

o+bn

Kennisnetwerk OBN

Beheeroptimalisatie Zuid-Limburgse hellingschraallanden

Effecten van gefaseerde begrazing op bodem, vegetatie en fauna



Beheeroptimalisatie Zuid-Limburgse hellingschraallanden

Effecten van gefaseerde begrazing op bodem, vegetatie en fauna





© 2016 VBNE, Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren

Rapport nr. 2016/OBN209-HE
Driebergen, 2016

Deze publicatie is tot stand gekomen met een financiële bijdrage van BIJ12, het Ministerie van Economische Zaken en de provincie Limburg

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Deze uitgave kan schriftelijk of per e-mail worden besteld bij de VBNE onder vermelding van code 2016/OBN209-HE en het aantal exemplaren.

| | |
|---------------|---|
| Oplage | 50 exemplaren |
| Samenstelling | Marijn Nijssen, Stichting Bargerveen Roland Bobbink, Onderzoeksbureau B-WARE Marten Geertsma, Stichting Bargerveen Rik Huiskes, Wageningen Environmental Research Jan Kuper, Stichting Bargerveen Miriam Scherpenisse, Bureau Natuurbalans - Limes Divergens Nina Smits, Wageningen Environmental Research Evi Bohnen-Verbaarschot, Onderzoeksbureau B-WARE Peter Verbeek, Bureau Natuurbalans - Limes Divergens Remco Versluijs, Stichting Bargerveen Michiel Wallis de Vries, de Vlinderstichting Maaïke Weijters, Onderzoeksbureau B-WARE Bart Wouters, Stichting Bargerveen |
| Druk | KNNV Uitgeverij/KNNV Publishing |
| Foto voorkant | Schapenbegrazing. Fotograaf Marijn Nijssen |
| Productie | Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE) Adres : Princenhof Park 9, 3972 NG Driebergen Telefoon : 0343-745250 E-mail : info@vbne.nl |

Voorwoord

Het doel van het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (OBN) is het ontwikkelen, verspreiden en benutten van kennis voor terreinbeheerders over natuurherstel, Natura 2000, PAS, leefgebiedenbenadering en ontwikkeling van nieuwe natuur.

In het kader van natura 2000 worden in Europees perspectief zeldzame soorten en vegetatietypen in Nederland beschermd. In dit rapport staan de Zuid-Limburgse hellingschraallanden centraal, die vallen onder het habitatype 'Kalkgrasland' (H6210) en het prioritair habitatype 'heischrale graslanden' (*H6230). Vrijwel alle Nederlandse hellingschraallanden zijn aangewezen als Natura2000 gebied.

Hellingschraallanden zijn oude cultuurgraslanden met een zeer hoge natuurwaarde. Zowel door het beëindigen van het oorspronkelijke gebruik in de loop van de vorige eeuw als door verrijking van de bodem door atmosferische stikstofdepositie is de biodiversiteit van deze graslanden sterk achteruit gegaan. Herstelbeheer in de vorm van begrazen en maaien en verwijderen van boom- en struweelopslag heeft de kwaliteit van de resterende graslanden verbeterd. Dit beheer blijkt echter niet voldoende effectief om verrijking met nutriënten tegen te gaan en alle karakteristieke planten- en diersoorten van hellingschraallanden in stand te houden.

Om de soortenrijkdom van hellingschraallanden verder te herstellen, is het essentieel het beheer te optimaliseren door een goede afstemming op de habitateisen en levenscyclus van de typische plant- en diersoorten. Deze afstemming is juist voor soorten van hellingschraallanden essentieel omdat er door de sterk versnipperde en geïsoleerde ligging van hellingschraallanden nauwelijks mogelijkheden voor uitwijken en uitwisseling zijn.

Om te onderzoeken of fasering van het begrazingsbeheer in hellingschraallanden leidt tot een verhoging van de biodiversiteit en ook praktisch uitvoerbaar is, is een grootschalig veldexperiment uitgevoerd dat drie jaar lang heeft gelopen. Hierbij is niet alleen gekeken naar effecten op typische flora en fauna, maar ook op de efficiëntie voor het afvoeren van nutriënten en het kostenaspect.

In hoofdstuk 6 en 7 worden de resultaten weergegeven. Deze resultaten gaan niet alleen in op de effecten op het microklimaat en typische flora en fauna, maar ook op het kostenaspect. Uit dit onderzoek blijkt duidelijk dat fasering van begrazing een belangrijke rol kan spelen om meer stikstof en fosfaat uit graslanden te verwijderen en meer kansen te creëren voor karakteristieke flora en fauna. In hoofdstuk 9 zijn deze resultaten vertaald in aanbevelingen voor het beheer.

Ik wens u veel leesplezier.

Teo Wams

Voorzitter OBN Adviescommissie

Inhoudsopgave

| | |
|--|-----------|
| Voorwoord | 4 |
| Inhoudsopgave | 6 |
| Samenvatting | 9 |
| Management summary | 12 |
| 1 Inleiding | 15 |
| 1.1 Optimalisatie beheer van hellingschraallanden | 15 |
| 1.2 Onderzoeksvragen en hypothese | 16 |
| 1.3 Proefopzet en onderzoeksgebieden | 17 |
| 1.3.1 Proefopzet | 17 |
| 1.3.2 Onderzoeksterreinen | 18 |
| 2 Nutriëntenafvoer en bodemchemie | 21 |
| 2.1 Onderzoeksmethoden | 21 |
| 2.1.1 Nutriëntenafvoer | 21 |
| 2.2 Effecten van gefaseerde begrazing op de afvoer van nutriënten | 23 |
| 2.2.1 Afvoer van N en P | 23 |
| 2.2.2 Groei en afvoer van biomassa | 24 |
| 2.2.3 Achtergebleven nutriënten in schapenmest | 26 |
| 2.3 Bodemchemie | 28 |
| 2.3.1 Algemene beschrijving bodemchemie | 28 |
| 2.3.2 Plantbeschikbaar P | 28 |
| 2.3.3 Ammonium- en nitraatgehalte | 28 |
| 2.4 Conclusies | 31 |
| 3 Karakteristieke plantensoorten | 33 |
| 3.1 Methoden | 33 |
| 3.1.1 Uitvoering veldwerk | 33 |
| 3.1.2 Correctie voor oppervlakte | 33 |
| 3.1.3 Overige tellingen | 34 |
| 3.1.4 Bepaling van de trend | 34 |
| 3.2 Lijst van karakteristieke plantensoorten | 34 |
| 3.3 Veranderingen in soortverspreiding | 37 |
| 3.3.1 Winkelberg | 37 |
| 3.3.2 Wrakelberg | 37 |
| 3.3.3 Laamhei | 39 |
| 3.3.4 Vergelijkbare ontwikkelingen in verschillende terreinen? | 40 |
| 3.3.5 Relatie met soorteigenschappen | 40 |
| 3.4 Treedt extra verstruweling op? | 41 |
| 3.5 Conclusies | 42 |
| <i>Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit</i> | 6 |

| | |
|--|-----------|
| 4 Bloembeschikbaarheid en zaadzetting | 43 |
| 4.1 Methoden | 43 |
| 4.1.1 Bloembeschikbaarheid | 43 |
| 4.1.2 Zaadzetting & vitaliteit zaad | 44 |
| 4.2 Resultaten | 46 |
| 4.2.1 Bloembeschikbaarheid | 46 |
| 4.2.2 Zaadzetting en vitaliteit | 52 |
| 4.3 Discussie | 54 |
| 4.3.1 Conclusies bloemaanbod en zaadzetting | 55 |
| 5 Microklimaat | 56 |
| 5.1 Methode | 56 |
| 5.2 Gemiddelde temperatuur | 56 |
| 5.3 Variatie in temperatuur | 58 |
| 5.4 Conclusies | 60 |
| 6 Fauna | 62 |
| 6.1 Inleiding | 62 |
| 6.1.1 Verschillen tussen de onderzoeksgebieden | 62 |
| 6.1.2 Correctie per gebied | 63 |
| 6.2 Dagvlinders | 64 |
| 6.2.1 Methode | 64 |
| 6.2.2 Resultaten dagvlinders | 64 |
| 6.2.3 Effecten van gefaseerde begrazing | 65 |
| 6.2.4 Effecten van timing van begrazing | 66 |
| 6.2.5 Conclusies dagvlinders | 71 |
| 6.3 Bloembezoekers | 72 |
| 6.3.1 Methoden | 72 |
| 6.3.2 Resultaten | 72 |
| 6.4 Wantsen | 76 |
| 6.4.1 Methoden | 76 |
| 6.4.2 Karakteristieke soorten | 76 |
| 6.4.3 Resultaten | 78 |
| 6.4.4 Conclusies wantsen | 84 |
| 6.5 Sprinkhanen | 85 |
| 6.5.1 Methoden | 85 |
| 6.5.2 Resultaten | 85 |
| 6.5.3 Conclusies sprinkhanen | 87 |
| 6.6 Loopkevers | 87 |
| 6.6.1 Methoden | 87 |
| 6.6.2 Resultaten | 87 |
| 6.6.3 Conclusies loopkevers | 91 |
| • Fasering van begrazing heeft geen invloed op het aantal soorten loopkevers en de totale abundantie van loopkevers. Dit geldt zowel | |

| | | |
|-----------|--|------------|
| | voor karakteristieke soorten als voor soorten van droge graslanden en soorten van andere habitats. | 91 |
| 6.7 | Mieren | 91 |
| 6.7.1 | Methoden | 91 |
| 6.7.2 | Resultaten | 91 |
| 6.7.3 | Conclusies mieren | 93 |
| 7 | Uitvoering en kostenefficiëntie gefaseerde begrazing | 94 |
| 7.1 | Graasregimes | 94 |
| 7.2 | Kosten gefaseerde begrazing | 96 |
| 8 | Synthese | 98 |
| 8.1 | Opzet van de synthese | 98 |
| 8.2 | Effecten van gefaseerde begrazing in de tijd | 98 |
| 8.2.1 | Directe effecten | 98 |
| 8.2.2 | Effecten binnen een seizoen | 99 |
| 8.2.3 | Effecten over meerdere jaren | 100 |
| 8.2.4 | Verwachte lange termijn effecten | 100 |
| 8.3 | Wijze van faseren en aanvullend beheer | 101 |
| 9 | Aanbevelingen beheer | 103 |
| 10 | Literatuur | 105 |
| | Bijlage 1. Overzicht bodemchemische gegevens. | 107 |
| | Bijlage 2. Aantalsontwikkeling plantensoorten | 111 |
| | Bijlage 3. Verspreidingskaarten plantensoorten | 121 |
| | Bijlage 4: Groeivorm plantensoorten | 171 |
| | Bijlage 5. Kiemomstandigheden | 173 |
| | Bijlage 6. Zaadmonsters gebruikt voor verdere analyses | 174 |
| | Bijlage 7. Zaadgrootte | 176 |
| | Bijlage 8. Zaadrijpheid | 178 |
| | Bijlage 9. Zaadkieming | 180 |
| | Bijlage 10. Relatie zaadgrootte en rijpheid | 181 |
| | Bijlage 11. Relatie zaadgrootte en kiemingspercentage | 182 |

Samenvatting

Doel van dit onderzoek

Hellingschraallanden zijn oude cultuurgraslanden met een zeer hoge natuurwaarde. Zowel door het beëindigen van het oorspronkelijke gebruik in de loop van de vorige eeuw als door verrijking van de bodem door atmosferische stikstofdepositie is de biodiversiteit van deze graslanden sterk achteruit gegaan. Herstelbeheer in de vorm van begrazen en maaien (veelal integraal in de herfst) en verwijderen van boom- en struweelopslag heeft de kwaliteit van de resterende graslanden verbeterd. Dit beheer blijkt echter niet voldoende effectief om verrijking met nutriënten tegen te gaan en alle karakteristieke planten- en diersoorten van hellingschraallanden in stand te houden. In dit onderzoek is gekeken of de knelpunten voor behoud van de kenmerkende plant- en diersoorten van hellingschraallanden door middel van een fasering van het begrazingsbeheer opgelost kunnen worden. Concrete onderzoeksvragen hierbij waren: 1) Leidt fasering van het beheer tot meer variatie in structuur en microklimaat binnen het hellingschraalland, 2) Leidt fasering tot een hogere afvoer van nutriënten en 3) Profiteren karakteristieke diersoorten van deze fasering en gaan daarbij geen karakteristieke plantensoorten verloren? Verlies van soorten is ongewenst, ook omdat door versnippering en isolatie nauwelijks uitwisseling tussen terreinen meer optreedt.

Onderzoeksopzet

In dit onderzoek wordt met fasering bedoeld dat een grasland deels in het voorjaar, deels in de zomer en deels in het najaar wordt begraasd, waarbij ieder terreindeel elk jaar dezelfde graasperiode heeft. Dit wordt vergeleken met een terreindeel dat enkel in nazomer/najaar wordt begraasd.

In de kalkgraslandzone van Wrakelberg, Laamhei, Winkelberg en Popelmondedal is in 2013-2015 één deel op reguliere manier begraasd of gemaaid in de herfst (controle) terwijl het andere deel in drie delen is opgesplitst die gefaseerd zijn begraasd in voorjaar (eind mei-begin juni), zomer (juli-augustus) en herfst (september-oktober). De schapen zijn 's nachts van het grasland afgehaald om effectief mest af te voeren. De effecten van gefaseerd beheer op de afvoer van nutriënten en veranderingen in microklimaat, bloemaanbod en zaadzetting en effecten op populaties van karakteristieke plant- en diersoorten (dagvlinders, bijen, zweefvliegen, loopkevers, sprinkhanen, wantsen en mieren) zijn in kaart gebracht en vergeleken met de ontwikkelingen in het terreindeel dat in regulier beheer (controle) is.

Afvoer van nutriënten en bodemchemie

Doordat bij fasering begrazing deels in voorjaar en zomer plaatsvindt, wordt op de Laamhei, Winkelberg en Popelmondedal meer N en P afgevoerd dan met eenmalig begrazen of maaien in de herfst. Op de Wrakelberg wordt met fasering ook meer P en afgevoerd en evenveel N. De verhoogde afvoer wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat er in voorjaar en zomer meer N en P in bovengrondse plantendelen aanwezig is. Na drie jaar is er een geringe afname van de beschikbare P concentratie in de bodem gemeten. De concentratie NH_4^+ in de bodem is bij fasering niet hoger of lager dan in de controle behandeling. In het derde onderzoeksjaar werd in de gefaseerde begrazingsvlakken een lagere biomassa gemeten bij zomerbegrazing in vergelijking met begrazing in voorjaar of herfst. Deze afname van biomassa is niet (alleen) te verklaren op basis van de hogere nutriëntenafvoer. Waarschijnlijk treden er ook fysiologische of morfologische effecten op, wanneer planten tijdens hun groeifase worden afgegraasd, wat leidt tot een afname in biomassagroei in de volgende groeiseizoenen. Door deze lagere biomassa, wordt met zomerbegrazing na drie jaar minder N en P afgevoerd, maar het gewenste effect (een lagere, meer open vegetatie) wordt wel bereikt. De beschreven effecten zijn groter op de 'oude' kalkgraslanden van de Wrakelberg en Laamhei

en geringer op de Winkelberg en in het Popelmondedal, die nog in een herstelfase zitten nadat zij drie tot vier decennia niet beheerd zijn geweest. Het dagelijks voor het einde van de middag weghalen van schapen heeft een grotere afvoer van nutriënten tot gevolg, omdat er veel minder mest in het terrein achter blijft.

