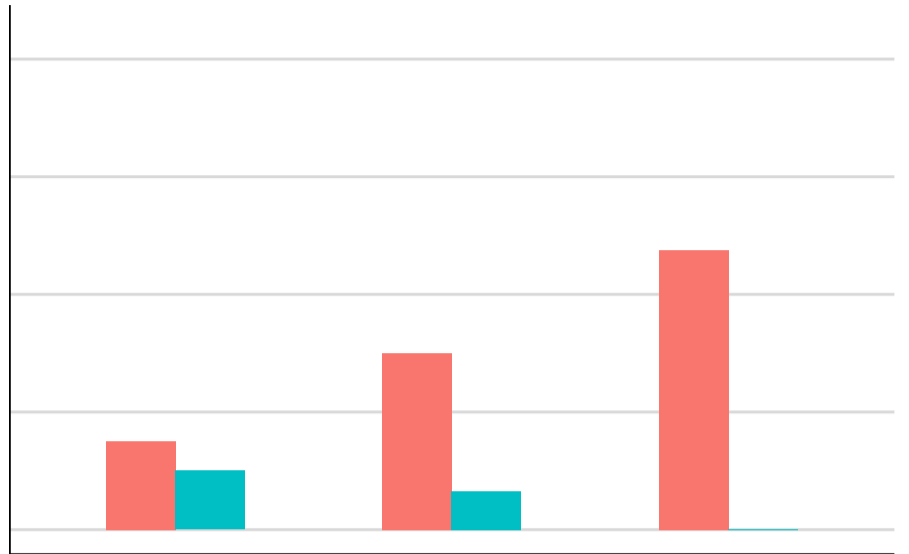
Natuur & Ruimte

Bedekking kruiden Bedekking ADK

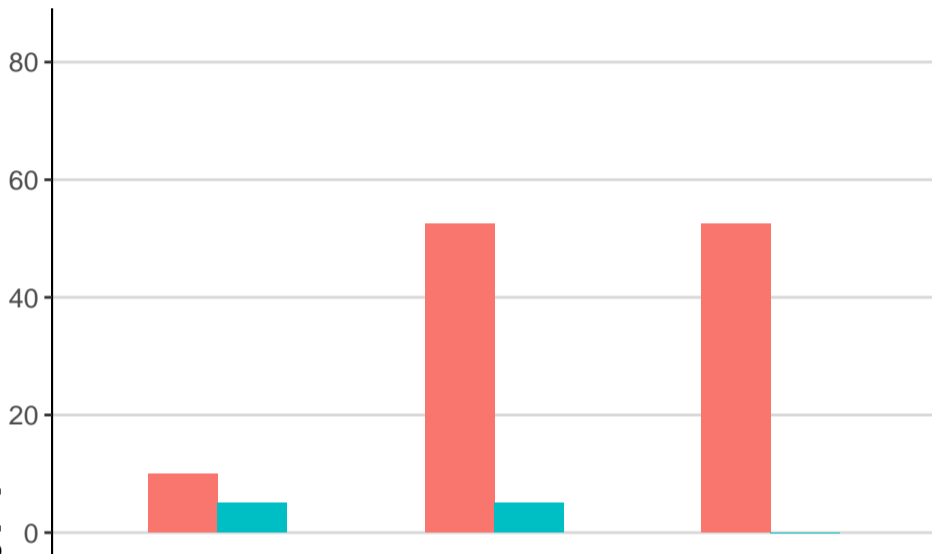
Plot 1



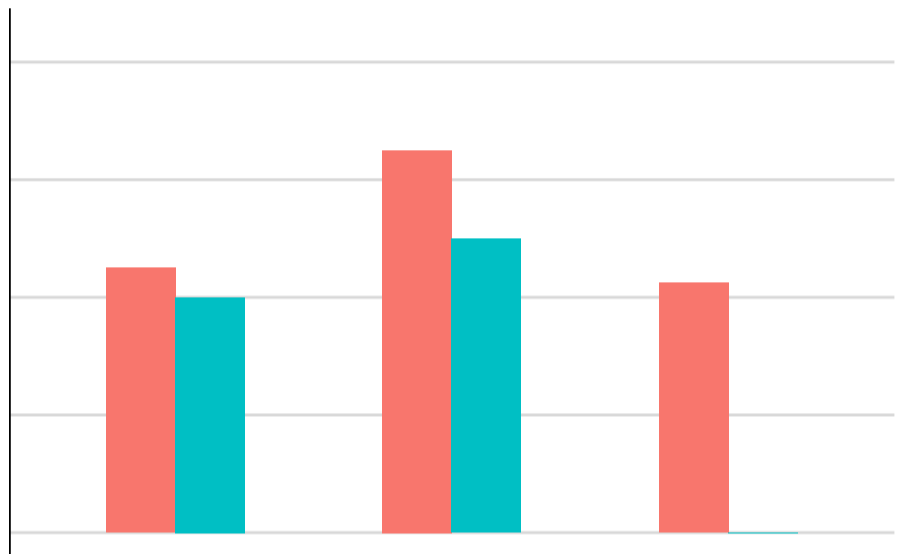
Plot 2



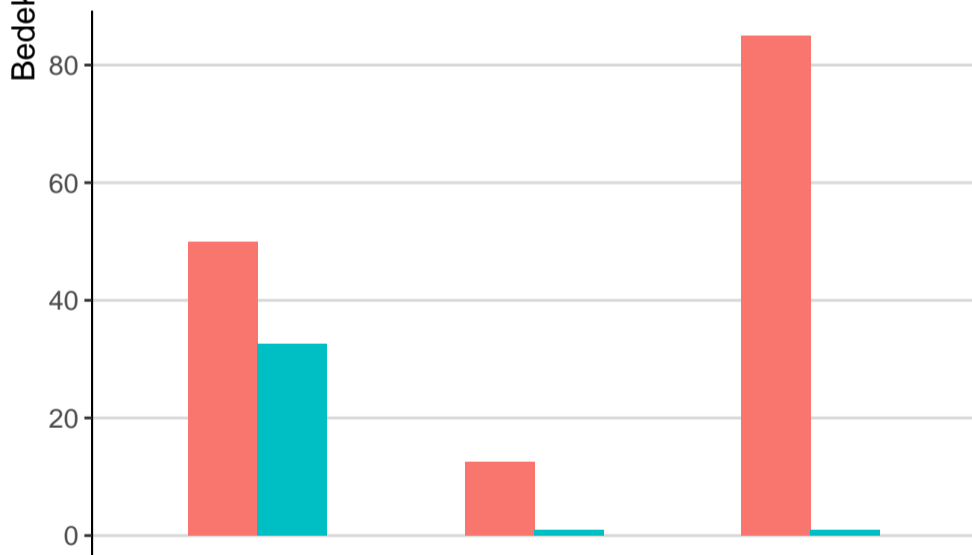