Microklimaat

Het microklimaat wordt door gefaseerde begrazing warmer en gevarieerder ten opzichte van reguliere begrazing in de herfst. De variatie neemt door begrazing zowel op kleine schaal toe binnen een proefvlak, als op grotere schaal, doordat begraasde en niet begraasde proefvlakken sterk van elkaar verschillen. Twee maanden na begrazing is de hergroei van vegetatie zo sterk dat het effect op het microklimaat weer teniet is gedaan, maar door de fasering blijft de variatie in microklimaat tussen de proefvlakken groot.

Bloemaanbod en zaadsetting

Het bloemaanbod neemt bij begrazing tijdelijk sterk af. Over het gehele seizoen is er geen significant verschil in het aantal bloeiende plantensoorten tussen gefaseerde en controle begrazing, maar wel een trend naar een hogere diversiteit aan bloeiplanten bij gefaseerde begrazing. Verschillen in zaadsetting, zaadgrootte en kiemkracht tussen gefaseerde begrazing en de controle zijn niet significant, maar voor Ruige leeuwentand (*Leontodon hispidus*) en Kleine pimpernel (*Sanguisorba minor*) lijkt er een trend dat zich in de controle (waarbij begrazing op een laat tijdstip in het seizoen plaatsvindt) iets grotere zaden ontwikkelen met een hoger kiemingspercentage. Om vast te stellen of deze lichte trend op lange termijn doorzet en een verschuiving in soortensamenstelling kan veroorzaken, is de looptijd van dit onderzoek te kort.

Effecten op karakteristieke plantensoorten

Binnen de onderzoeksperiode van 3 jaar zijn er grote schommelingen in de abundantie van plantensoorten binnen de onderzoeksterreinen. Wanneer verschillen tussen proefvlakken worden geanalyseerd op basis van het aantal individuen én verspreiding binnen het terrein, is het effect van gefaseerde begrazing voor de meeste plantensoorten positief – o.a. voor Ruige Scheefkelk, Bergnachtorchis, Bijenorchis en Driedistel – tot neutraal ten opzichte van de controle. Voor de laatbloeiende soorten Duitse gentiaan, Grote muggenorchis, Wondklaver en Gewone agrimonie werd een afname geconstateerd, die in het gefaseerde deel sterker was dan in de controle. Voor deze specifieke soorten werkt vroege begrazing negatief. Bij omzetting van maaibeheer naar begrazingsbeheer (Wrakelberg) krijgen houtige soorten meer kans om door te groeien (verstruweling). Begrazing in voorjaar of zomer lijkt de opslag van houtige soorten sterker te remmen dan begrazing in de herfst: gefaseerde begrazing kan dus een meer remmend effect hebben op de opslag van houtige soorten dan reguliere begrazing in het najaar.

Fauna

Karakteristieke soorten van dagvlinders, bijen, zweefvliegen, mieren, loopkevers, wantsen, sprinkhanen en loopkevers reageren anders op gefaseerde begrazing dan op de reguliere begrazing in de controlevlakken. Er kon echter binnen drie jaar onderzoek voor geen enkele soort of soortgroep een duidelijke toe- of afname geconstateerd worden als gevolg van het veranderde begrazingsregime. De mobielere soorten (bloembezoekers, sprinkhanen en in mindere mate grote loopkevers en wantsen) bewegen mee met de fasering in de begrazing en ontsnappen aan tijdelijke ongunstige omstandigheden (zoals verminderd bloemaanbod of te droog microklimaat) of profiteren juist van gunstige omstandigheden (meer zonnearmte na begrazing). Voor de minder mobiele mieren en kleinere loopkevers en wantsen is geen significante reactie vastgesteld. Hiervoor zijn twee mogelijke verklaringen. Ten eerste reageren deze groepen langzamer waardoor de effecten pas over langere tijd zichtbaar worden. Ten tweede wordt het positieve effect van het warmere microklimaat na vroege begrazing wellicht teniet gedaan door het relatief koele en vochtige microklimaat in het voorjaar (tot begin juni) als gevolg van de hogere vegetatie na hergroei in het voorafgaande

groeiseizoen. Rupsen van Veldparelmoervlinder lijken in de vroeg begraasde proefvlakken geheel te ontbreken.

Kosten en tijdsinvestering voor gefaseerd beheer

Het zetten van de flexibele rasters en het dagelijks inzetten en uithalen van de schapen levert een extra investering van 80-150 uur/ha per jaar op. De verschillen in tijdsinvestering tussen de terreinen worden veroorzaakt door de verschillen in afstand tussen de nachtllocatie (stal/parkeerweide) en de toegankelijkheid van het terrein en door een verschil in werkwijze tussen verschillende beheerders en herders. Het plaatsen van vaste rasters (zoals op het Popelmondedal) is een flinke investering, maar die tijdsinvestering wordt terugverdiend over de drie jaar van het experiment. Het inzetten en uithalen van schapen rond het begin en einde van reguliere werkdagen (08:00-17:00) kost minder extra reistijd en verwijdert de meeste nutriënten uit het terrein en lijkt de meest efficiënte opzet van graasbeheer.

Conclusies en aanbevelingen voor beheer

De gevonden trends binnen dit onderzoek betreffen de korte termijn (maximaal 3 jaar). Over de lange termijn ontwikkeling kunnen op basis van dit onderzoek enkel verwachtingen worden uitgesproken, maar geen conclusies worden getrokken. Hiervoor is voortzetting van gefaseerde begrazing en een vervolgonderzoek noodzakelijk.

Op basis van dit onderzoek wordt geadviseerd om kalkgraslanden in gefaseerd maai- of begrazingsbeheer te nemen, waarbij de schapen 's nachts uit het terrein worden gehaald. Deze vorm van begrazing levert een hogere afvoer op van nutriënten, een onderdrukking van biomassagroei in de zomervakken en een hogere diversiteit aan plantensoorten. Hierdoor ontstaat er een schraler en gevarieerder leefgebied voor plant- en diersoorten, waarbij er tot nu toe geen aanwijzingen zijn dat er door fasering karakteristieke soorten achteruit gaan of lokaal verdwijnen. Bij de fasering kan worden gekozen om terreindelen met laat bloeiende soorten als Duitse Gentiaan en Grote muggenorchis in de herfst te blijven begrazen.

Een verdere optimalisatie lijkt mogelijk door tussen jaren niet met vaste, maar (deels) met wisselende vakken te werken. Door de graasvakken in tijd én ruimte te faseren, worden op de lange termijn in het hele terrein meer nutriënten afgevoerd. Voor het faciliteren van warmteminnende en in de bodem nestelende diersoorten is binnen deze schuivende mozaïek ook ruimte om terreindelen zowel in voorjaar als herfst te begrazen en kleine stukken een jaar onbegrasd te laten ('insectenstroken'). Of deze rotatie in de praktijk werkt moet in een vervolgonderzoek worden vastgesteld. Om de effecten van (aangepast) begrazingsbeheer op langere termijn te kunnen onderzoeken is het van groot belang om timing, intensiteit en ruimtelijke fasering van het uitgevoerde beheer jaarlijks goed te documenteren.

Management summary

Biodiversity in calcareous grasslands in The Netherlands has declined in the last decades due to increased airborne nitrogen deposition and a decrease in agricultural activity.

Reintroduction of grazing and mowing as nature management tools have facilitated many characteristic plant and animal species, but optimization of these measures is necessary for further restoration of the calcareous grassland ecosystem. In this project, effects of rotational grazing on plant species, animal species, vegetation structure, microclimate and soil nutrient status are studied. Research questions are 1) does rotational grazing create more variation in vegetation structure and microclimate, 2) does rotational grazing remove nutrients (N, P and K) more efficient compared to single grazing in late autumn, and 3) do characteristic animal species profit from rotational grazing, while no characteristic plant species are lost?

This project has been carried out on four calcareous grassland reserves in the southern part of the province of Limburg, The Netherlands: Wrakelberg, Laamhei, Winkelberg and Popelmondedal. An experimental split plot design was used in which half of the grasslands were grazed in rotation (spring, summer, autumn) and the other half was grazed in one time in late autumn. Effects on nutrients in soil and vegetation, biomass removal, flower abundance, seed setting, populations of plants, butterflies, bees, hoverflies, carabid beetles, grasshoppers, true bugs and ants are studied.

Nutrients

Since rotational grazing was partly executed in spring and summer, more N and P was removed with rotational grazing compared with one single grazing period in autumn. This effect is probably caused by high N and P rates in plants in spring and early summer. After three years biomass was reduced with summer grazing, probably because of physiological or morphological damage to plants. This lower biomass contributes to a more open vegetation structure and a warmer microclimate, but less nutrients can be removed during summer grazing. Removing sheep from the calcareous grasslands to a stable or overnight area at the end of the afternoon, instead of late in the evening, decreases the amount of faeces in the area, thereby optimizing removal of nutrients.

Microclimate, flowers and seed

Rotational grazing resulted in a warmer and more diverse microclimate. Increase in microclimate variation takes place on meso scale between grassland plots which are grazed subsequently, as well as on micro scale within grassland plots. Flower density and diversity in general does not differ between rotational grazing and integral grazing in autumn, but plant species important for flower visiting insects (butterflies, hoverflies, bees) show a temporary collapse in numbers after grazing. Within the study period of three years no effect could be seen on numbers, size or germination potential of seeds.

Plant and fauna species

Large fluctuations in population density of characteristic plants are observed in plots with rotational grazing as well as in plots with single autumn grazing. Based on number as well as distribution of characteristic plant species, rotational grazing seems more profitable for plant species diversity. However, some plant species with flowering peak in July or later – like *Gentianella germanica* and *Gymnadenia conopsea* – showed negative effects of grazing in spring or summer.

Characteristic species of butterflies, bees, hoverflies, grasshoppers, ants, carabid beetles and true bugs react differently on changing integral grazing to rotational grazing. However, within

the study period no significant increase or decrease was noticed. Mobile species (like butterflies and grasshoppers) escaped grazed plots and recolonised these plots when vegetation began to recover. Less mobile, thermophilic species (like ants) did not profit within the study period of three years, but are expected to profit within a few years. Caterpillars of the rare Glanville Fritillary (*Melitaea cinxia*) were absent in spring or summer grazed plots and are probably vulnerable for effects of early grazing in rotational grazing.

Conclusions

Conclusions on the effect of rotational grazing versus integral grazing in autumn can only be drawn for the short term. Based on the results it is advised to implement rotational grazing on more areas, due to the more efficient removal of nutrients (N, P and K), a general positive effect on plant species diversity and a neutral effect on animal species. However, the exact way of implementation of rotational grazing depends on the presence of vulnerable plant or animal species. Although it could not be studied in this project, it is expected that when spring, summer and autumn plots are not fixed, but rotate between years, positive effects of rotational grazing might be optimized.

Dankwoord

Een grootschalig onderzoek dat een periode van drie jaar bestrijkt kan alleen worden uitgevoerd met een brede ondersteuning in het veld en achter de schermen. Onze dank gaat ten eerste uit naar alle beheerders en schaapsherders die zich voor dit project hebben ingezet: Patrick Kloet, Ingrid Van Westelaak, Frank Kroonen en Freek van Westreenen (allen SBB), Carlo van Seggelen, Donny van Delft, Arjan Ovaa (Stichting het Limburgs Landschap), Frenk Janssen, Linda Wortel en Maarten Vlas (Natuurmonumenten).

De begeleiding van dit project was in handen van het OBN Deskundigenteam Heuvelland. Gegevens over dagvlinders zijn verzameld door de vrijwilligers voor het Landelijk NEM-Meetnet Vlinders: Guido Verschoor en Wim Hazenberg (Winkelberg), Herman Peeters (Popelmondedal), Johan Adams (Wrakelberg) en Marcel Prick en Mark de Mooij (Laamhei). Tenslotte is het project geïnitieerd door Toos van Noordwijk en mede mogelijk gemaakt door de inzet van studenten van Stichting Bargerveen: Sanne Verhoeven, Ludo Smits, Jurgen van den Berg en Maartje Steenkamer. Experts Theo Peeters, Ron Felix en André van Loon controleerden determinaties van verschillende zeldzame ongewervelden.



1 Inleiding

1.1 Optimalisatie beheer van hellingschraallanden

De Zuid-Limburgse hellingschraallanden bestaan uit verschillende graslandtypen: kiezelkopgraslanden (*Thero-Airion*) op de bovenliggende grind- en zandafzettingen, heischrale graslanden (*Nardo-Galion saxatilis*; prioriteir EU-habitatype *H6230) op de overgang naar kalkbodems en kalkgraslanden waar het kalk dagzoomt (*Mesobromion erecti*: EU-habitatype H6210). Onder aan de helling komen meer voedselrijke vegetaties voor behorende tot de Glanshavergraslanden (*Arrhenatherion elatioris*) en ruigtebegroeiingen (*Arction*) (Bobbink & Willems 2001, Smits *et al.*, 2009). Vrijwel alle Nederlandse hellingschraallanden zijn aangewezen als Natura2000 gebied. Deze complexen behoren tot de meest soortenrijke graslanden van Nederland, zowel voor plantensoorten als voor ongewervelde diersoorten. Door de kalkrijkdom in de bodem, de hoge zoninstraling op de schrale, zuid-geëxponeerde hellingen en de geografische overlap met het areaal van zuidelijke planten- en diersoorten komen er veel soorten voor die elders in Nederland ontbreken of zeer zeldzaam zijn.

Hellingschraallanden zijn cultuurgraslanden met een zeer hoge natuurwaarde. Zowel door het beëindigen van het oorspronkelijke gebruik in de loop van de vorige eeuw als door verrijking van de bodem door atmosferische stikstofdepositie, is de biodiversiteit van deze graslanden sterk achteruit gegaan. Om ze in hun oude glorie te herstellen, is omstreeks 1980 herstelbeheer ingesteld, wat heeft geleid tot het terugdringen van de vergrassing met Gevinde kortsteel (*Brachypodium pinnatum*) en terugdringen van de opslag van bomen en struweel. Uit de OBN onderzoeken "Ecologische achteruitgang en het herstel van Zuid-Limburgse hellingschraallanden" (Smits *et al.*, 2009), "Knelpunten voor loopkevers, wantsen en sprinkhanen in hellingschraallanden" (van Noordwijk *et al.*, 2012) en "Uitbreiding en herstel van Zuid-Limburgse hellingschraallanden. Eindrapportage 2e fase OBN onderzoek" (Van Noordwijk *et al.*, 2013) is echter gebleken dat dit herstelbeheer niet in staat is de bedreigingen voor alle karakteristieke planten- en diersoorten van de hellingschraallanden op te lossen. In de meeste terreinen heeft het beheer in de afgelopen decennia tot een kwaliteitsverbetering geleid, maar niet tot volledig herstel van de vegetatie en bodemcondities, waarbij karakteristieke entomofauna deels zelfs verder achteruit is gegaan. Voor deze diersoorten zijn de belangrijkste knelpunten 1) een te dichte structuur van de grasvegetatie met daardoor een te koel microklimaat in de zomer, 2) hoge sterfte onder overwinterende rupsen en andere insecten door directe verstoring (opgegeten/weggemaaid worden) als gevolg van intensieve begrazing en/of maaien in de herfst, 3) een te homogene vegetatiestructuur en gebrek aan ruimtelijk variatie (Van Noordwijk *et al.*, 2012, Van Noordwijk & Nijssen 2012, Nijssen & Van Noordwijk 2015). Daarnaast leidt het huidige beheer tot achteruitgang van een aantal karakteristieke plantensoorten, mede doordat er onvoldoende nutriënten worden afgevoerd, en draagt het niet bij aan de verspreiding van doelsoorten tussen terreinen. Hierdoor is de kans op het verdwijnen van plant- of diersoorten uit een terrein groter dan de kans op (her)kolonisatie, wat op langere termijn eerder leidt tot verarming van de biodiversiteit dan tot behoud of verrijking hiervan.

Om de soortenrijkdom van hellingschraallanden verder te herstellen, is het essentieel het beheer te optimaliseren door een goede afstemming op de habitateisen en levenscyclus van de typische plant- en diersoorten. Deze afstemming is juist voor soorten van hellingschraallanden essentieel

omdat er door de sterk versnipperde en geïsoleerde ligging van hellingschraallanden nauwelijks mogelijkheden voor uitwijken en uitwisseling zijn. Op basis van *Van Noordwijk et al. (2013)* zijn goede resultaten te verwachten met begrazings- of maai-beheer dat deels in het voorjaar en de zomer wordt uitgevoerd en daarmee gefaseerd wordt in ruimte en tijd. Door deze fasering kan de ontstane mismatch tussen kwetsbare fases in de levenscycli van soorten en de periode van intensief beheer op elkaar afgestemd worden. Gefaseerde begrazing in voorjaar en zomer heeft naar verwachting ook een positieve invloed op de nutriëntenafvoer omdat de planten hun voedingsstoffen nog niet in ondergrondse delen hebben teruggetrokken en is mede daarom voorgesteld als maatregel in de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS). Om deze maatregel daadwerkelijk als beleidsmiddel te kunnen inzetten is het essentieel te weten hoe effectief deze beheervorm in de praktijk is. Tenslotte moet een beheermaatregel niet alleen een ecologisch doel halen, maar ook praktisch uitvoerbaar en kostenefficiënt zijn voor beheerders. Daarom is het van groot belang het voorgestelde beheer zowel ecologisch als bedrijfsmatig te toetsen en in nauw overleg met betrokken beheerders verder af te stemmen.

Fasering van begrazing

Begrazing als beheermiddel kan op veel manieren gefaseerd worden in de tijd en ruimte. In het verleden (en nog steeds in verschillende buitenlandse referentiegebieden) werd er met kuddes begrast die in de loop van het seizoen verschillende keren een terrein bezochten. Het betreft dus eerder een gespreide begrazing, waarbij sommige terreindelen vaker en intensiever worden begrast en andere terreindelen minder intensief of minder frequent.

In dit onderzoek wordt met fasering bedoeld dat een grasland deels in het voorjaar, deels in de zomer en deels in het najaar wordt begrast, waarbij ieder terreindeel elk jaar dezelfde graasperiode heeft. Dit wordt vergeleken met een terreindeel dat enkel in de nazomer/najaar wordt begrast.

1.2 Onderzoeksvragen en hypothese

Om te onderzoeken of fasering van het begrazingsbeheer in hellingschraallanden leidt tot een verhoging van de biodiversiteit en ook praktisch uitvoerbaar is, is een grootschalig veldexperiment uitgevoerd. Het experiment moet antwoord geven op de volgende onderzoeksvragen:

Hoofdvraag:

Hoe kan het beheer van hellingschraallanden worden aangepast zodat de geconstateerde knelpunten worden opgeheven zonder nieuwe knelpunten te creëren?

Subvragen:

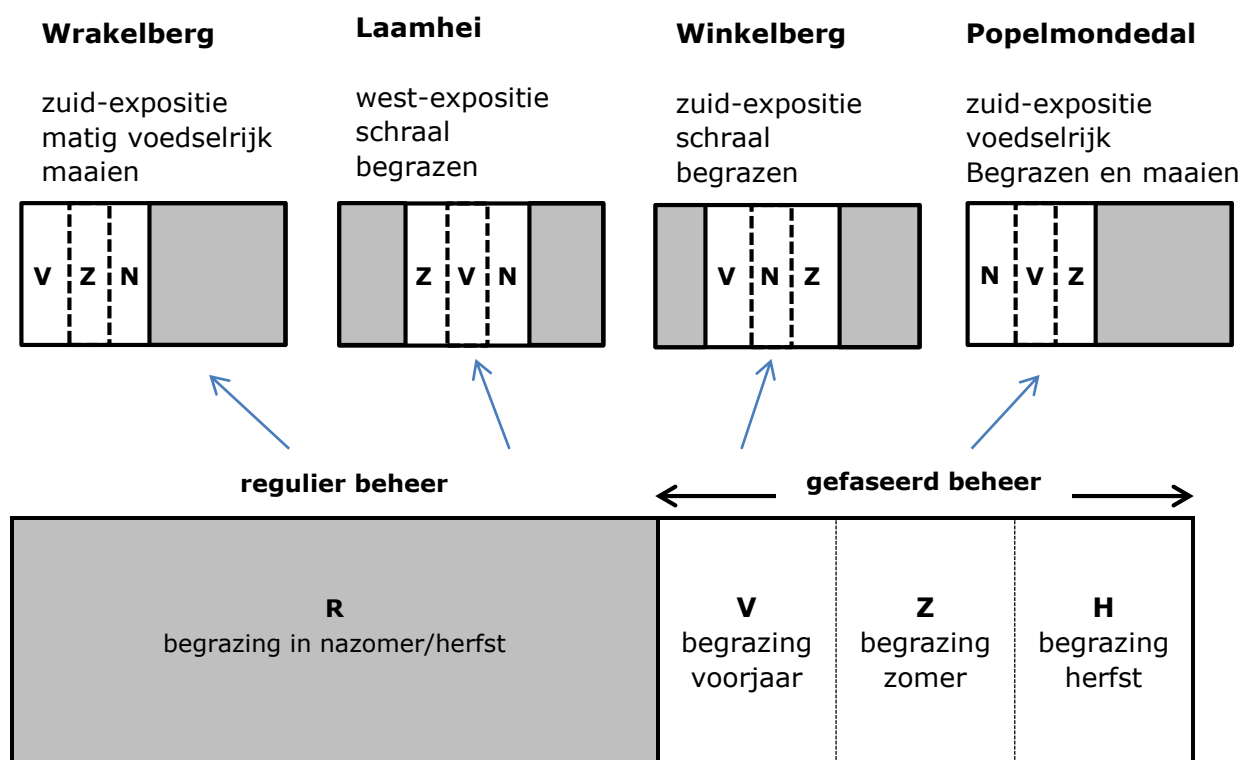
- 1) Hoe kan het nieuwe beheerregime praktisch uitvoerbaar en kosteneffectief gemaakt worden voor beheerders?
- 2) Leidt het aangepaste beheer inderdaad tot:
 - a. een verbetering van het microklimaat in de zomer?
 - b. een verbetering van de terreinheterogeniteit?
 - c. een hogere afvoer aan nutriënten?
- 3) Reageren populaties van typische plant- en diersoorten inderdaad positief op het aangepaste beheer?

Deze onderzoeksvragen vormen de basis voor de opzet van het veldexperiment. Waar mogelijk zijn per deelonderwerp of per soortgroep meer specifieke deelvragen opgesteld; deze zijn opgenomen in de betreffende hoofdstukken.

1.3 Proefopzet en onderzoeksgebieden

1.3.1 Proefopzet

De hellingschraallanden zijn beperkt van omvang en liggen geïsoleerd van elkaar. Aangezien de effecten van een andere timing van begrazing op planten en dieren onbekend zijn, bestaat het risico op lokaal verlies van soorten wanneer het reguliere beheer wordt vervangen door gefaseerd beheer. Daarnaast verschillen de terreinen onderling sterk in historie, bodemcondities, expositie en inclinatie, zodat de resultaten van gefaseerd beheer in het een terrein niet per definitie vertaald kunnen worden naar een ander terrein.



Figuur 1.1. Schematische weergave van de proefopzet in split-proefvlak design per onderzoeksterrein. De ligging van de vlakken met verschillend tijdstip van begrazing (gefaseerd beheer) en de ligging van het vlak met regulier beheer (R) verschilt per terrein. De uitgangssituatie van de terreinen verschilt in expositie, voedselrijkdom en regulier beheer.

Figure 1.1. Schematic overview of experimental split-plot design in the four research areas. Position of plots with different grazing periode (V=spring, Z=summer, H=autumn) and the proefvlak with regular management (R= integral grazing of mowing in autumn) differs between the areas.

Als basis voor de uitvoering van dit onderzoek is daarom een split-proefvlak design genomen (zie Figuur 1.1), waarbij elk terrein telkens in tweeën is gedeeld. Naast het in stand houden van het regulier beheer (begrazing of maaien in september/oktober) is een deel van elk terrein in gefaseerd roulatiebeheer met schapenbegrazing genomen, verdeeld over voorjaar (eind mei/begin juni), zomer (juli/augustus) en herfst (september/oktober), met enkele weken van rust tussen elke fase (tabel 1.1; figuur 1.3). De volgorde van fasering en controle is tussen de terreinen random over de proefvlakken verdeeld, maar binnen elk terrein de loop van het onderzoek gelijk gebleven: ieder terreindeel kent dus elk jaar dezelfde graasperiode.

Bij de effectmeting is gekeken of in de drie gefaseerde proefvlakken samen de variatie in microklimaat, terreinheterogeniteit en de diversiteit aan typische soorten afwijkt van het gehele controlevlak met het reguliere beheer. Om de mechanismen te snappen achter effecten van begrazing in verschillende periodes zijn voor de afvoer van nutriënten, verschraving van de bodem, bloemaanbod en zaadzetting de drie gefaseerde proefvlakken ook afzonderlijk geanalyseerd. De precieze lengte van elke begrazingsperiode en tussenliggende periodes, de dichtheid aan schapen en de invulling van het regulier beheer is bij de start van het project in overleg met de beheerder bepaald. Uitgangspunt was dat de vegetatie kort wordt afgegraasd, omdat zoveel mogelijk biomassa moet worden verwijderd. De schapen stonden overdag in het terrein, maar overnachtten in een parkeerweide om het achterblijven van mest (en daarmee nutriënten) in het terrein te minimaliseren en de afvoer van nutriënten te optimaliseren.

1.3.2 Onderzoeksterreinen

Bij de keuze van de onderzoeksterreinen zijn drie randvoorwaarden gesteld: 1) voldoende oppervlak om fasering mogelijk te maken, 2) de uitgangssituatie voor het voorkomen van relict- en indicatorsoorten (flora en fauna) is bekend en 3) het regulier beheer al langere tijd (lieft meerdere decennia) wordt uitgevoerd. Op basis hiervan zijn de Winkelberg (onderdeel van de Bemelerberg; beheerder Het Limburgs Landschap), de Wrakelberg (beheerder Staatsbosbeheer) en het Popelmondedal (onderdeel van de Sint Pietersberg; beheerder Natuurmonumenten) geselecteerd. Daarnaast heeft Staatsbosbeheer besloten om op de Laamhei (onderdeel van het Gerendal) eenzelfde experiment uit te voeren.

In het onderzoek konden met de beschikbare financiële middelen drie terreinen volledig worden onderzocht; in het vierde terrein zijn zoveel mogelijk dezelfde metingen uitgevoerd met behulp van studenten, vrijwilligers en een eigen inzet van de onderzoekers. In het eerste jaar vervulde de Laamhei deze reserverol, maar doordat na één jaar al bleek dat de experimentele gefaseerde begrazing in het Popelmondedal onvoldoende bleek om de sterke verruiging tegen te gaan, is besloten om vanaf het tweede jaar de Laamhei in de reguliere effectmeting op te nemen en het Popelmondedal minder intensief te volgen.

Idealiter is er binnen elk gebied waar een split-proefvlak wordt toegepast geen variatie in (a)biotische uitgangskondities en zijn de proefvlakken van het aangepaste en huidige beheer even groot. In de praktijk blijkt echter dat in elk hellingschraalland een zwakke tot sterke gradiënt aanwezig is in bodemcondities, inclinatie en expositie en dat het oppervlak te klein is om naast de drie begrazingseenheden een controlevlak van dezelfde grootte in te richten. Bovendien is op basis van de resultaten uit eerdere onderzoeken (Smits *et al.*, 2009; van Noordwijk *et al.*, 2012 en 2013) in veel hellingschraallanden het 'oude' beheer (eenmalig verwijderen van hoge vegetatie door begrazing of maaien in september/oktober) al aangepast naar een meer gefaseerde uitvoering. Hierdoor is het verschil tussen het reguliere beheer en het aangepaste gefaseerde beheer kleiner geworden. Tenslotte bleek zowel na het eerste als na het tweede jaar van deze proef dat in enkele terreinen aanvullend beheer nodig is om verruiging met houtige gewassen (en daarmee een verlies aan natuurwaarden) tegen te gaan. Hieronder is per gebied aangegeven welke aanpassingen ten opzichte van de originele opzet in het veld toegepast zijn en welke consequenties dit heeft voor verzamelen, analyse en interpretatie van de gegevens.

Laamhei

De Laamhei is een klein op het noordwesten geëxponeerde hellingschraalland (1,5 ha), maar maakt onderdeel uit van het veel grotere Gerendalcomplex. Het is de voormalige huisweide van een oude boerderij, die gelegen was op de plek waar nu de nieuwe werkschuur van SBB staat. Dit terrein is sinds 1950 natuurreservaat en in bezit van Staatsbosbeheer. Door deze vroegtijdige verwerving is de Laamhei waarschijnlijk nooit met kunstmest bemest en altijd in graslandbeheer gebleven. Vanaf 1980 tot begin jaren '90 werd de zuidelijke helft van het terrein gemaaid, terwijl de andere helft begraaasd werd met mergellandschappen (Willems 1987; Bobbink 1988). In de jaren daarna werd de begrazing met mergellandschappen uitgebreid over het gehele hellingschraalland, bijna altijd in de herfst nadat Duitse gentiaan (*Gentianella germanica*) zaad heeft gezet. Ook werd het bos op meerdere plaatsen in de laatste 10-15 jaar teruggezet en bossages verwijderd. Door de vrij vlakke ligging en noordwestelijke oriëntatie is het microklimaat koel ten opzichte van andere hellingschraallanden.

De variatie binnen het terrein is gering en de gezamenlijke grootte van de proefvlakken waarin gefaseerd wordt begraaasd is ongeveer gelijk aan het proefvlak waarin regulier beheer plaatsvindt. Het huidige beheer bestaat echter al uit gefaseerde begrazing. Het terrein is voedselarm, waardoor aanvullend beheer nauwelijks nodig is. Er komen hoge dichtheden van karakteristieke plantensoorten voor met o.a. Vliegenorchis (*Ophrys insectifera*) en Duitse gentiaan, maar karakteristieke fauna is minder abundant aanwezig, waarschijnlijk door de minder gunstige expositie.