Plot 3



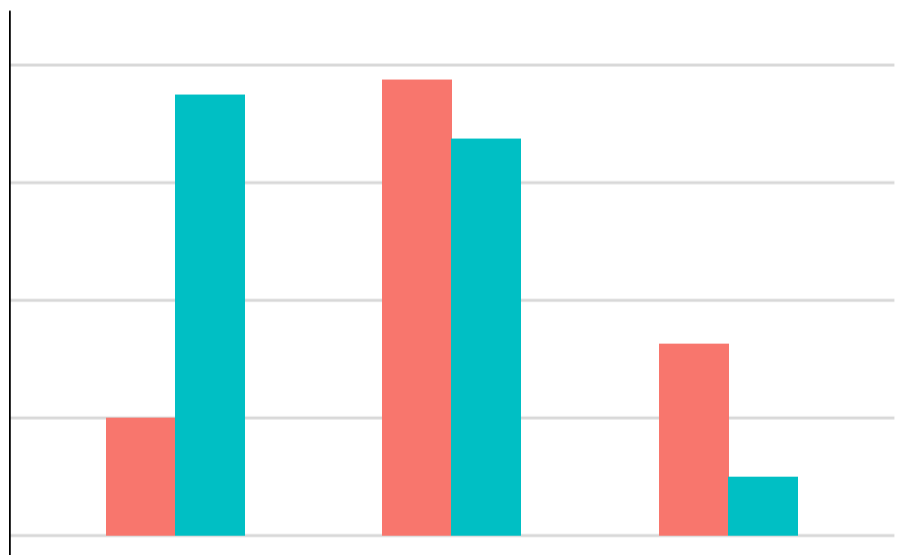
Plot 6



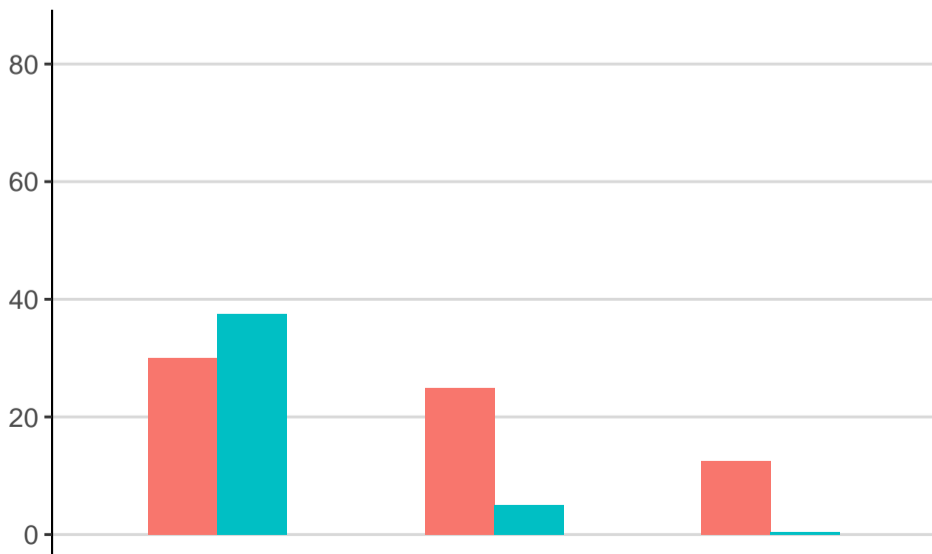
Plot 31



Plot 33



Plot 34



2018

2019

2020

2018

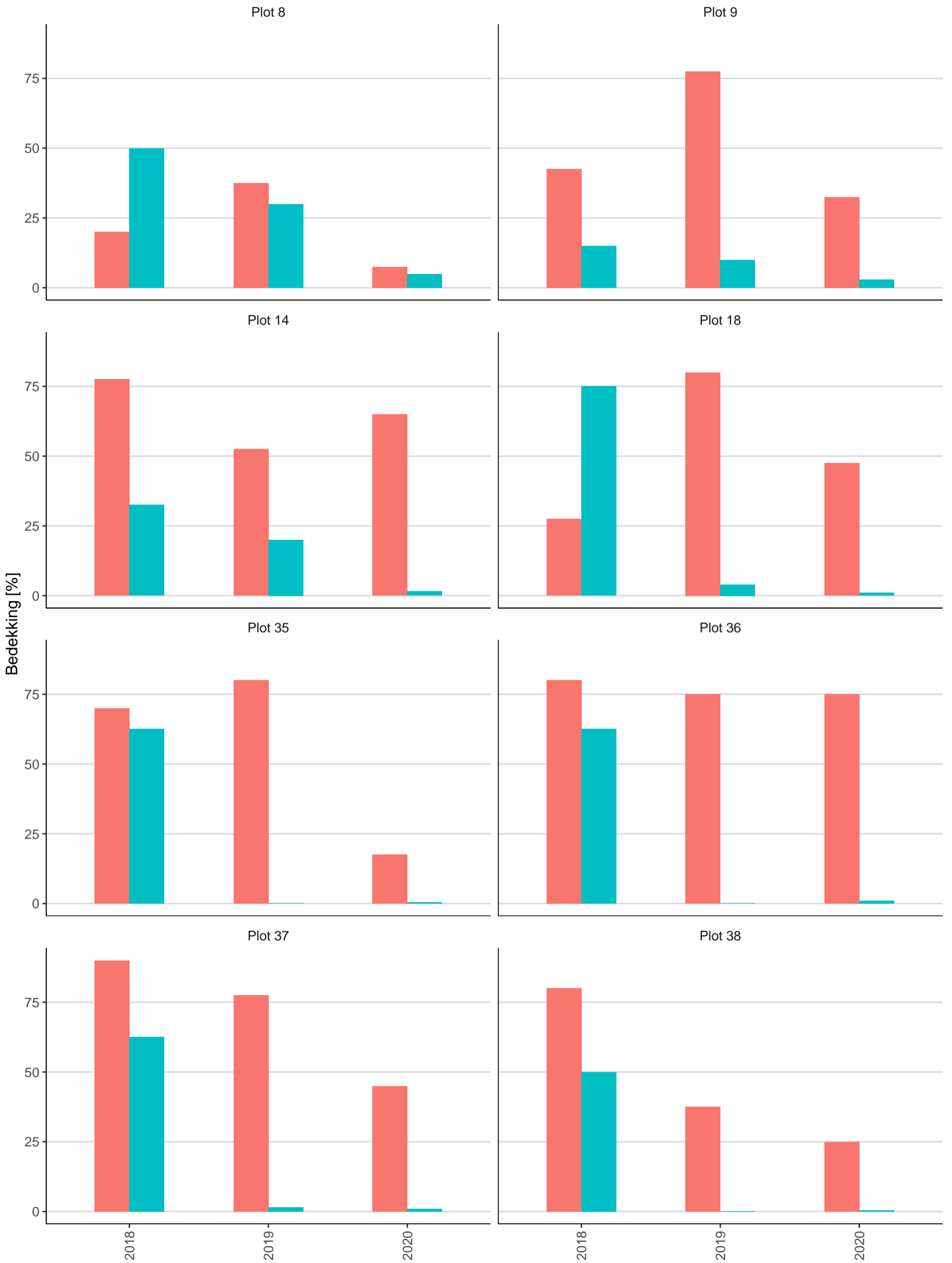
2019

2020

Bedekking [%]