Wrakelberg

De Wrakelberg is met een oppervlakte van ruim 7 ha (waarvan 3,8 ha kalkgrasland) een van de grootste hellingschraallanden van Zuid-Limburg, maar ligt behoorlijk geïsoleerd in het agrarische landschap. Het grootste deel van het terrein is tot in de jaren '50 van de vorige eeuw in akkerbeheer geweest, waarbij het bovenste gedeelte altijd grasland is gebleven (Willems 1987). Na een korte periode van braak wordt sinds begin jaren zestig van de vorige eeuw het terrein gemaaid in de herfst met afvoer van het maaisel (Bobbink 1988; Smits *et al.* 2009).

De variatie binnen het terrein is vrij gering en de gezamenlijke grootte van de proefvlakken waarin gefaseerd wordt begraaasd, is gelijk aan het proefvlak waarin regulier beheer plaatsvindt. Het reguliere beheer bestaat uit integraal maaibeheer in de herfst (na zaadsetting van Duitse gentiaan *Gentianella germanica*), waarbij enkele insectenstroken blijven staan. Aanvullend beheer is niet van toepassing, aangezien er geen struweelopslag plaatsvindt bij maaibeheer. Het terrein is (in vergelijking met Laamhei en Winkelberg) matig voedselrijk en er komen vrij veel karakteristieke plantensoorten, zoals Duitse gentiaan, en diersoorten voor. De Wrakelberg is het enige gebied in Nederland waar de Grote Bombardeerkever (*Brachinus crepitans*) nog voorkomt.

Winkelberg

De Winkelberg is ± 2,4 ha groot, maar maakt onderdeel uit van het veel grotere Bemelerbergcomplex (Winkelberg, Strooberg & Hoefijzer). Het gebied kent een eeuwenlange geschiedenis als gemeenschappelijk schraal weidegebied van Bemelen, maar sinds de Tweede Wereldoorlog trad struweel- en bosontwikkeling op. Rond 1979-'80 was ongeveer 40% van het terrein met houtige opslag bedekt. Vanaf die tijd is deze opslag handmatig teruggezet en is wederom begrazing door mergellandschappen ingesteld (Bobbink 1988; Smits *et al.* 2009). De variatie binnen het terrein is groot, onder andere door de aanwezigheid van enkele kalkwanden en groeves, waardoor er weinig ruimte is om goed vergelijkbare proefvlakken in te richten. Het proefvlak met regulier beheer is in dit terrein dan ook even groot als elk van de afzonderlijke proefvlakken waarin de gefaseerde begrazing is ingezet (dus het gefaseerde deel is drie maal groter dan het controlevlak). Het huidige beheer bestaat uit begrazing die deels gefaseerd in nazomer en herfst wordt uitgevoerd.

De steile helling is voedselarm en rijk aan zowel karakteristieke planten- als diersoorten. Het voedselrijkere onderste deel van de helling bleek in 2014 zodanig te veruigen dat de beheerder heeft besloten aanvullend beheer uit te voeren in de vorm van een extra begrazingsronde in de herfst.

Popelmondedal

Het Popelmondedal zelf is met krap 1 hectare vrij klein, maar vormt nu het grootste kalkgrasland op de Sint Pietersberg. Vanaf eind jaren dertig/begin jaren veertig van de vorige eeuw is dit terreindeel verlaten en geleidelijk is vervilting en struweelvorming opgetreden, hoewel er vergeleken met de andere voormalige schraallanden van de Sint Pietersberg nog vrij veel grazige stukken over waren, met name rond de Duivelsgrot. Vanaf het midden van de jaren '80 is het terrein weer in beheer genomen, eerst door de provincie, later door Natuurmonumenten. Halverwege de tachtiger jaren werd ook in dit terrein het struweel verwijderd en een deel van de boomopslag. Een enkele boom is tot op heden blijven staan. Direct na het verwijderen van de opslag is ook weer een begrazingsbeheer met mergellandschappen ingesteld (Willems *et al.* 1993). Na overname van het beheer door Natuurmonumenten in 1995 is soms ook gemaaid en werd de begrazing veelal uitgevoerd in kuddevorm. De effecten van de voormalige veruiging op de bodem en vegetatie zijn echter nog steeds zichtbaar en de komende tijd is het beheer voornamelijk nog gericht op het afvoeren van nutriënten.

De variatie binnen het Popelmondedal is vrij groot, vooral met betrekking tot de opbouw van een organische, nutriëntenrijke bodem, doordat er van oudsher een sterke betredingsdruk is (recreatie) rondom de Duivelsgrot en de aanwezigheid van een grote boom midden in de proefvlakken. De proefvlakken waarin gefaseerd wordt begraasd zijn samen ongeveer anderhalve keer zo groot als het proefvlak waar huidig beheer wordt uitgevoerd. Vanwege de hoge voedselrijkdom bestaat dit huidige beheer sinds enkele jaren uit 2 tot 3 begrazingsrondes per jaar, soms aangevuld met maai-beheer. In 2013 en 2014 is besloten om ook in het gefaseerd begraasde proefvlak een extra begrazingsronde in de herfst of de winter toe te passen, aangezien er sterke veruiging optrad. Hoewel dichtheden aan karakteristieke plantensoorten relatief laag zijn, is de soortenrijkdom aan diersoorten hoog en komen er nog verschillende karakteristieke plantensoorten voor, waarschijnlijk mede doordat het hellingschraalland deel uitmaakt van een veel groter, grensoverschrijdend complex en de goede bereikbaarheid voor zuidelijke, warmteminnende soorten via het naastliggende Maasdal. Vooral het grote aantal karakteristieke dagvlinders van kalkgraslanden dat wordt waargenomen is opvallend, met o.a.

Kaasjeskruidkopje (*Carcharodus alceae*), Bruin Dikkopje (*Erynnis tages*), Dambordje (*Melanargia galathea*) en Veldparelmoervlinder (*Melitaea cinxia*).

Geschiktheid terreinen voor experimentele opzet

Ondanks de verschillen tussen de gebieden kunnen de mechanismen achter effecten op planten- en diersoorten overal worden bepaald. Voor het Popelmondedal is (naar aanleiding van het noodzakelijke aanvullende beheer na het eerste onderzoeksjaar) geconstateerd dat het lastig is om de effecten van gefaseerde begrazing te onderzoeken. Gezien de hoge voedselrijkdom van de bodem is de afvoer van nutriënten hier het belangrijkste doel van beheer, wat neerkomt op een intensiever beheer van begrazing én maaien. Daarom is besloten om in dit terrein minder intensief onderzoek uit te voeren. Effecten op nutriëntenafvoer, microklimaat, bloembezoekers, sprinkhanen, wantsen en loopkevers zijn hier wel bepaald, maar de vegetatiesamenstelling, bloemaanbod en zaadzetting niet.

2 Nutriëntenafvoer en bodemchemie

2.1 Onderzoeksmethoden

2.1.1 Nutriëntenafvoer

Eén van de hypothesen van het onderzoek is dat door de nieuwe begrazingsvorm (gefaseerde begrazing) meer nutriënten (met name N en P) uit het hellingschraalland worden verwijderd dan met regulier beheer (maaïen of begrazing) in de herfst. De afvoer van nutriënten werd in 2015 gekwantificeerd door vlak voor en vlak na iedere begrazingsronde de vegetatie te bemonsteren (75 x 75 cm, n=4 per proefveld).

Na minimaal 3 dagen drogen bij 60 °C werd het bovengrondse drooggewicht (biomassa) bepaald (g/m²). Het verzamelde plantmateriaal is fijngemalen in een kogelmaler, vervolgens werd de hoeveelheid stikstof (en koolstof) bepaald. Hiertoe werd een klein deel (3 mg) van het gemalen materiaal in een tinnen container geplaatst waarna het in een CNS element analyser (EA NA 1500 en EA100 van Carlo Erba-Thermo Fisher Scientific) werd geanalyseerd. De hoeveelheid fosfor (P) en kalium (K) werd gemeten na magnetrondestructie van het plantenmateriaal (voor details, zie paragraaf bij bodemchemie).

Aan de hand van de gemeten nutriëntengehaltes (N, P en K) werd de totale hoeveelheid nutriënten in de vegetatie (mg nutriënt/ m²) berekend door het gehalte van het nutriënt (mg/ g drooggewicht) te vermenigvuldigen met de hoeveelheid biomassa (g/m²). Het verschil in nutriëntenhoeveelheid in de vegetatie vlak voor en vlak na begrazen is dan een goede maat voor de hoeveelheid nutriënten die per begrazingsperiode is verwijderd. Door deze procedure in het jaar te herhalen voor elke begrazingsperiode van de gefaseerde begrazingsproefvelden werd tenslotte een beeld verkregen van de totale nutriëntenverwijdering per gefaseerde begrazing. Deze procedure werd ook uitgevoerd voor de controle (situatie met regulier beheer).

Bodemchemie

De mate van verschraving van de reguliere en gefaseerde beheersvorm werd op 05-10-2015 gekwantificeerd door meting van de bodemchemie. Uit eerder onderzoek in hellingschraallanden is gebleken dat de variatie binnen terreinen groot is. Daarom is gekozen voor een relatief groot aantal replica's (10x) binnen ieder proefvlak. In ieder proefvlak zijn monsters verzameld van de bovenste 10 cm van de bodem. De monsters werden na verzamelen luchtdicht en gekoeld bewaard (±4°C). Vervolgens werden op de bodemmonsters de volgende bewerkingen uitgevoerd:

- Bepaling drooggewicht en gloeiverlies (organisch stofgehalte);
- Olsen-extractie: Olsen-P bepaling (hoeveelheid plantbeschikbaar fosfaat);
- Zoutextractie met 0,2M NaCl voor de bepaling van onder meer de pH-NaCl en de concentraties NO₃⁻, NH₄⁺ en K⁺;
- Destructie: totaal-P, totaal-Ca, totaal-Mg, totaal-Fe, totaal-Mn, totaal-S, totaal-Si, totaal-Zn, totaal-Al (na ontsluiting met salpeterzuur).

Drooggewicht en organisch stofgehalte

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen werd het vochtverlies gemeten door bodemmateriaal per monster af te wegen in aluminium bakjes en gedurende minimaal 48 uur te drogen in een stoof bij 60°C. Vervolgens werd het bakje met bodemmateriaal terug gewogen en het vochtverlies berekend, dit alles werd in duplo uitgevoerd. De fractie organisch stof in de

bodem werd berekend door het gloeiverlies te bepalen. Hiertoe werd het bodemmateriaal per monster, na drogen, gedurende 4 uur verast in een oven bij 550°C. Na het uitgloeien van de monsters werd het bakje met bodemmateriaal weer gewogen en het gloeiverlies berekend. Het gloeiverlies komt in dit type bodems goed overeen met het gehalte aan organisch materiaal in de bodem.

Olsenextractie

De Olsen-extractie werd uitgevoerd voor bepaling van de hoeveelheid plantbeschikbaar fosfaat. Hiervoor werd 3 gram droog bodemmateriaal met 60 ml Olsen-extract (0,5 M NaHCO₃ bij pH 8,4) gedurende 30 minuten uitgeschud op een schudmachine bij 105 rpm. Vervolgens werd het extract geanalyseerd op de ICP.

Zoutextractie

In deze extractie werd eerst de pH van de bodem bepaald. Hiervoor werd 17,5 gram verse bodem met 50 ml zoutextract (0,2M NaCl) gedurende 2 uur geschud op een schudmachine bij 105 rpm. De pH werd gemeten met een HQD pH electrode. De extracten werden gefilterd met behulp van rhizons en het filtraat dat gemeten werd op de ICP, werd aangezuurd en opgeslagen voor elementen- en ionenanalyse.

Bodemdestructie

Door de bodem te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bijna alle elementen in het bodemmateriaal te bepalen. Dit werd uitgevoerd door gedroogd bodemmateriaal te vermalen. Van het bodemmateriaal werd per monster nauwkeurig 200 mg afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal werd 5 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO₃, 65%) en 2 ml waterstofperoxide (H₂O₂ 30%) toegevoegd, waarna de vaatjes werden geplaatst in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega). De monsters werden gedestruerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie werden de monsters overgegoten in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml door toevoeging van milli-Q water. Vervolgens werden de destruatens geanalyseerd op de ICP.

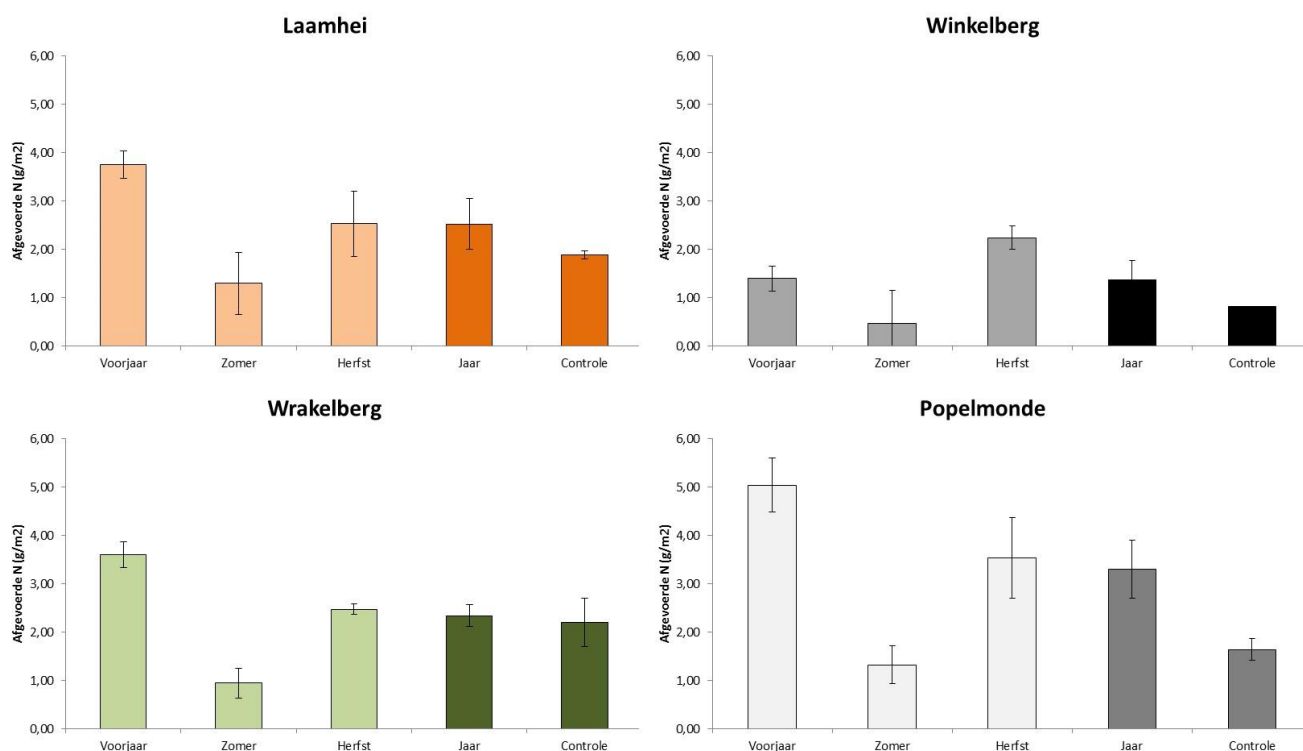
Elementen- en ionenanalyse

De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), fosfor (P), zwavel (S; als maat voor sulfaat), silicium (Si) en zink (Zn) in bodemextracten werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ICP; Thermo Electron Corporation, IRIS Intrepid II XDL). De concentraties nitraat (NO₃⁻) en ammonium (NH₄⁺) werden colorimetrisch bepaald met een Bran+Luebbe auto-analyzer III met behulp van resp. salicylaatreagens en hydrazinesulfaat. Chloride (Cl⁻) en fosfaat (PO₄³⁻) werden colorimetrisch bepaald met een Technicon auto-analyzer III systeem met behulp van resp. mercuritiocyanide, en ammoniummolybdaat en ascorbinezuur. Natrium (Na⁺) en kalium (K⁺) werden vlamfotometrisch bepaald met een Technicon Flame Photometer IV Control.

2.2 Effecten van gefaseerde begrazing op de afvoer van nutriënten

2.2.1 Afvoer van N en P

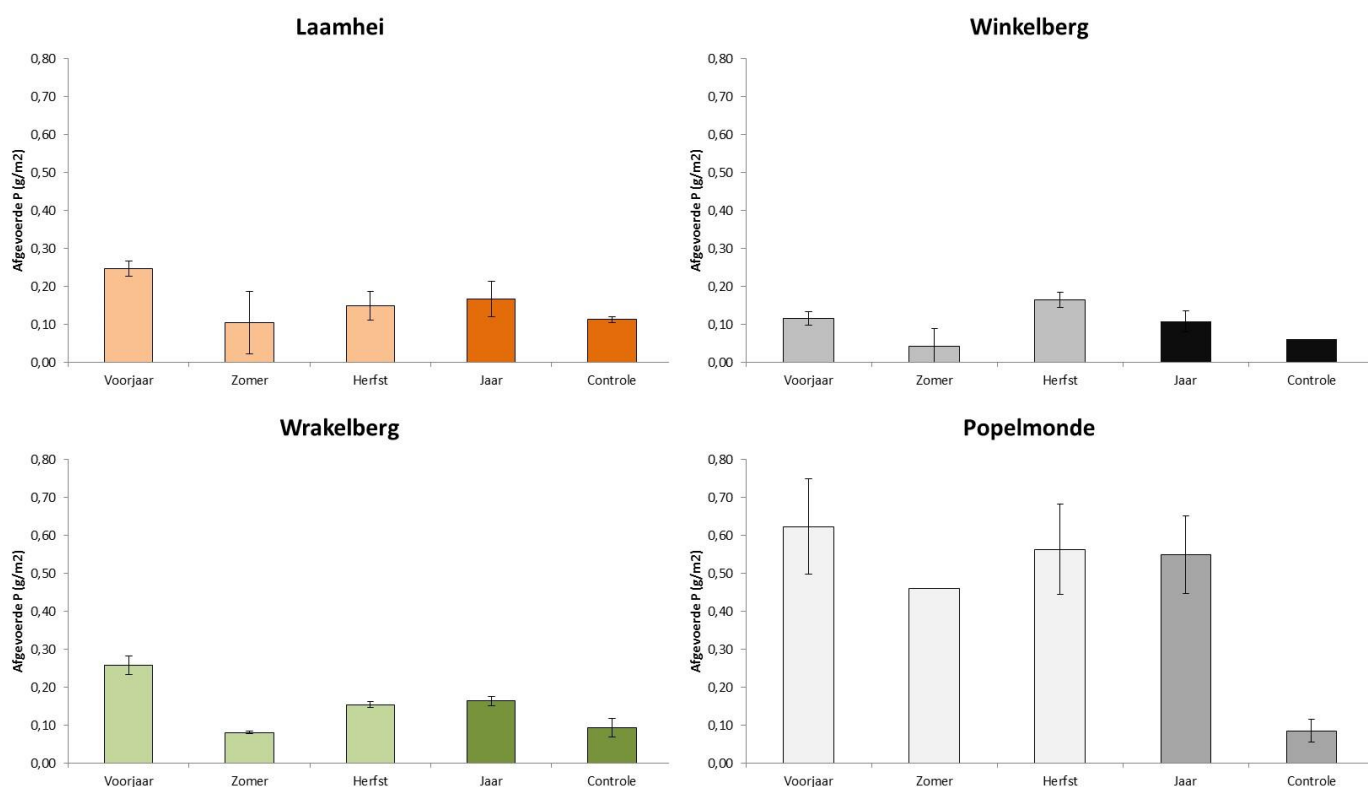
De gemiddelde N-afvoer is in drie terreinen (Laamhei, Winkelberg en Popelmondedal) in het derde jaar van het experiment bij gefaseerde begrazing duidelijk hoger dan in de controle-situatie (figuur 2.1). De toename, vergeleken met de controle, is percentueel gezien het hoogst in het Popelmondedal (100 %), maar nog altijd 67% op de Winkelberg. Het verschil met de controle is 35 % op de Laamhei, terwijl er voor de Wrakelberg vrijwel geen verschil is gevonden. Absoluut bekeken, is de N-afvoer in 2015 bij de uitgevoerde gefaseerde begrazing het hoogst in het Popelmondedal (3,3 g N/m²), intermediair op Laamhei en Wrakelberg (2,3 – 2,5 g N/m²) en het laagst op de Winkelberg met maar een afvoer van 1,4 g N/m². Dit komt overeen met respectievelijk 33, 23, 25 en 14 kilogram stikstof die per jaar per hectare wordt afgevoerd door begrazing. Gefaseerde begrazing levert ten opzichte van eenmalige herfstbegrazing een extra afvoer op van respectievelijk 16,5 (Popelmondedal), 7,6 (Laamhei) en 4,6 (Winkelberg) kilogram stikstof per hectare per jaar op. Voor de Wrakelberg is er geen extra afvoer. Hierbij is geen rekening gehouden met eventueel achtergebleven mest (zie § 2.2.3). Verder is het opmerkelijk dat in alle vier de terreinen de N-afvoer in de proefvelden met zomerbegrazing duidelijk lager is dan in de voorjaars- of herfstperiode van het zelfde terrein (figuur 2.1). Dit wordt veroorzaakt door het feit dat de biomassa in 2015 in de zomerbegraste proefvelden duidelijk het laagst is (zie later).



Figuur 2.1. N-afvoer (g N/m²) in 2015 in de percelen met verschillende begrazingsperiode (voorjaar, zomer en herfst), het gemiddelde van het gefaseerde begrazingsregime (jaar) en van de controle voor de 4 terreinen. Gemiddelde ± standaardfout is gegeven. Ter info: 1 g N/m² komt overeen met 10 kg N/ha.

Figure 2.1. N removal (g N/m²) in 2015 in the plots with different grazing period (spring, summer & autumn), the mean of the experimental grazing treatment (jaar) en of the usual management (control). Mean ± SE are given.

De afvoer van P door gefaseerde begrazing is in de vier bestudeerde terreinen flink hoger dan in de situatie met regulier beheer (controle). Het verschil is met een factor 5 verreweg het grootst in het Popelmondedal, terwijl in de andere 3 terreinen de P-afvoer door gefaseerd beheer 55-80% hoger is dan in de controle-situatie. De P-afvoer, vergeleken tussen de terreinen, bij gefaseerd beheer is, net zoals bij de N-afvoer, het grootst in het Popelmondedal, intermediair op de Wrakelberg en Laamhei, en het laagst op de Winkelberg. Bij vergelijking van de P-afvoer bij gefaseerd beheer, maar dan tussen de verschillende begrazingsperioden, valt wederom op dat de P-afvoer in de zomerperiode in alle 4 de terreinen het laagst is (figuur 2.2). Ook dit wordt veroorzaakt door het feit dat de biomassa in 2015 in de zomerbegraste proefvelden duidelijk het laagst is (zie later).



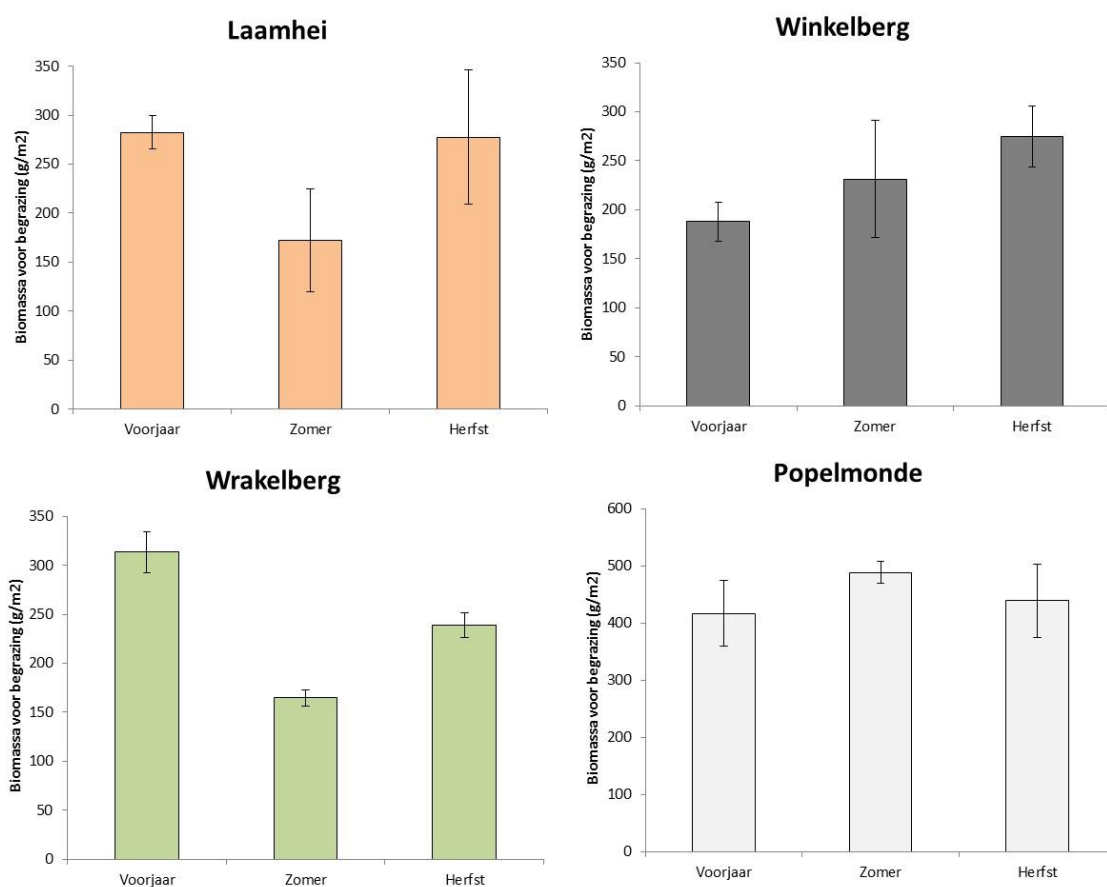
Figuur 2.2. P-afvoer (g P/m²) in 2015 in de percelen met verschillende begrazingsperiode (voorjaar, zomer en herfst), het gemiddelde van het gefaseerde begrazingsregime (jaar) en van de controle voor de 4 terreinen. Gemiddelde ± standaardfout is gegeven.

Figure 2.2. P removal (g P/m²) in 2015 in plots with different grazing period (spring, summer & autumn), the mean of the experimental grazing treatment (jaar) en of the usual management (control). Mean ± SE are given.

2.2.2 Groei en afvoer van biomassa

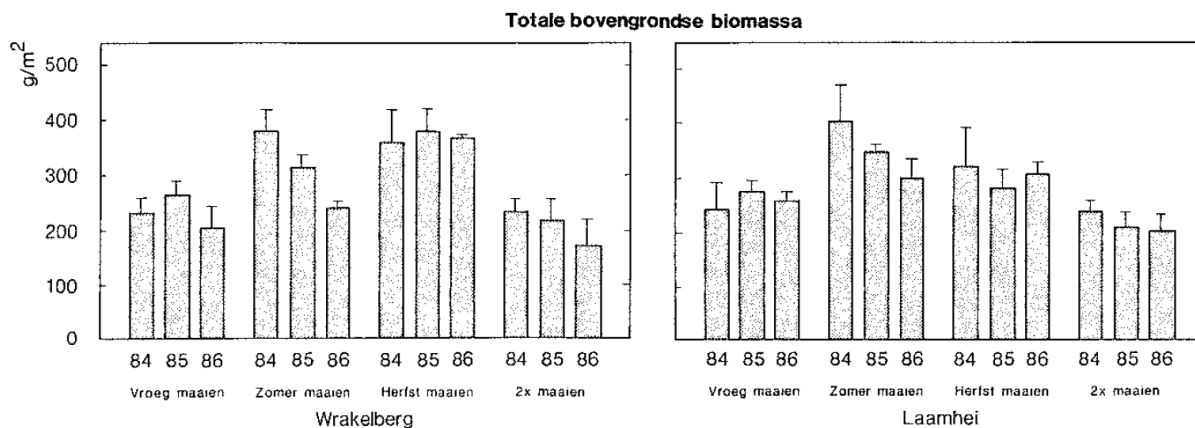
In 2015 is de afvoer van nutriënten in de proefvelden met zomerbegrazing duidelijk het laagst. Dit kan, althans voor de Laamhei en Wrakelberg die sinds de jaren vijftig/zestig van de vorige eeuw in graslandbeheer zijn geweest, verklaard worden uit het feit dat de bovengrondse biomassa van de vegetatie in het derde jaar van dit experiment in de proefvelden met zomerbegrazing flink lager is geworden dan in de proefvelden met voorjaars- of herfstbegrazing. Normaal zou de biomassa in de

zomerperiode ("peak standing crop") in deze graslanden juist maximaal zijn (o.a. Bobbink *et al.* 1999). De biomassa is in beide terreinen bij zomerbegrazing gedaald tot 165-170 g drooggewicht/m², terwijl de bovengrondse biomassa, gemeten juist voor begrazing, zowel in voorjaar en herfst flink hoger was (240-310 g drooggewicht/m²) (figuur 2.3). Het is overigens opmerkelijk dat in een experiment dat is uitgevoerd op beide terreinen in de jaren tachtig van de vorige eeuw, in het derde seizoen met zomermaaien eveneens een significante verlaging van de bovengrondse biomassa werd aangetroffen (figuur 2.4). Dit effect was ook toen niet aanwezig bij begrazing in voorjaar of herfst. In de twee terreinen die sinds de Tweede Wereldoorlog minimaal 3 decennia niet beheerd zijn geweest, Winkelberg en Popelmondedal, is dit effect op de biomassa niet aangetroffen.