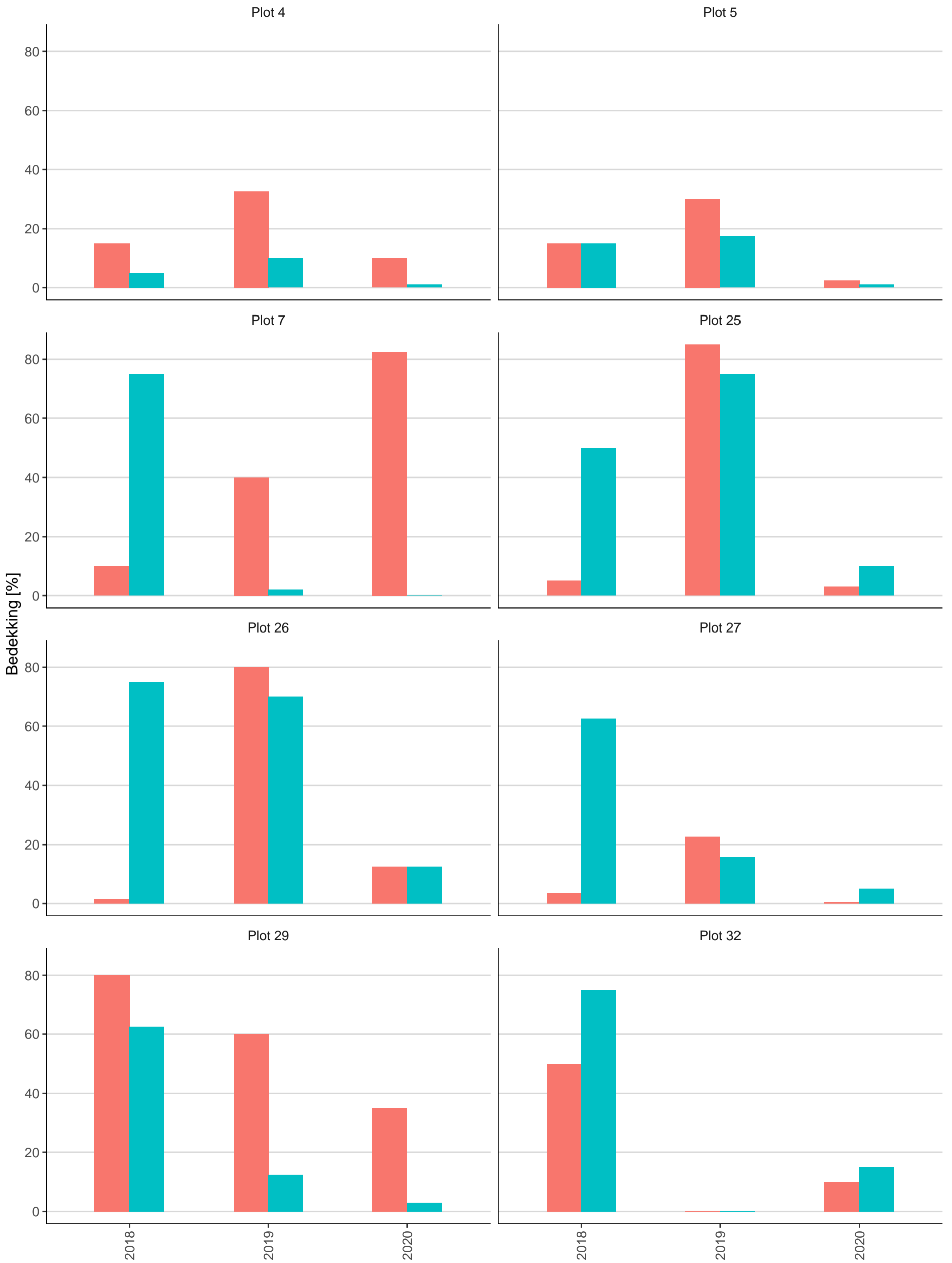
Weed Free Service

Bedekking kruiden Bedekking ADK



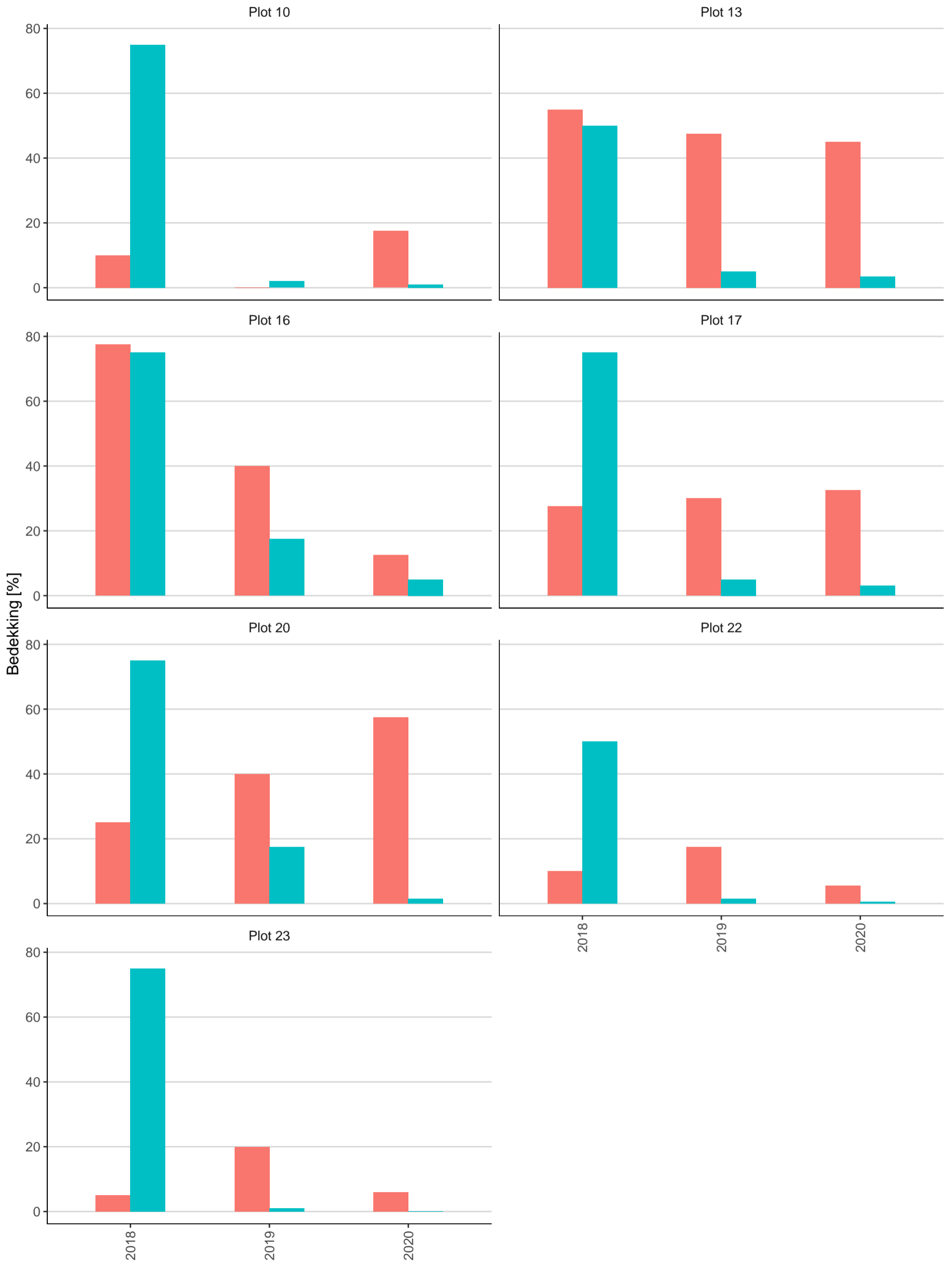
Van de Haar Groep

Bedekking kruiden Bedekking ADK



Wolterinck

Bedekking kruiden Bedekking ADK



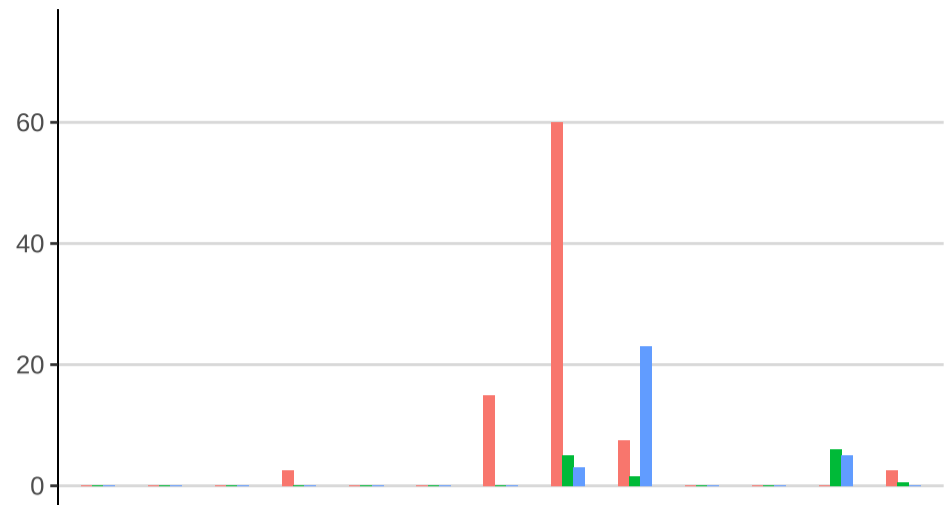
notitie

Bijlage 3 – Bedekkingsgraad per levensvorm per aannemer

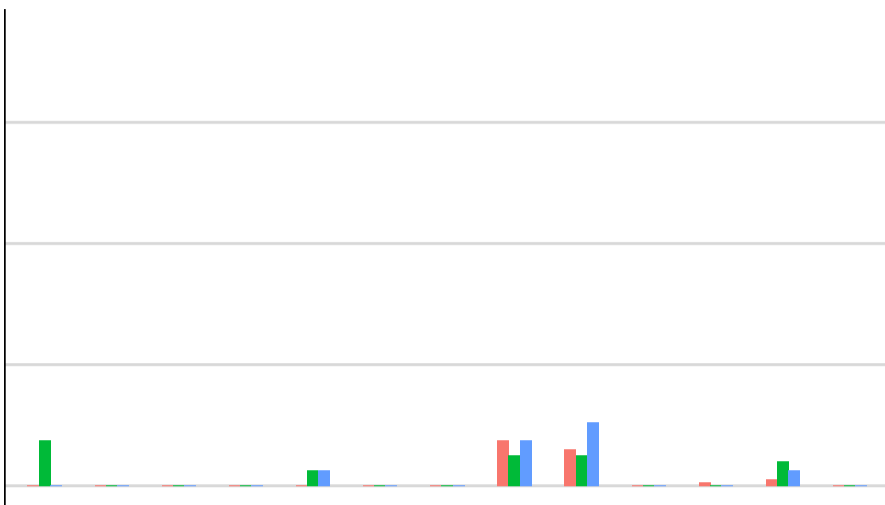
Natuur & Ruimte

2018 2019 2020

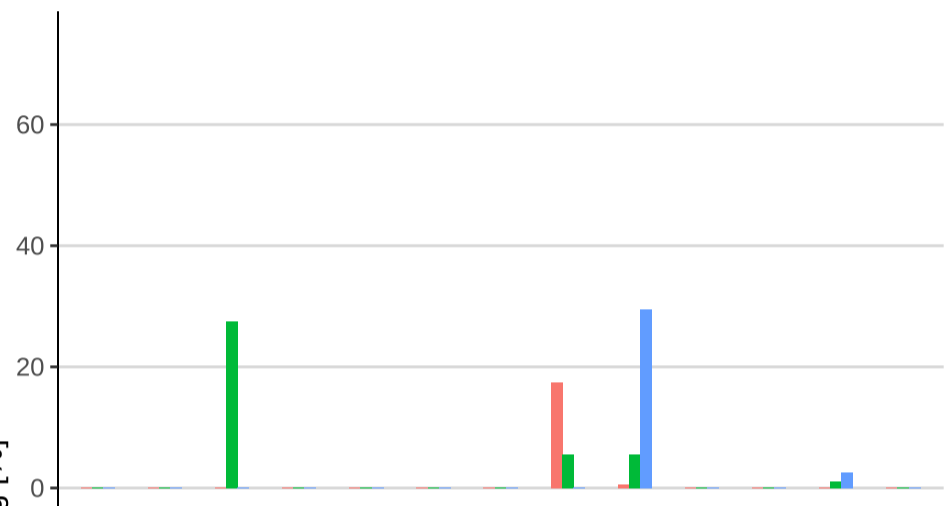
Plot 1



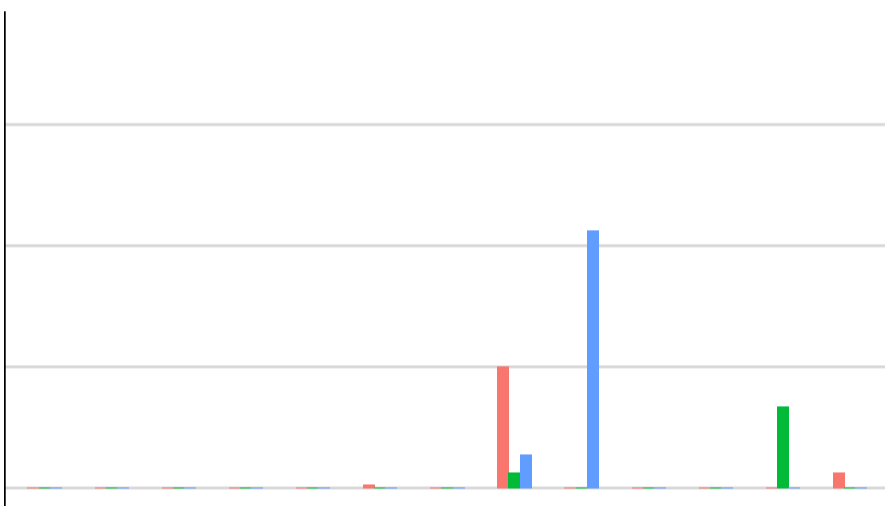
Plot 2



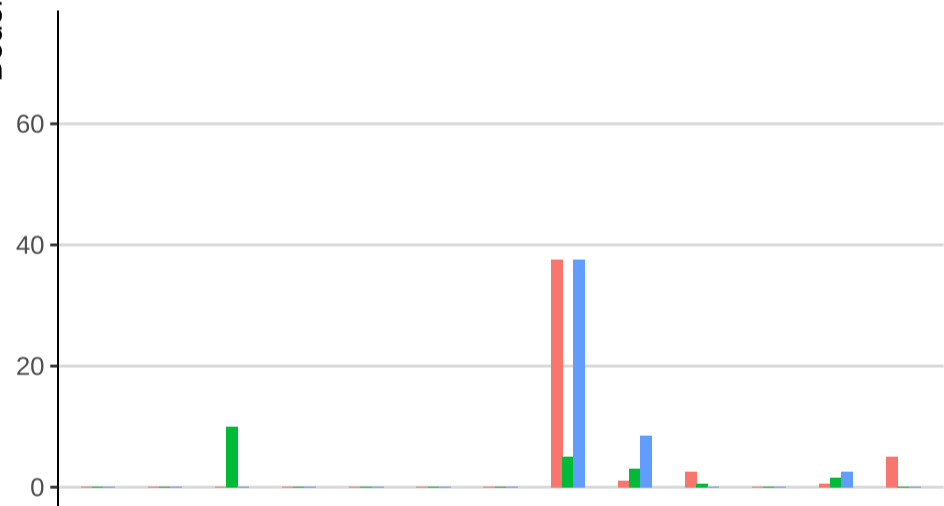
Plot 3



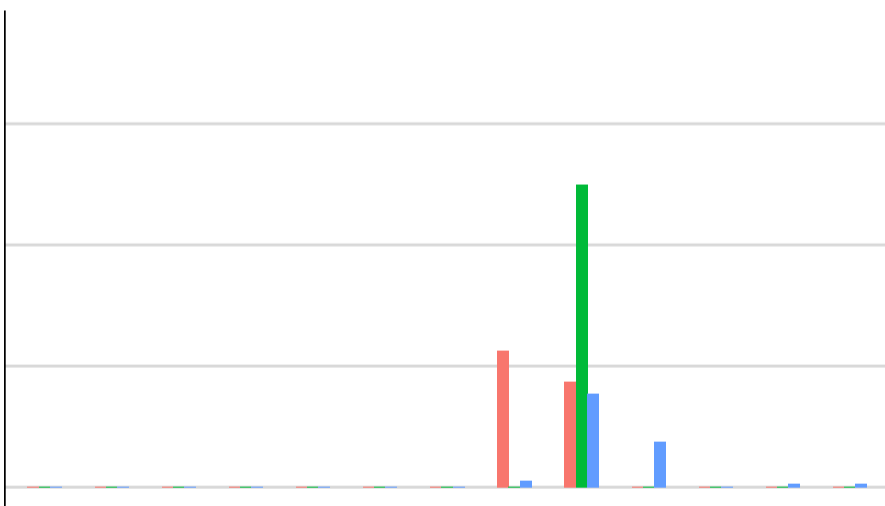
Plot 6