Figuur 2.3. Bovengrondse biomassa (g drooggewicht/m² gemeten voor begrazing) in 2015 in de percelen met verschillende begrazingsperiode (voorjaar, zomer en herfst) en in de controle voor de 4 terreinen. Gemiddelde ± standaardfout zijn gegeven.

Figure 2.3. Aboveground biomass (g dry weight/m² just before grazing started) in 2015 in plots with different grazing period (spring, summer & autumn) and in the usual management (control). Mean ± SE are given.



Figuur 2.4. Verloop van de bovengrondse biomassa ($\text{g/m}^2 \pm \text{s.d.}$) van 1984-1986 bij vier verschillende maai-behandelingen op de Wrakelberg en de Laamhei. Van de twee keer gemaaide proefvelden zijn de juni gemeten waarden gegeven (figuur overgenomen uit Bobbink 1988).

Figure 2.4. Above-ground biomass ($\text{g/m}^2 \pm \text{s.d.}$) from 1984 to 1986 with 4 cutting treatments: early (vroeg), summer (zomer), autumn (herfst) and cutting twice (2x maaien) (figure from Bobbink 1988).

2.2.3 Achtergebleven nutriënten in schapenmest

Om de afvoer van nutriënten te berekenen, moet zowel worden bepaald hoeveel nutriënten met biomassa worden verwijderd als hoeveel nutriënten in het terrein achterblijven in de vorm van uitwerpselen. Dit is vooral belangrijk wanneer er een keuze gemaakt moet worden tussen het laten staan van schapen in een kalkgrasland of het dagelijks weghalen van de kudde (nabootsing gescheperde kudde) om zoveel mogelijk uitwerpselen buiten het terrein te brengen. Onderzoek aan de uitwerpselen (urine en schapenmest) is tijdrovend en zodoende niet in het originele onderzoeksplan opgenomen. In 2015 is echter in eigen tijd een beperkt deelonderzoek uitgevoerd om een indruk te krijgen hoe groot het gehalte aan nutriënten is dat achterblijft in het terrein in mest. Urine is niet onderzocht.

In alle onderzoeksterreinen is op 7 juli (na voorjaarsbegrazing) en op 2 september (na zomerbegrazing) het aantal achtergebleven keutels bepaald door middel van 10 tellingen op telkens 1 m^2 . Van alle keutels zijn er random ± 20 verzameld, waarna het gemiddelde drooggewicht is bepaald. Vervolgens zijn van deze keutels de gehalten aan N en P bepaald op dezelfde wijze als voor het plantenmateriaal. Gehaltes aan N en P zijn telkens voor één mengmonster bepaald, waardoor de variatie tussen keutels buiten beeld blijft. De data geven daarmee een belangrijke aanwijzing voor de hoeveelheid nutriënten die achterblijven, maar voldoen niet om per begrazingsronde een exacte berekening te maken voor de afvoer van N en P. Uit deze gegevens blijkt dat de hoeveelheid mest die achterblijft in de proefvelden sterk varieert tussen de verschillende terreinen en dat de hoeveelheid achtergebleven nutriënten in de zomer aanzienlijk kan zijn. Uit tabel 2.1 blijkt dat er in de zomer meer stikstof in schapenkeutels achterblijft ($0,150\text{-}0,375 \text{ gr/m}^2$) dan na voorjaarsbegrazing ($0,028\text{-}0,149 \text{ gr/m}^2$). Dit verschil geldt ook voor het achterblijven van P ($0,009\text{-}0,021 \text{ gr/m}^2$ ten opzichte van $0,041\text{-}0,059 \text{ gr/m}^2$).

Wanneer de hoeveelheid achtergebleven N wordt vergeleken met de hoeveelheid N die wordt afgevoerd met biomassa, blijkt dat in het voorjaar hoogstens 8 % N van de afvoer teniet wordt gedaan, maar in de zomer blijft duidelijk meer van de 'afgevoerde' N achter (Tabel 2.1). In de achtergebleven mest werd in de zomer tussen de 11 en 50% van de nutriënten afgevoerd door het weghalen van de vegetatie terug gemeten. Voor P varieerde dit in de zomer tussen de 11 en 100%

(Tabel 2.1). Hierbij valt op dat in de Winkelberg de meeste mest is achtergebleven en daarmee de afvoer van nutriënten door de begrazing het minst effectief is. Een mogelijke verklaring voor de verschillen tussen de terreinen is te vinden in een verschil in aanpak. Ten eerste bleven zowel tijdens de voorjaarsbegrazing als tijdens de zomerbegrazing de schapen op de Wrakelberg 3 nachten overstaan en op de Laamhei 2 nachten. Op de Winkelberg en het Popelmondedal zijn de schapen elke nacht van de kalkgraslanden weggehaald. Daarnaast worden de schapen in elk terrein vóór 17:00 of 18:00 uur uit de graslanden gehaald en in de parkeerweide gezet, met uitzondering van de Winkelberg, waar de schapen dagelijks pas tussen 20:00 en 22:00 werden verplaatst naar hun nachtverblijf. Het lijkt er sterk op dat het iedere dag tijdig (vóór 17:00 uur) verplaatsen van de schapen naar de parkeerweide zorgt dat er minder mest – en dus nutriënten – in de terreinen achterblijft dan wanneer dit later op de dag gebeurt.

Bovenstaande berekeningen geven slechts een eerste indicatie van de mechanismen, maar vormen een belangrijke basis voor vervolgonderzoek waarin effecten van graasvorm op de afvoer van N en P in detail bepaald kunnen worden.

Tabel 2.1 Biomassa aan keutels (gram/ m²) en nutriënten in schapenkeutels achtergebleven na begrazing in voorjaar en zomer in de vier onderzoeksterreinen, uitgedrukt in gram per m² (boven) en in het percentage van de nutriënten wat in die begrazingsronde is afgevoerd (onder).

Table 2.1 Biomass of sheep droppings (gram/ m²) and nutrients in these droppings after razing in spring (voorjaar) and summer (zomer) in all areas, expressed as gram/m² (above) and percentage of nutrients removed by grazing (below).

| gewicht (mg/m ²) | voorjaar | | | | | zomer | | | | |
|------------------------------|----------|------|--------|-------|-------|---------|------|--------|-------|--------|
| | keutels | | N | P | K | keutels | | N | P | K |
| # | gewicht | # | | | | gewicht | | | | |
| Winkelberg | 21,5 | 6,5 | 114,47 | 16,16 | 22,67 | 38,1 | 14,9 | 229,94 | 42,34 | 58,28 |
| Wrakelberg | 27,6 | 10,5 | 149,13 | 21,09 | 69,53 | 49,6 | 20,8 | 283,34 | 41,00 | 134,44 |
| Laamhei | 15,3 | 5,8 | 85,13 | 15,37 | 33,84 | 54,0 | 23,8 | 374,59 | 59,46 | 173,21 |
| Popelmondedal | 7,6 | 1,5 | 27,90 | 8,92 | 4,40 | 20,7 | 7,7 | 149,58 | 52,38 | 12,34 |

| percentage van afvoer | N | | P | | K | |
|-----------------------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| | Voorjaar | Zomer | Voorjaar | Zomer | Voorjaar | Zomer |
| Winkelberg | 8,17 | 49,66 | 13,89 | 99,91 | 1,95 | 7,88 |
| Wrakelberg | 4,14 | 29,96 | 8,19 | 50,63 | 1,86 | 8,83 |
| Laamhei | 2,27 | 28,90 | 6,22 | 56,95 | 0,73 | 8,96 |
| Popelmondedal | 0,55 | 11,28 | 1,43 | 11,36 | 0,06 | 0,29 |

2.3 Bodemchemie

2.3.1 Algemene beschrijving bodemchemie

In dit deel van het onderzoek is het mogelijke effect van de verschillende begrazingsvormen (regulier versus gefaseerd) op de bodemchemie in ogenschouw genomen. Hierbij is duidelijk geworden dat de bovenste 10 cm van de bodem relatief rijk is aan organische stof, waarbij de waarden in de reguliere situatie op de Wrakelberg en Laamhei hoger zijn (12-15 %) dan in de andere twee terreinen (7-11 %). De pH-zout is overall hoog (7,0-7,8), zoals gebruikelijk in kalkgraslanden, maar wel iets lager in de bodem van het Popelmondedal (6,3-6,8). Uiteraard is de hoeveelheid uitwisselbare kationen (Ca, K en Mg) hoog tot zeer hoog, tussen de 30 – 90 meq/liter bodem, waarbij deze waarden het hoogst zijn in de bodem van de Wrakelberg, en relatief het laagst op de Winkelberg. In alle 4 terreinen is Ca het overheersende kation, maar wat opvalt, is dat de concentraties uitwisselbaar K en Mg in de bodem van het Popelmondedal 2x hoger zijn dan in de bodems van de andere terreinen. Verder zijn de terreinen arm aan nutriënten, met plantbeschikbaar P gehalten tussen de 280-420 $\mu\text{mol/l}$ bodem, alleen in het Popelmondedal zijn de waarden hoger (520-900 $\mu\text{mol/l}$ bodem), iets wat waarschijnlijk nog een gevolg is van het in het verleden (tot 1985) jarenlange niet beheeren van dit terrein. Ook de concentraties ammonium en nitraat zijn laag, met iets lagere ammoniumwaarden in de bodem van de Winkelberg, dan in de bodem van de overige 3 terreinen. In het Popelmondedal en in mindere mate Winkelberg, werd gemiddeld 2 tot 3 keer meer nitraat gemeten dan in de overige terreinen. Voor een volledig overzicht van de bodemchemische gegevens, zie bijlage 1.

In dit begrazingsexperiment is de bodemchemie in de herfst van het derde groeiseizoen gekwantificeerd om vast te stellen of eventuele verhoogde "verschraling" ook heeft geleid tot lagere beschikbaarheid van plantennutriënten in de bodem. Hierbij is met name aandacht besteed aan plantbeschikbaar P (Olsen-P), het ammonium- en het nitraatgehalte in de bodem, aangezien voor de vegetatie zowel N als P sterk bepalend zijn (o.a. Bobbink 1991; Bobbink & Hettelingh 2011).

2.3.2 Plantbeschikbaar P

In de twee terreinen waar zeker 3 decennia niet beheerd is in het verleden (Winkelberg & Popelmondedal), zijn geen verschillen gevonden tussen de gehalten plantbeschikbaar P in de bodem van de 3 proefvelden met verschillende begrazingsperiode, vergeleken met de bodem in de controle. Overigens moet hierbij vermeld worden dat het proefveld met zomerbegrazing, met 2x zo hoge waarden, in het Popelmondedal buiten beschouwing is gelaten, daar dit proefveld bij aanvang al duidelijk ruiger was dan de rest, met ook nog eens een grote boom er midden in (zie par. 1.3.2). Er is daarom besloten dit proefveld qua bodemchemische effecten buiten beschouwing te laten met betrekking tot de invloed van gefaseerde begrazing.

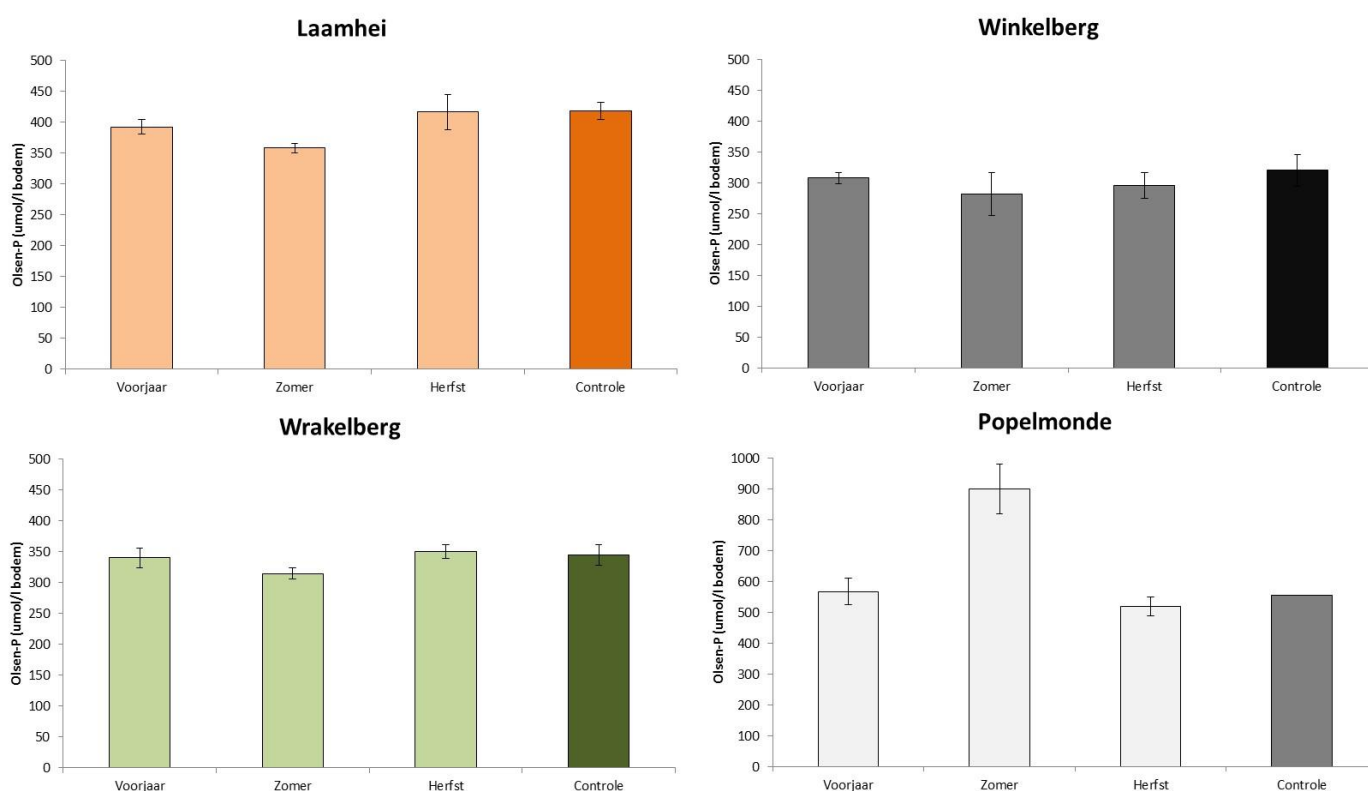
Na drie groeiseizoenen met een gefaseerde begrazing is in de bodem van de Laamhei een significant verschil gevonden tussen de hoeveelheid plantbeschikbaar P in de bodem van de situatie met zomerbegrazing, vergeleken met de controle: de gehalten zijn ca. 15 % lager bij zomerbegrazing ($p < 0,01$ rangsomtoets Mann-Whitney). Ook op de Wrakelberg is deze trend zichtbaar, maar daar (nog) niet significant ($p = 0,13$). Dit verschil met de controle is verder niet aangetroffen voor de begrazing in het voorjaar of in de herfst (figuur 2.5). Het is niet duidelijk waardoor de daling in P-beschikbaarheid in de zomer wordt veroorzaakt.