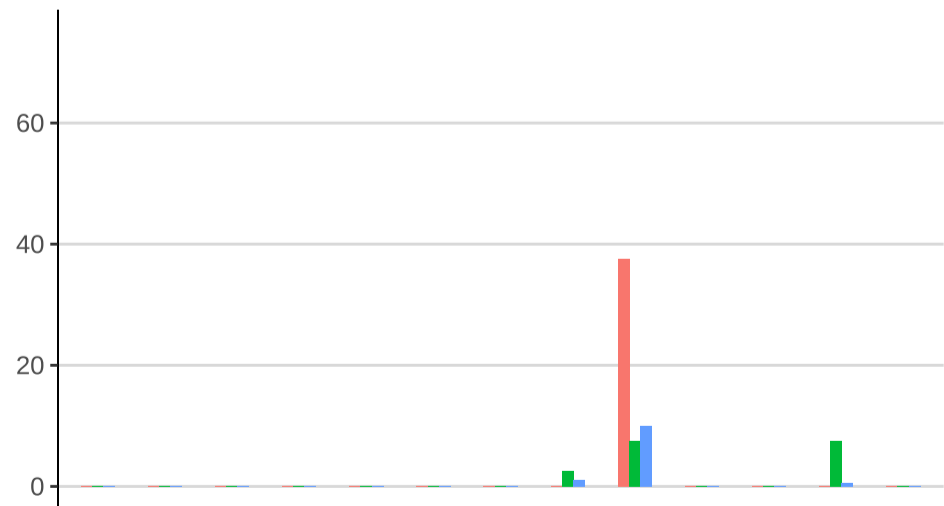
Plot 31



Plot 33



Plot 34

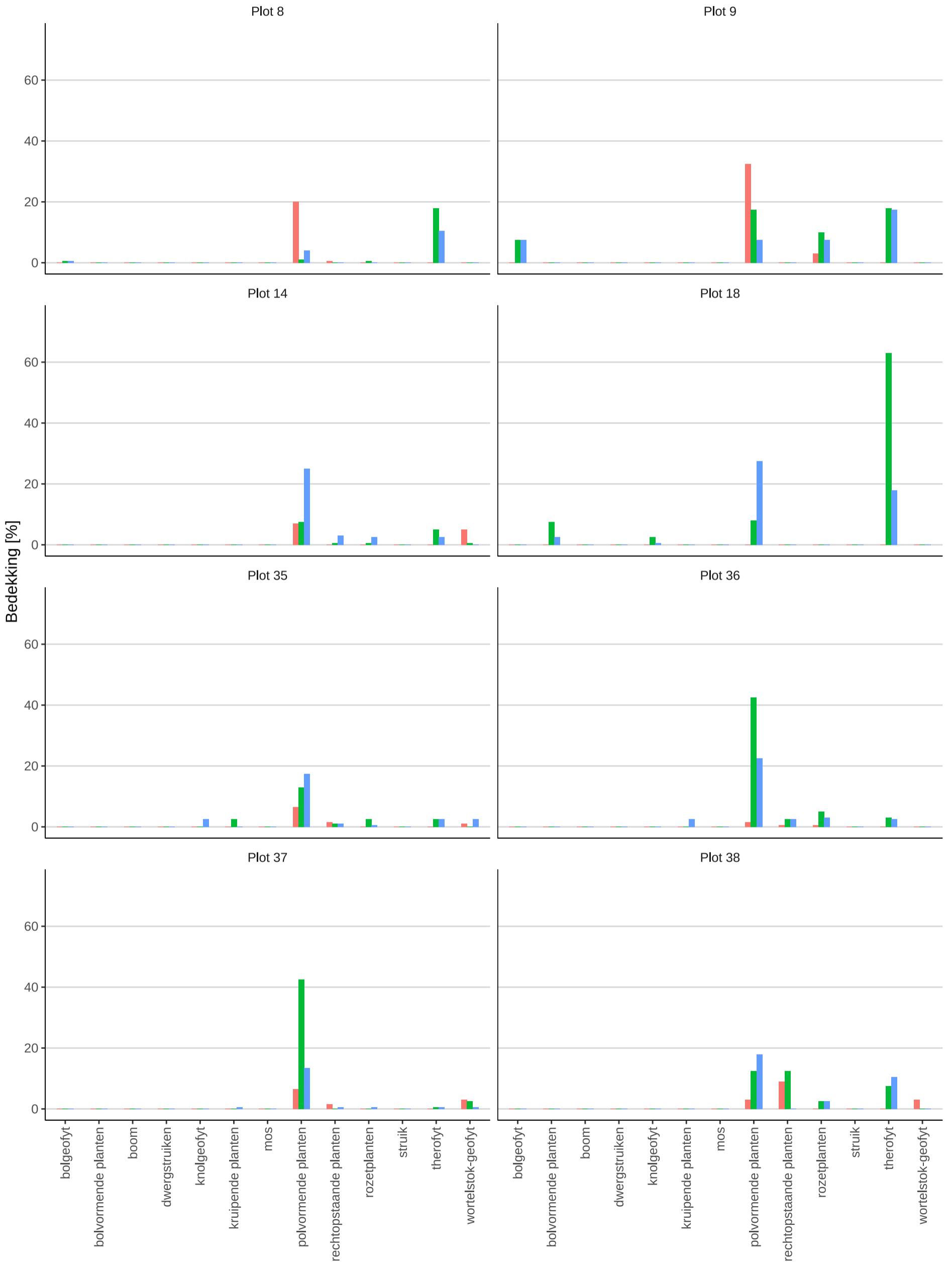


bolgeofyt
bolvormende planten
boom
dwergstruiken
knolgeofyt
kruipende planten
mos
polvormende planten
rechttopstaande planten
rozetplanten
struik
therofyt
wortelstok-geofyt

Bedekking [%]

Weed Free Service

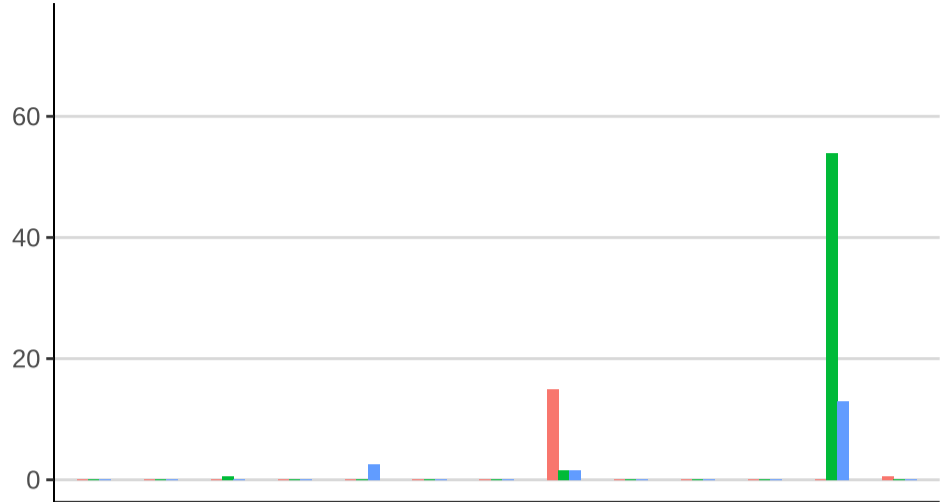
2018 2019 2020



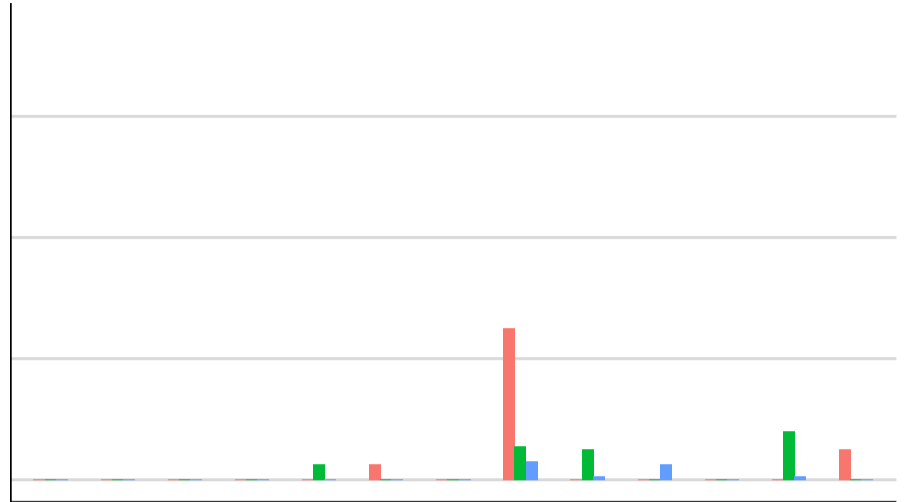
Van de Haar Groep

2018 2019 2020

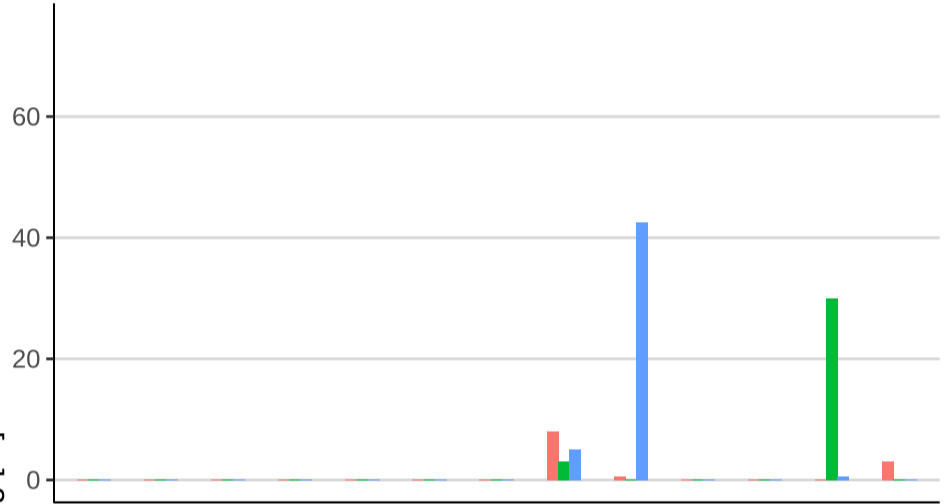
Plot 4



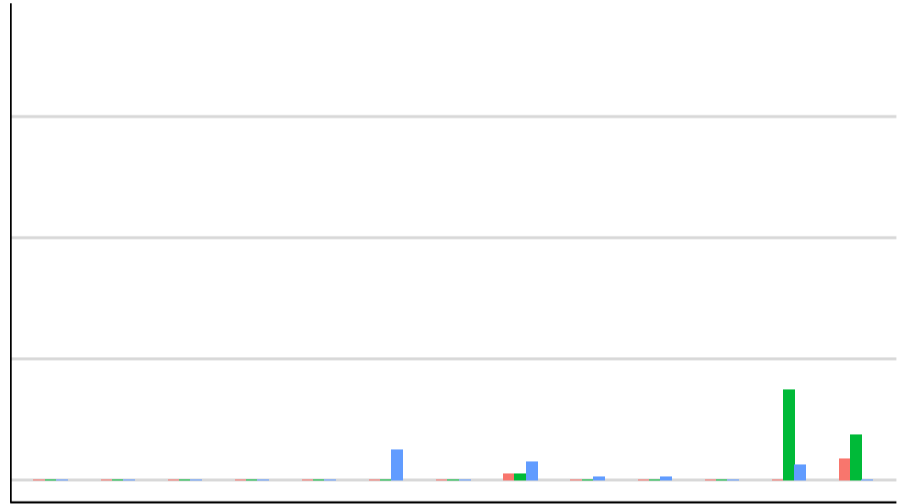
Plot 5



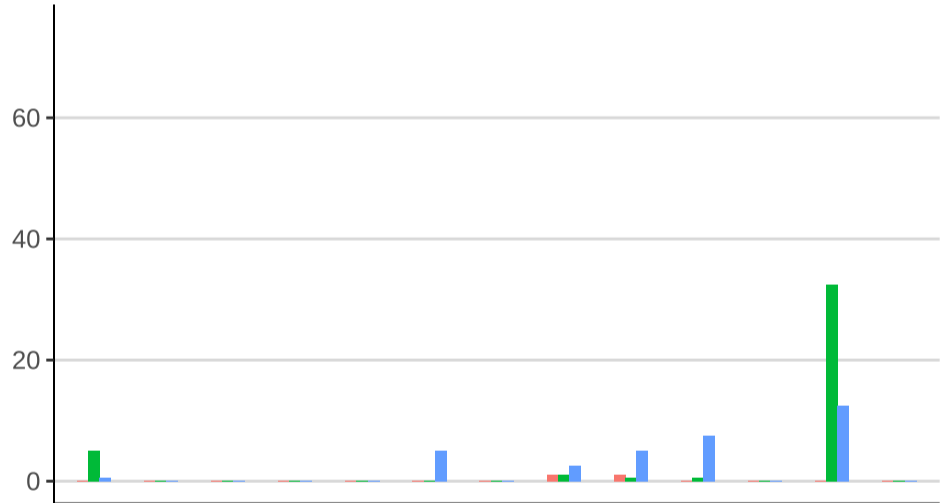
Plot 7



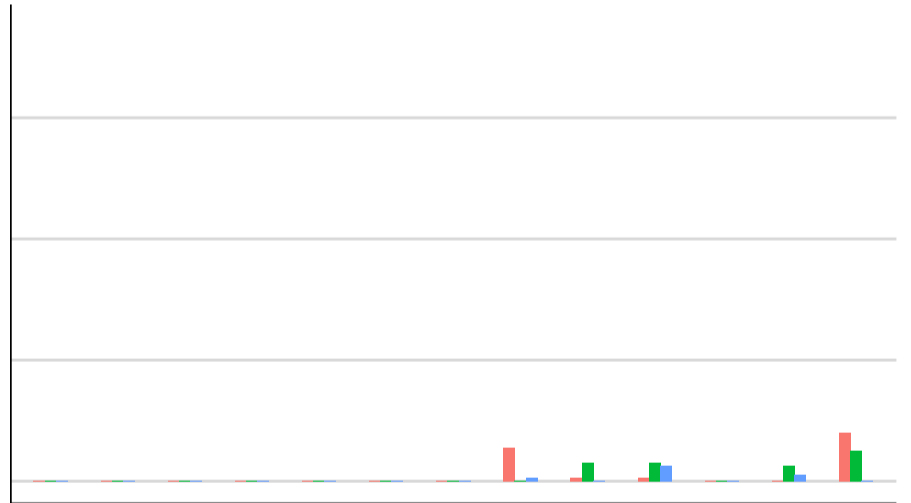
Plot 25



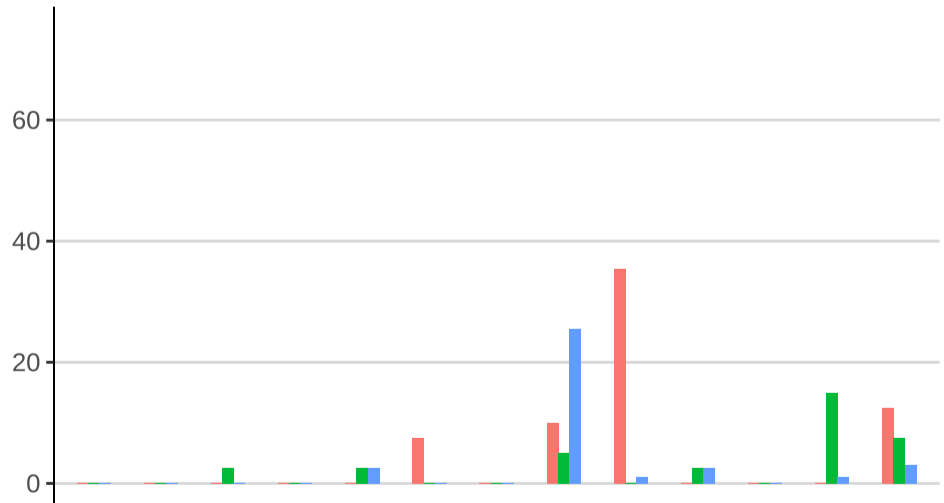
Plot 26



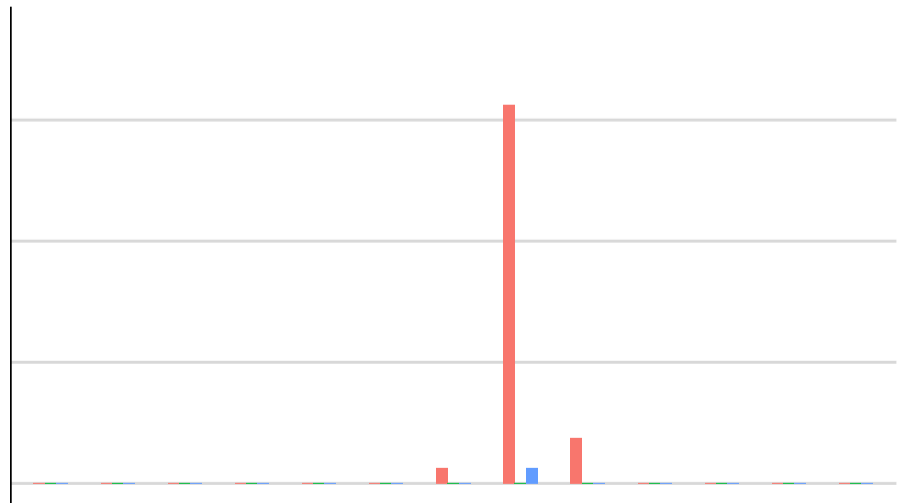
Plot 27



Plot 29



Plot 32



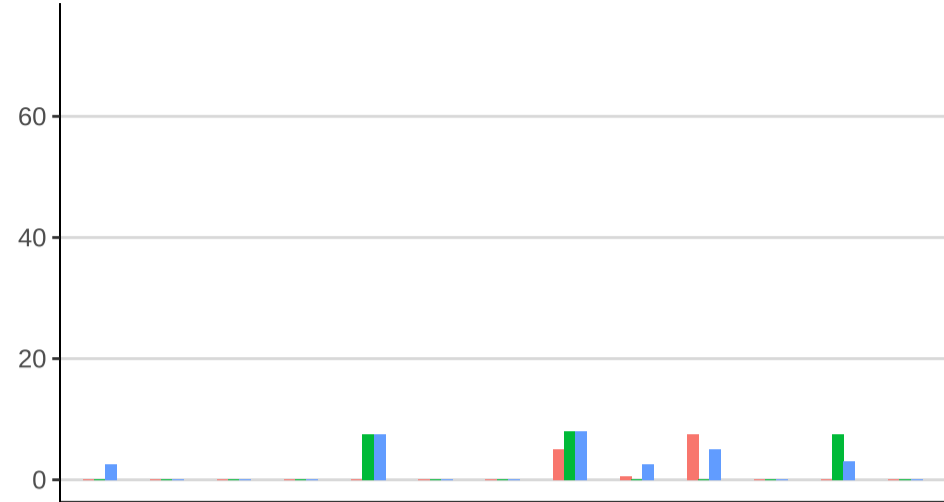
Bedekking [%]

bolgeofyt bolvormende planten boom dwergstruiken knolgeofyt kruipende planten mos polvormende planten rechttopstaande planten rozetplanten struik therofyt wortelstok-geofyt