2.3.3 Ammonium- en nitraatgehalte

Vergeleken met de controlesituatie zijn zowel op de Wrakelberg als Laamhei in twee van de drie proefvelden van de gefaseerde situatie gemiddeld lagere ammoniumgehalten in de bodem gevonden, dan in de bodem van de controle. Echter, de variatie per proefveld is met enkele uitschieters duidelijk groter dan bij plantbeschikbaar P, waardoor alleen het verschil tussen

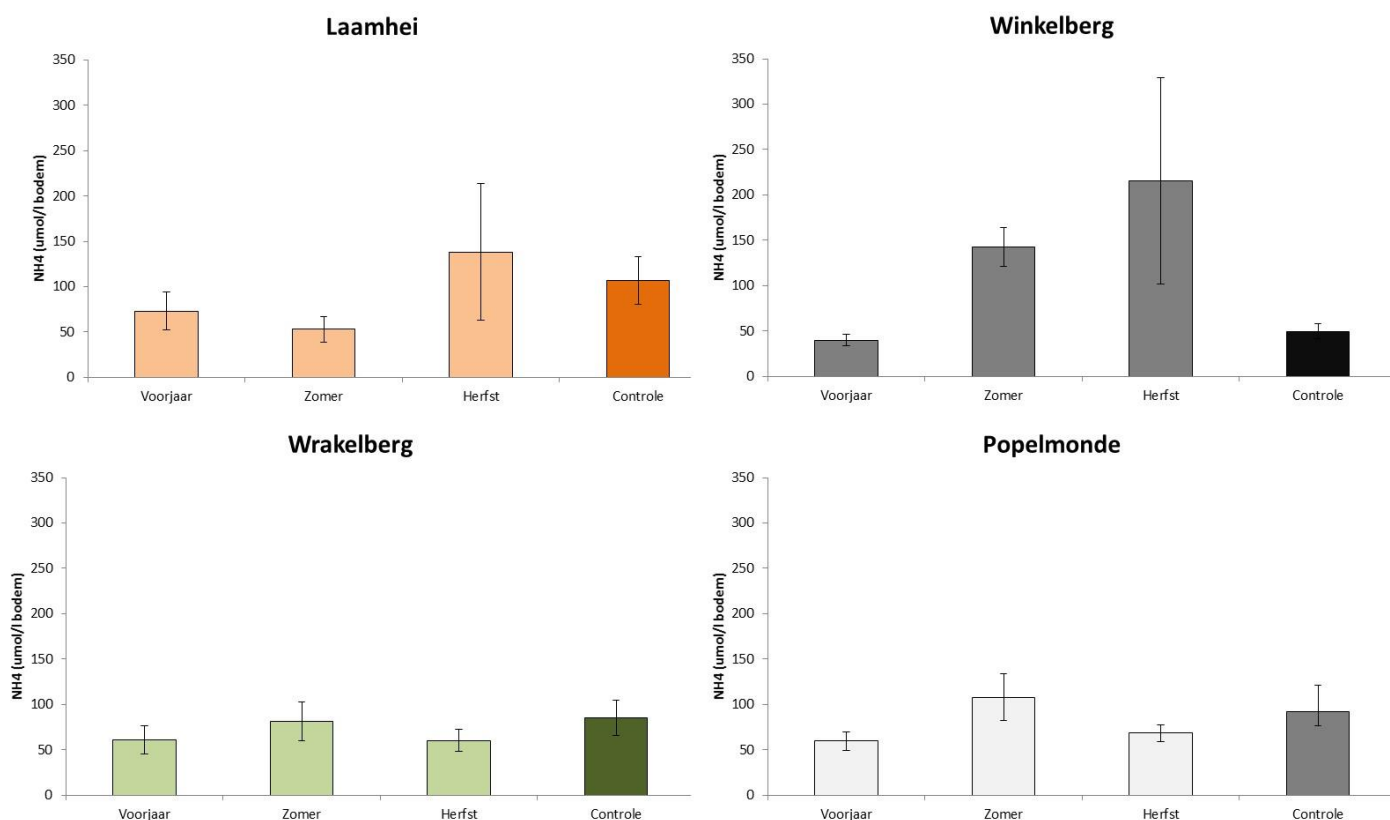
zomerbegrazing en de controle op de Laamhei significant ($p < 0,05$ rangsomtoets Mann-Whitney) is. Wederom is op de Wrakelberg alleen nog sprake van een trend. In de bodem van de Winkelberg zijn daarentegen de ammoniumgehalten in de proefvelden met zomer- ($p < 0,001$) of herfstsbegrazing ($p < 0,05$ Rangsomtoets Mann-Whitney) flink hoger dan de controle, en ook met meer variatie (figuur 2.6).

De nitraathaltes in de bodem zijn duidelijk beïnvloed door het tijdstip van begrazing: op alle vier terreinen zijn de nitraatconcentraties in de proefvelden met herfstbegrazing flink hoger dan in de bodem van de controle ($p < 0,01$ rangsomtoets Mann-Whitney), en in geen van de situaties zijn de nitraatgehaltes lager dan de controle. Op de Wrakelberg is ook in de zomergraasproefvelden de nitraatconcentratie hoger dan in de bodem van de controle ($p < 0,01$ Rangsomtoets Mann-Whitney). Mogelijk indiceert dit alles een najleffect van begrazing: de schapen scheiden een deel van de in planten aanwezige N uit via urine (met name in de vorm van ureum) wat in de bodem wordt omgezet in nitraat. Hoe korter nadat de schapen de proefvelden hebben verlaten, des te meer nitraat is er meetbaar in de bodem aanwezig (figuur 2.7).



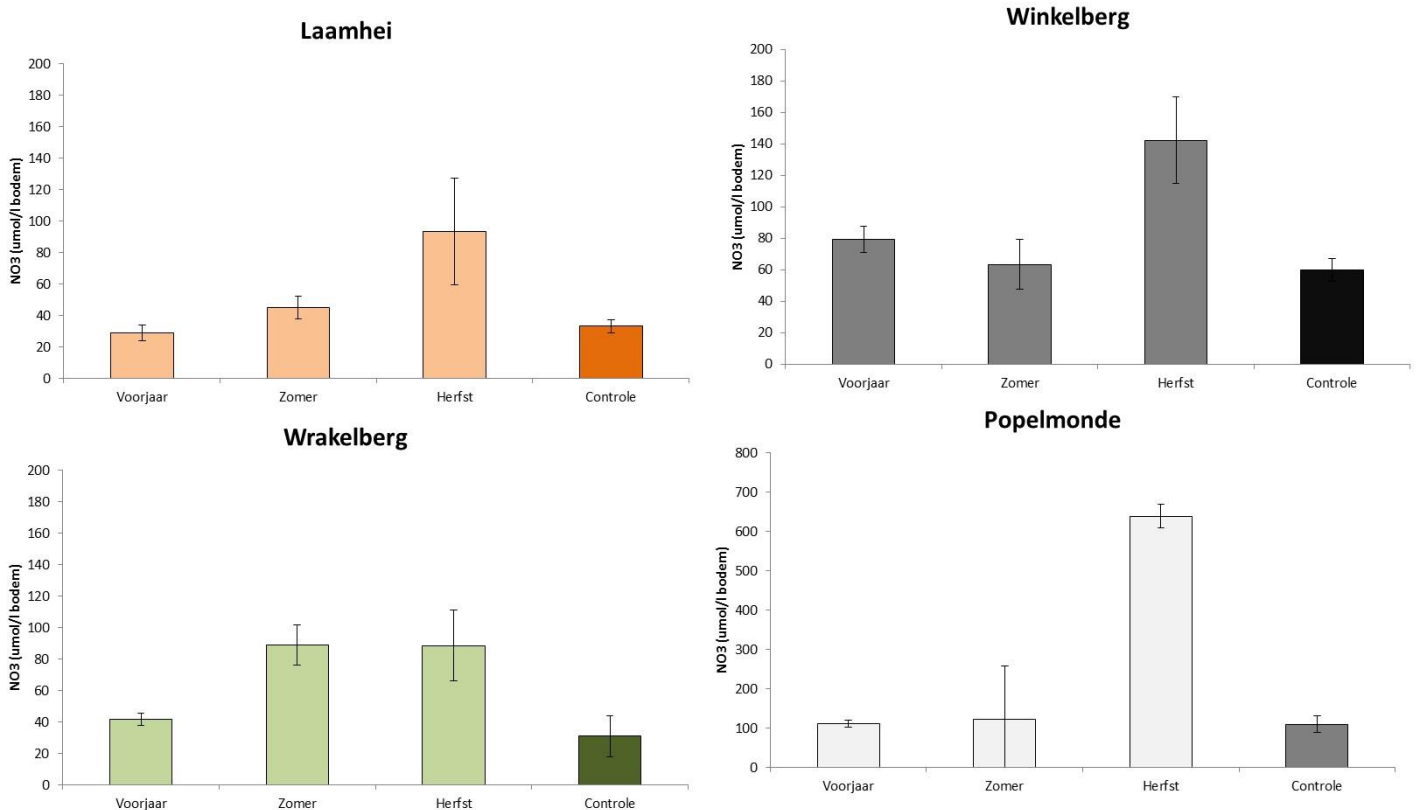
Figuur 2.5. Plantbeschikbaar P gehalte ($\mu\text{mol P/l}$ bodem) in de herfst van 2015 in de 3 proefvelden van het gefaseerde beheer (voorjaar, zomer en herfst) en in de controle. Gemiddelde \pm standaardfout zijn gegeven. N.B.: let op het verschil van de y-as van deelfiguur Popelmonde.

Figure 2.5. Plant available phosphorus (Olsen-P) ($\mu\text{mol P/l}$ soil) in autumn 2015 in the 3 subplots of the experimental grazing regime (spring, summer & autumn) and under usual management. Mean \pm S.E. are shown (please note the differential y-axis at the Popelmonde data).



Figuur 2.6. Ammoniumconcentratie ($\mu\text{mol/l}$ bodem) in de herfst van 2015 in de 3 proefvelden van het gefaseerde beheer (voorjaar, zomer en herfst) en in de controle. Gemiddelde \pm standaardfout zijn gegeven.

Figure 2.6. Topsoil ammonium concentration ($\mu\text{mol/l}$ soil) in autumn 2015 in the 3 subplots of the experimental grazing regime (spring, summer & autumn) and under usual management. Mean \pm S.E. are shown.



Figuur 2.7. Nitraatconcentratie ($\mu\text{mol/l}$ bodem) in de herfst van 2015 in de 3 proefvelden van het gefaseerde beheer (voorjaar, zomer en herfst) en in de controle. Gemiddelde \pm standaardfout zijn gegeven. N.B.: let op het verschil van de y-as van deelfiguur Popelmonde.

Figure 2.7. Topsoil nitrate concentration ($\mu\text{mol/l}$ soil) in autumn 2015 in the 3 subplots of the experimental grazing regime (spring, summer & autumn) and under usual management. Mean \pm S.E. are shown. (please note the differential y-axis at the Popelmonde data).

2.4 Conclusies

- Gefaseerde begrazing leidt tot meer afvoer van N en P op de Laamhei, Winkelberg en Popelmondedal vergeleken met regulier beheer. Dit ondanks mindere biomassa in het zomer-vak op de Laamhei.
- Op de Wrakelberg wordt met gefaseerd begrazingsbeheer ook meer P afgevoerd t.o.v. regulier beheer, maar er is geen verschil in N afvoer.
- Begrazing in de zomer heeft binnen 3 groeiseizoenen geleid tot reductie in de bovengrondse biomassa in de twee "oorspronkelijke" kalkgraslanden (Laamhei & Wrakelberg).
- Plantbeschikbaar P in de bodem is in de situatie met zomerbegrazing 10-15 % lager dan in de controlesituatie (Laamhei en Wrakelberg). Dit is alleen significant op de Laamhei.

- Het nitraatgehalte in de bodem is nergens lager bij gefaseerde begrazing, duidelijk hoger in alle vakken met herfstbegrazing (na-ijleffect recentste begrazingperiode?).
- Door achterblijven van mest is de hoeveelheid nutriënten die wordt afgevoerd lager dan de met vegetatie afgevoerde nutriënten. Het tijdstip waarop de schapen uit de rasters worden gehaald lijkt een grote invloed te hebben op de hoeveelheid achtergebleven mest. Op plekken waar schapen pas 's avonds (in plaats van einde van de middag) werden verplaatst naar een parkeerweide of waar de schapen 2 á 3 nachten per graasronde blijven staan in het terrein, blijft er duidelijk meer mest in het terrein achter.



Figuur 2.8 Aanblik van de plot met zomerbegrazing in het Popelmondedal op 9 september 2014. Op dit meest voedselrijke hellingschraalland staat 6 weken na begrazing weer veel biomassa, vooral op het onderste deel van de helling.

Figure 2.8. View on plot with summer grazing on site Popelmondedal, September 9th 2014. This is the most nutrient rich research site and only 6 weeks after grazing management, a lot of plant biomass is present primarily on the lower part of the plot.

3 Karakteristieke plantensoorten

3.1 Methoden

3.1.1 Uitvoering veldwerk

Op de Wrakelberg, Winkelberg en Laamhei is in alle vlakken een aantal karakteristieke soorten vlakdekkend gekarteerd. Hiervoor zijn de proefvlakken al zigzaggend afgelopen. De soorten zijn als punten gekarteerd, waarbij per punt het aantal exemplaren opgenomen is. Soorten met lage aantallen zijn exact geteld, soorten met hogere aantallen zijn geschat. Polvormers zijn per pol opgenomen, de overige soorten zoveel mogelijk per individuele plant. De tellingen zijn in elk jaar steeds door dezelfde persoon uitgevoerd, om interpretatieverschillen te minimaliseren. Er zijn jaarlijks twee karteerrondes uitgevoerd (zie tabel 3.1).

Tabel 3.1 Data van de uitvoering van het veldwerk in de achtereenvolgende jaren. Popelmondedal is alleen in het eerste jaar onderzocht en niet in de analyses opgenomen.

Table 3.1 Fieldwork data in subsequent research years. Popelmondedal has only been monitored in the first year and has therefore been excluded from analyses.

| | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------------------|--------------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Winkelberg | 11-6-2013 13-8-2013 | 21-5-2014 27-8-2014 | 26-5-2015 29-7-2015 |
| Wrakelberg | 12-6-2013 14-8-2013 | 21/28-5-2014 20-8-2014 | 26/27-5-2015 28/29-7-2015 |
| Laamhei | | 28-5-2014 28-8-2014 | 28-5-2015 28-7-2015 |
| <i>Popelmondedal</i> | <i>12-6-2013</i> <i>13-8-2013</i> | - | - |

In 2013 vond de eerste ronde plaats nadat de eerste begrazing was uitgevoerd (Winkelberg en Wrakelberg). De tweede ronde is uitgevoerd na de tweede begrazing, maar vlak voor de derde ingezet werd. Popelmondedal is daarna vervallen (data niet meegenomen in analyse).

In 2014 viel de eerste ronde in alle terreinen vóór de eerste begrazing. De tweede ronde viel op de Wrakelberg gelijk met het begin van de tweede begrazing. Op de Winkelberg was de derde grasbeurt juist begonnen. In de Laamhei waren de schapen tijdens de tweede karteerronde bezig met de zomerbegrazing. Een deel van de controle was vlak voor de kartering kort gegraasd.