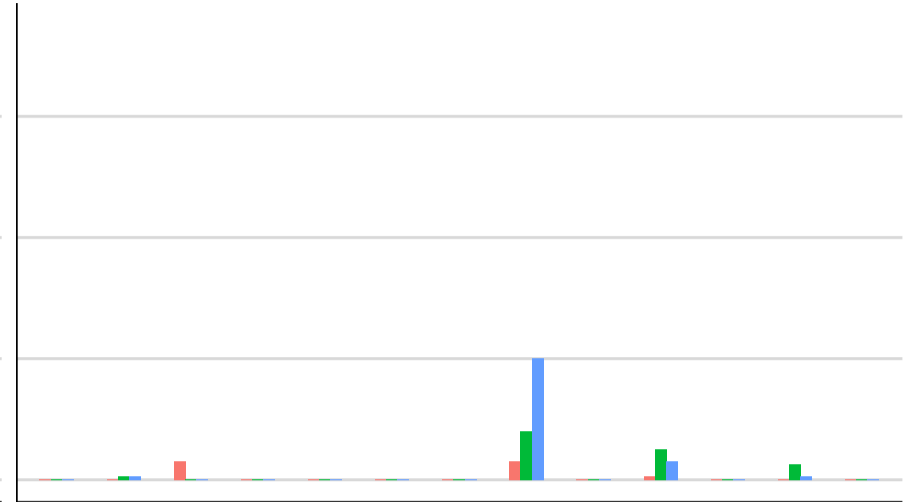
Wolterinck

2018 2019 2020

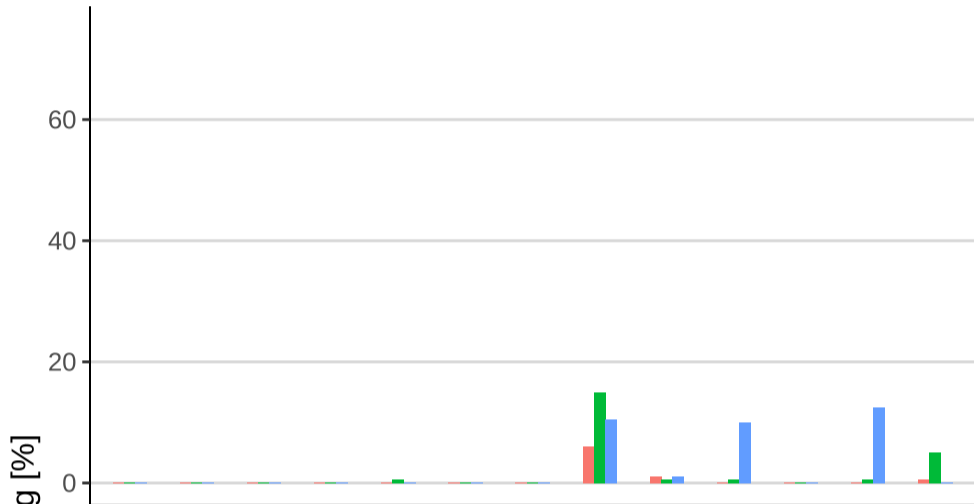
Plot 10



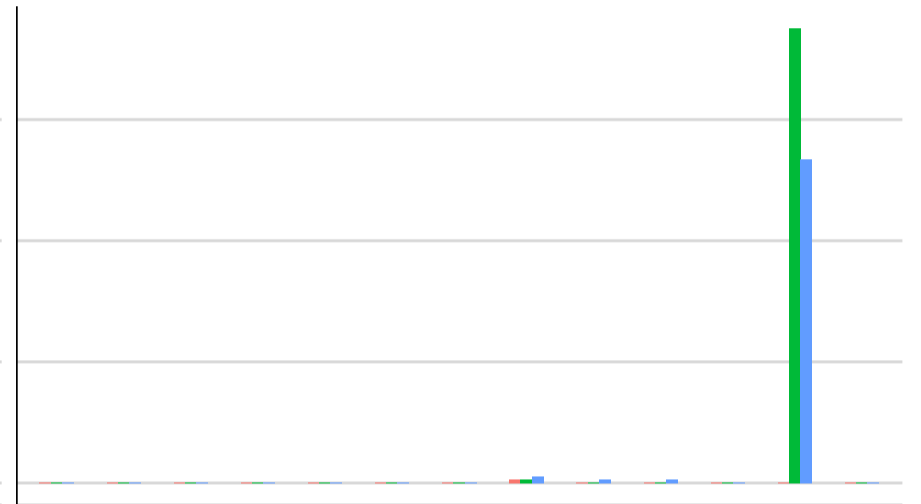
Plot 13



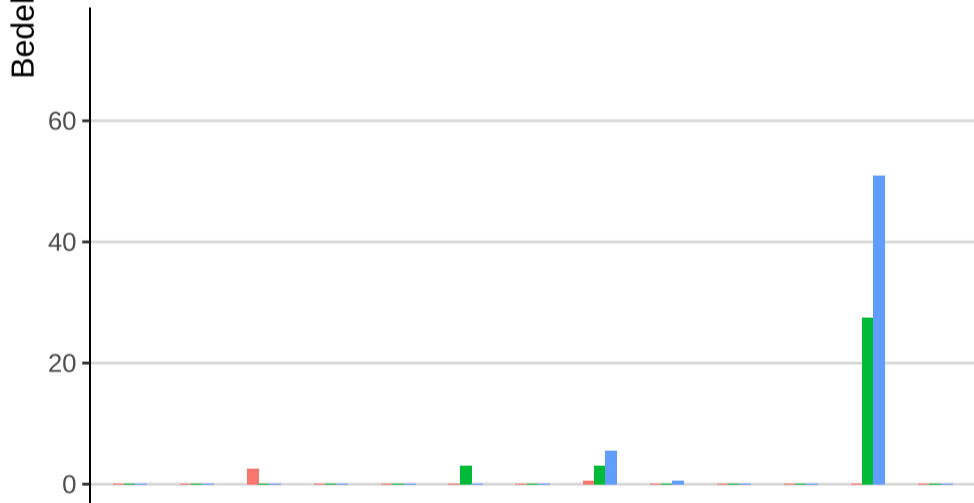
Plot 16



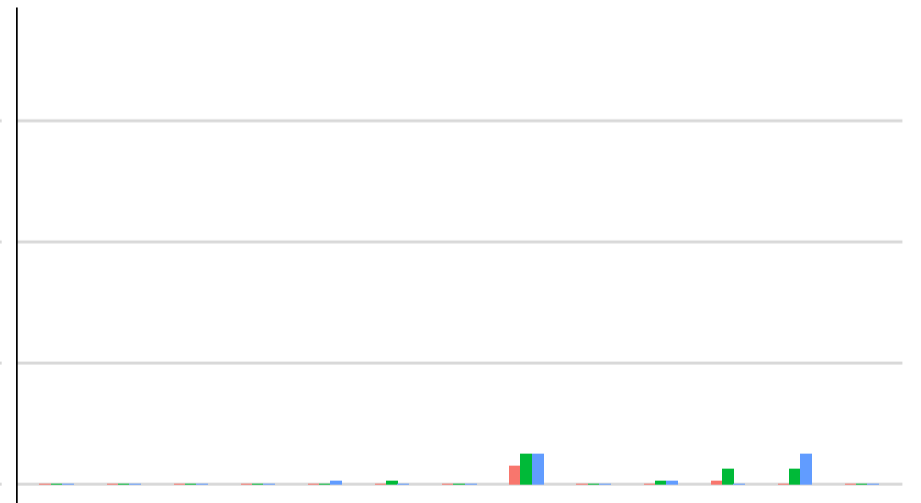
Plot 17



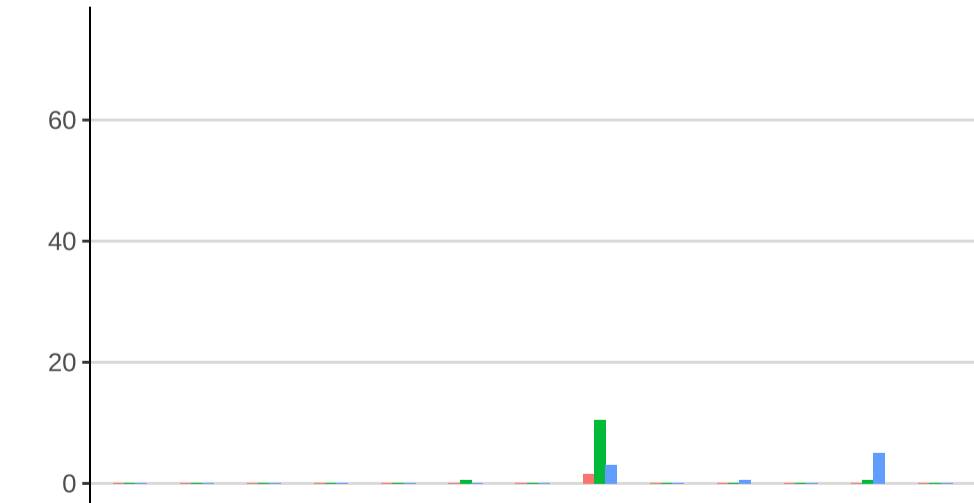
Plot 20



Plot 22



Plot 23

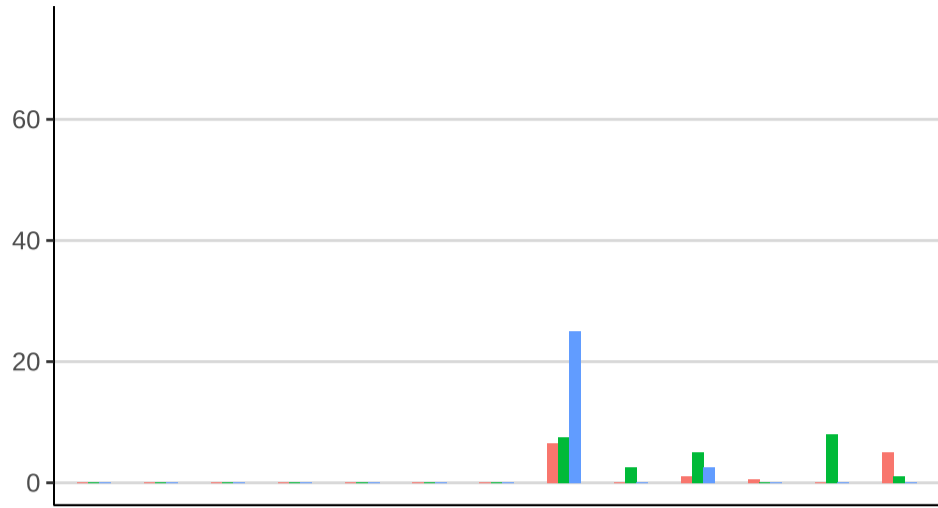


bolgeofyt
bolvormende planten
boom
dwergstruiken
knolgeofyt
kruipende planten
mos
polvormende planten
rechttopstaande planten
rozetplanten
struik
therofyt
wortelstok-geofyt

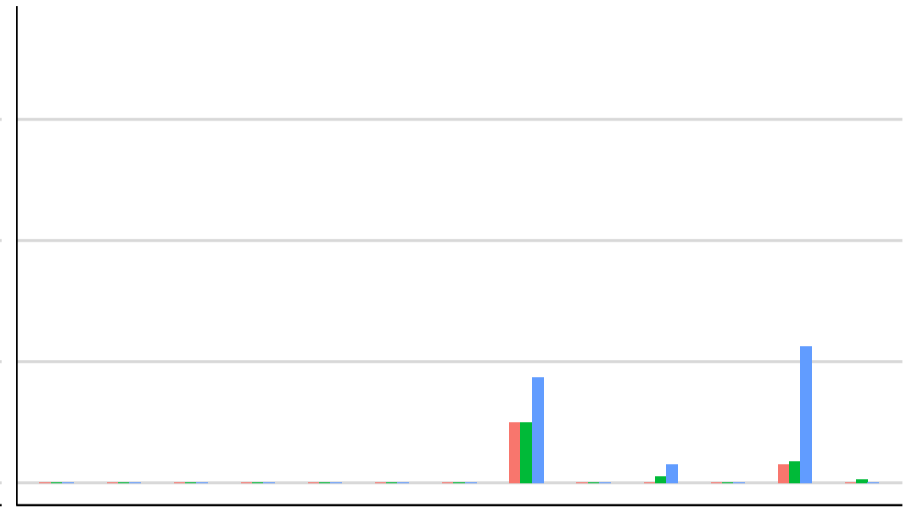
Controle

2018 2019 2020

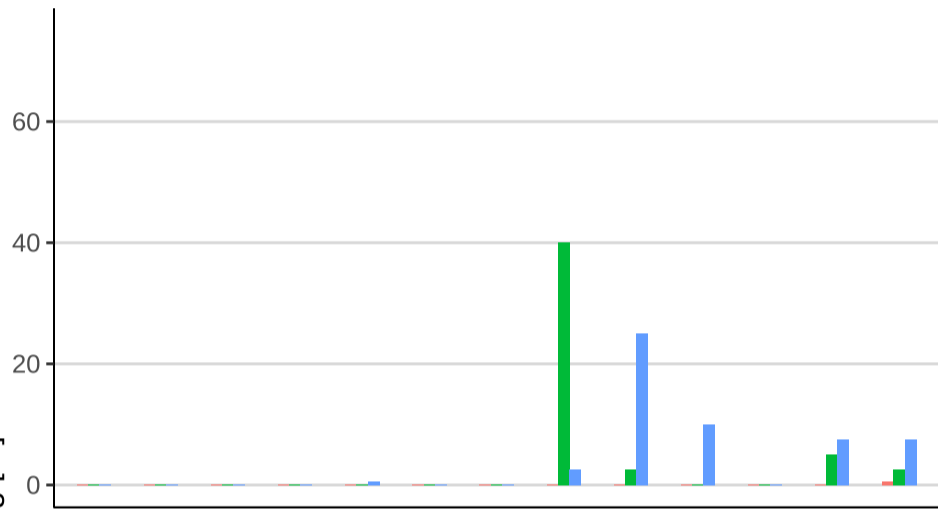
Plot 11



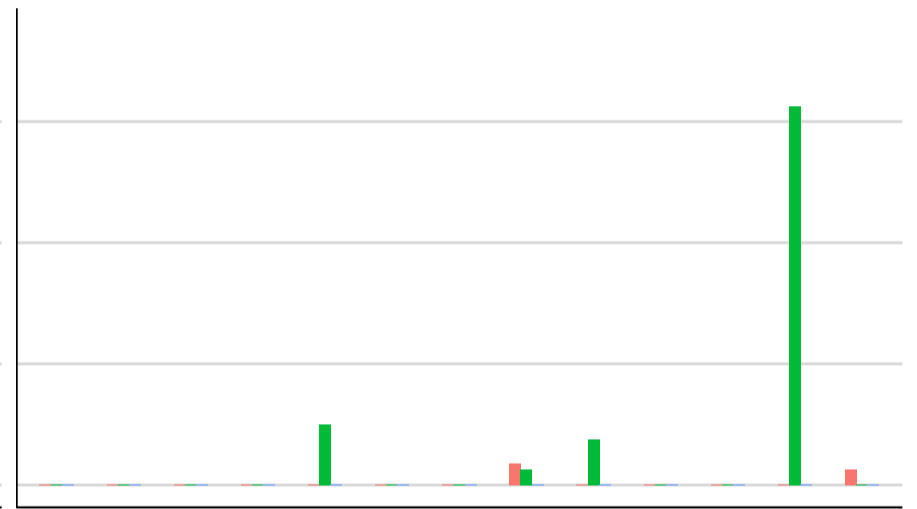
Plot 12



Plot 15



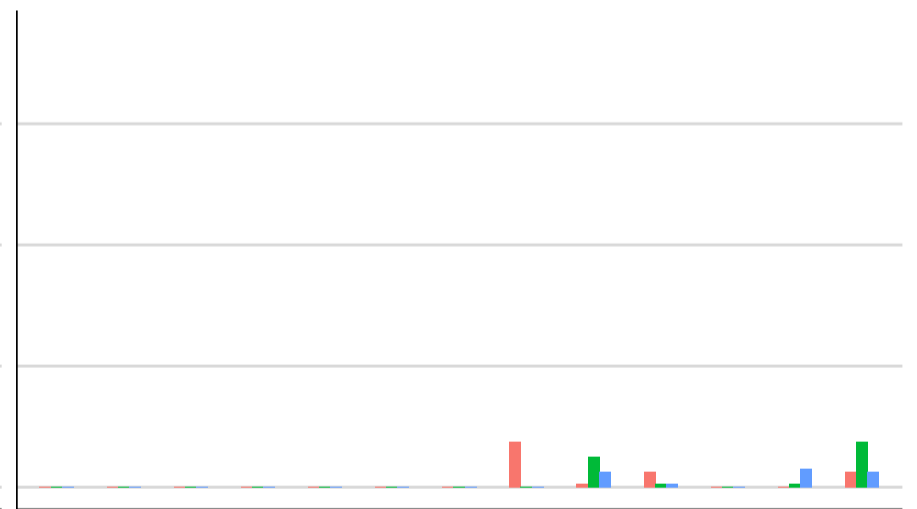
Plot 21



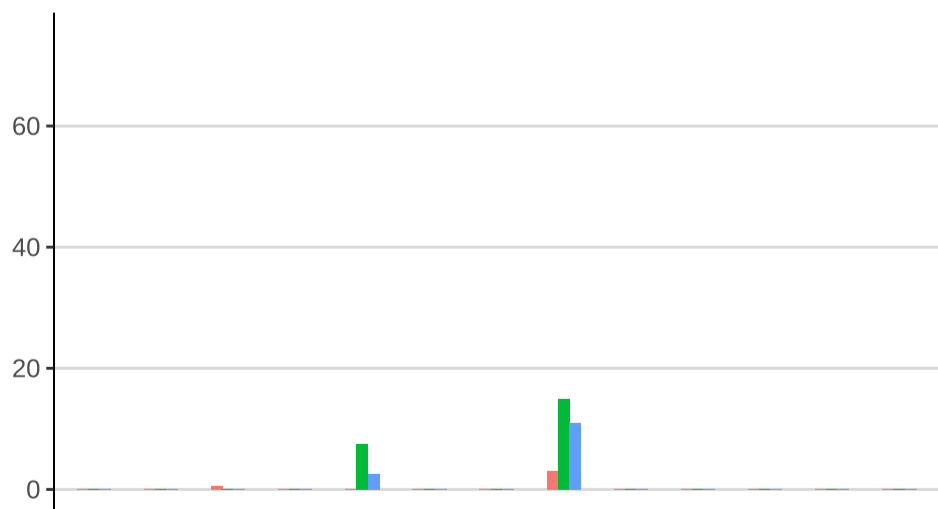
Plot 24



Plot 28



Plot 30



bolgeofyt
bolvormende planten
boom
dwergstruiken
knolgeofyt
kruipende planten
mos
polvormende planten
rechttopstaande planten
rozetplanten
struik
therofyt
wortelstok-geofyt

Bedekking [%]