In 2015 is de eerste ronde uitgevoerd voor de voorjaarsbegrazing, de tweede ronde is uitgevoerd vlak voor de zomerbegrazing.

3.1.2 Correctie voor oppervlakte

Omdat niet alle vlakken even groot zijn, zijn de aantallen omgerekend naar aantallen per hectare. Daarvoor is de oppervlakte gehanteerd die kon worden afgeleid uit de luchtfoto's die in februari 2016 op PDOK (PDOK.nl) gepubliceerd zijn. Hierop zijn de vlakgrenzen goed zichtbaar.

Daarbij moet wel in ogenschouw genomen worden dat deze proefvlakken op een helling liggen en de oppervlakte dus afwijkt van de werkelijke oppervlakte. Omdat de hellingshoek van de proefvlakken binnen elk terrein redelijk overeenkomt nemen we aan dat dit verschil tussen de proefvlakken klein is.

3.1.3 Overige tellingen

In 2014 (Laamhei) en 2015 (alle terreinen) zijn in alle vlakken Tansley-schattingen gedaan van de overige algemene soorten. Verder is een schatting gemaakt van de bedekking van opslag en struweel.

3.1.4 Bepaling van de trend

Bij de bepaling van de trend is per behandeling individueel en voor alle behandelingen samen de relatieve verandering van het aantal waarnemingen ten opzichte van het aantal in 2013 berekend (rekenkundig: $(\# \text{ waarnemingen } 2015 - \# \text{ waarnemingen } 2013) / \# \text{ waarnemingen } 2013$). Dit is berekend voor 2014 en 2015 (bijlage 2). Daar is de relatieve verandering in de controle afgetrokken. Ook is de berekening toegepast op het gemiddelde van de drie begrazingsbehandelingen (kolom 'gefaseerd').

Een verandering van 0% betekent dat het aantal hetzelfde is gebleven, een negatief getal een daling, een positief getal een toename. Bij een toe- of afname van meer dan 20% is pas gesproken van een verandering. Daarbij is ook de verspreiding in ogenschouw genomen: bijvoorbeeld een toename van meer dan 20% die echter beperkt is tot één groeiplaats is nog niet als een verandering opgenomen.

Voor het Laamhei zijn de trends niet gerelateerd aan de ontwikkeling in de controle, omdat de controle in 2014 tijdens het seizoen gedeeltelijk begraasd is. De telling van 2015 is een directe resultante van het beheer in 2014. De ontwikkeling is in de tabel (bijlage 2) weergegeven.

3.2 Lijst van karakteristieke plantensoorten

Voor de selectie van soorten zijn zoveel mogelijk deze criteria gevolgd:

- Soort is kwantificeerbaar
- Soorten komen verspreid over de helling voor
- Spreiding in bloeitijd: voorjaar-, zomer- en herfstsoorten en relictsoorten
- Karakteristiek voor kalk/schraalland

Aangezien de soortensamenstelling per terrein verschilt, is de soortenlijst van geselecteerde karakteristieke plantensoorten voor elk terrein uniek. Relevante soorten met een beperkte verspreiding zijn eveneens opgenomen, om te zien of deze verdwijnen of juist uitbreiden. In onderstaande lijst zijn alle soorten opgenomen, waarbij per terrein is aangegeven of de soort daar voorkomt.

| Nederlandse naam | Wetenschappelijke naam | Winkelberg | Laamhei | Wrakelberg |
|------------------------------|--------------------------------------|------------|---------|------------|
| Gewone agrimonie | <i>Agrimonia eupatoria</i> | X | X | |
| Hondskruid | <i>Anacamptis pyramidalis</i> | | X* | |
| Wondklaver | <i>Anthyllis vulneraria</i> | | | X* |
| Ruige scheefkelk | <i>Arabis hirsuta subsp. hirsuta</i> | X | | |
| Stinkende ballote | <i>Ballota nigra</i> | X* | | |
| Bevertjes | <i>Briza media</i> | X | | |
| Bergdravik | <i>Bromopsis erecta</i> | | X* | X |
| Rapunzelklokje | <i>Campanula rapunculus</i> | X* | | |
| Bleke zegge | <i>Carex pallescens</i> | | X* | |
| Driedistel | <i>Carlina vulgaris</i> | X* | X | X |
| Aarddistel | <i>Cirsium acaule</i> | | X* | |
| Kleine steentijm | <i>Clinopodium acinos</i> | | | X* |
| Borstelkrans | <i>Clinopodium vulgare</i> | X* | X | X |
| Herfsttijloos | <i>Colchicum autumnale</i> | | | X* |
| Klein warkruid | <i>Cuscuta epithymum</i> | X* | | |
| Scherpe fijnstraal | <i>Erigeron acer</i> | X* | | |
| Kalkwalstro | <i>Galium pumilum</i> | X* | X* | X |
| Stekelbrem | <i>Genista anglica</i> | X* | | |
| Duitse gentiaan | <i>Gentianella germanica</i> | | X | X |
| Grote muggenorchis | <i>Gymnadenia conopsea</i> | | X | X |
| Ruig hertshooi | <i>Hypericum hirsutum</i> | | X* | |
| Fraai hertshooi | <i>Hypericum pulchrum</i> | | X* | |
| Zandblauwtje | <i>Jasione montana</i> | X | | |
| Beemdkroon | <i>Knautia arvensis</i> | X | | |
| Smal fakkелgras | <i>Koeleria macrantha</i> | X | X | X |
| Breed fakkелgras | <i>Koeleria pyramidata</i> | X* | X* | |
| Geelhartje | <i>Linum catharticum</i> | X | | |
| Witte munt | <i>Mentha suaveolens</i> | X* | | |
| Grote keverorchis | <i>Neottia ovata</i> | | X | |
| Kruipend stalkruid | <i>Ononis repens subsp. repens</i> | X | | |
| Bijenorchis | <i>Ophrys apifera</i> | | | X |
| Vliegenorchis | <i>Ophrys insectifera</i> | | X* | |
| Soldaatje | <i>Orchis militaris</i> | | X* | X |
| Puperorchis | <i>Orchis purpurea</i> | | X* | X* |
| Wilde marjolein | <i>Origanum vulgare</i> | X | | |
| Ruige weegbree | <i>Plantago media</i> | | X | X |
| Welriekende/Berg-nachtorchis | <i>Platanthera bifolia /montana</i> | X | | X |
| Bergnachtorchis | <i>Platanthera montana</i> | X | | |
| Kuifvleugeltjesbloem | <i>Polygala comosa</i> | X | X | |
| Liggende vleugeltjesbloem | <i>Polygala serpyllifolia</i> | X | | |
| Gulden sleutelbloem | <i>Primula veris</i> | | X | |
| Harige ratelaar | <i>Rhinanthus alectorolophus</i> | X | | |
| Kleine ratelaar | <i>Rhinanthus minor</i> | X | X | X |
| Kranssalie | <i>Salvia verticillata</i> | | | X |
| Kleine pimpernel | <i>Sanguisorba minor</i> | X | | |
| Duifkruid | <i>Scabiosa columbaria</i> | X | | |
| Betonie | <i>Stachys officinalis</i> | X | | |
| Blauwe knop | <i>Succisa pratensis</i> | X | | |
| Getande veldsla | <i>Valerianella dentata</i> | | | X* |

* =Soort met incidenteel voorkomen; komt dus niet in alle behandelingen van een gebied voor.



Figuur 3.1. Vegetatie van de Laamhei in mei (boven) en de Wrakelberg in juni (onder).

Figure 3.1 Vegetation of Laamhei in May (top) and Wrakelberg in June (bottom).

3.3 Veranderingen in soortverspreiding

3.3.1 Winkelberg

De verspreiding en de aantalsontwikkelingen zijn weergegeven in bijlage 2 en 3. De aantallen van gewone agrimonie (*Agrimonia eupatoria*) en kruipend stalkruid (*Ononis repens ssp repens*) in de gefaseerde begrazing schommelen. In de controle is echter sprake van een duidelijke toename in deze twee soorten, zodat sprake is van een relatieve terugloop.

Ruige scheefkelk (*Arabis hirsuta subsp. hirsuta*), Bevertjes (*Briza media*), Beemdkroon (*Knautia arvensis*), Bergnachtsorchis (*Platanthera montana*), Kuifvleugeltjesbloem (*Polygala comosa*) en Liggende vleugeltjesbloem (*Polygala serpyllifolia*) en Betonie (*Stachys officinalis*) laten een stijgende trend zien. Dit zijn allemaal meerjarige soorten.

Geelhartje (*Linum catharticum*) neemt in de periode 2013-2015 in alle vlakken toe, zodat er relatief geen trend blijkt. Kleine pimpernel (*Sanguisorba minor*) blijft vrij constant in alle behandelingen aanwezig.

Van de overige soorten uit de lijst is het onduidelijk te zien of er sprake is van een trend. Niet van alle soorten is een waarneming uit alle vlakken van het experiment. Ook zijn er soorten bij waarbij een betrouwbare telling ontbreekt door een recente begrazing.

De algemenere soorten die in 2015 voor de gehele graasvlakken geschat zijn (bijlage 2) zoals Voorjaarsganzerik (*Potentilla tabernaemontani*), Voorjaarszegge (*Carex caryophylla*) en Kleine bevernel (*Pimpinella saxifraga*) laten weinig verschil zien in abundantie tussen de verschillende behandelingen. Wilde peen (*Daucus carota*), Duizendguldenkruid (*Centaureum erythraea*) en Grote tijm (*Thymus pulegioides*) laten een lagere abundantie zien in het vlak van de voorjaarsbegrazing.

3.3.2 Wrakelberg

De karteersoorten van de Wrakelberg reageren wisselend op de begrazing. Driedistel (*Carlina vulgaris*), Kalkwalstro (*Galium pumilum*), Bijenorchis (*Ophrys apifera*), Ruige weegbree (*Plantago media*) en Kleine ratelaar (*Rhinanthus minor*) nemen toe ten opzichte van de controle. Bij driedistel, ruige weegbree en kleine ratelaar is wel een duidelijke afname te zien bij de voorjaarsbegrazing, dit wordt gecompenseerd door de positieve ontwikkelingen in de zomer- en herfstbegrazing. Bijenorchis laat een sterke ontwikkeling zien, maar ook in de controle is een toename te zien. De nachtorchis (*Platanthera bifolia x Platanthera montana*) laat netto weinig reactie zien, de toename bij de voorjaarsbegrazing wordt teniet gedaan door een afname in het vlak met zomerbegrazing. Wondklaver (*Anthyllis vulneraria*), borstelkrans (*Clinopodium vulgare*), Duitse gentiaan (*Gentiana germanica*) en Grote muggenorchis (*Gymnadenia conopsea*) laten een dalende trend zien.

Bergdravik (*Bromopsis erecta*) laat een sterke toename zien in alle graasvlakken, maar neemt in het controlevlak toe van bijna niets naar een bescheiden aantal. Omdat dit een relatief sterke toename is, drukt dit zwaar op de relatieve ontwikkeling in de graasvlakken. Hier zijn bloeistengels geteld en het is goed mogelijk dat in de controle de soort al vegetatief aanwezig was. Daarom is de ontwikkeling van deze soort in de tabel met * aangegeven.

Tabel 3.2 Ontwikkeling van aantallen planten op de Winkelberg: trend tussen 2013 en 2015 ten opzichte van de controle. - dalende trend, + positieve trend, = gelijkblijvend, ~sterk schommelend, * onduidelijk

Table 3.2 Development of plant species frequency at the Winkelberg: trend in plots with rotational grazing between 2013 and 2015 in relation to control plots. - = decrease, + = increase, = = constant, * = indistinct.

| Soorten | voorjaar | zomer | herfst | gefaseerd |
|---|----------|-------|--------|-----------|
| <i>Agrimonia eupatoria</i> | - | - | - | - |
| <i>Ononis repens</i> subsp. <i>repens</i> | ~ | + | - | - |
| <i>Arabis hirsuta</i> subsp. <i>hirsuta</i> | + | + | + | + |
| <i>Briza media</i> | ~ | + | + | + |
| <i>Knautia arvensis</i> | + | + | + | + |
| <i>Platanthera montana</i> | * | = | + | + |
| <i>Polygala comosa</i> | * | + | + | + |
| <i>Polygala serpyllifolia</i> | * | + | ~ | + |
| <i>Stachys officinalis</i> | + | * | ~ | + |
| <i>Linum catharticum</i> | - | + | + | = |
| <i>Sanguisorba minor</i> | = | = | = | = |
| <i>Koeleria macrantha</i> | ~ | + | - | * |
| <i>Scabiosa columbaria</i> | ~ | * | - | * |
| <i>Origanum vulgare</i> | ~ | ~ | + | ~ |
| Niet in alle vlakken aanwezig bij aanvang: | | | | |
| <i>Rhinanthus alectorolophus</i> | * | - | ~ | * |
| <i>Rhinanthus minor</i> | * | * | * | * |
| <i>Campanula rapunculus</i> | = | - | - | * |
| <i>Clinopodium vulgare</i> | * | * | * | * |
| <i>Cuscuta epithymum</i> | * | * | * | * |
| <i>Mentha suaveolens</i> | * | * | * | * |
| <i>Jasione montana</i> | - | = | = | * |

De Duitse gentiaan is, buiten deze tellingen om, in oktober 2013 opnieuw geteld. In het vlak met voorjaarsbegrazing stonden zeer veel eenjarige exemplaren. In het vlak met zomerbegrazing stonden er veel minder, meestal eenjarigen. In het jaar daarop was hiervan niets meer terug te vinden. In de Tansleyschatting van algemene soorten (bijlage 2) valt op dat met name in het voorjaarsvlak een aantal soorten een lagere abundantie vertonen dan de overige graasvlakken en de controle: duifkruid (*Scabiosa columbaria*), grote tijm (*Thymus pulegioides*), kruipend stalkruid (*Ononis repens*), gewone agrimonie (*Agrimonia eupatoria*) en wilde peen (*Daucus carota*). Kleine pimpernel (*Sanguisorba minor*), grote tijm en wilde peen vertonen in de zomer- en herfstsbegrazing een toename ten opzichte van de blanco. Omdat we geen 0-meting hebben van deze soorten kunnen we daar echter geen duidelijke conclusies aan verbinden.

Tabel 3.3 Ontwikkeling van aantallen planten op de Wrakelberg: Trend tussen 2013 en 2015 ten opzichte van de controle. - dalende trend, + positieve trend, = gelijkblijvend, ~sterk schommelend, * onduidelijk

Table 3.3 Development of plant species frequency at the Wrakelberg: trend in plots with rotational grazing between 2013 and 2015 in relation to control plots. - = decrease, + = increase, = = constant, * = indistinct.

| Soorten | voorjaar | zomer | Herfst | gefaseerd |
|---|----------|-------|--------|-----------|
| Carlina vulgaris | - | ~ | + | + |
| Galium pumilum | + | - | - | + |
| Ophrys apifera | + | + | ~ | + |
| Plantago media | - | + | + | + |
| Rhinanthus minor | - | + | + | + |
| Platanthera bifolia x Platanthera montana | + | - | = | = |
| Anthyllis vulneraria | + | ~ | - | - |
| Clinopodium vulgare | - | + | + | - |
| Gentianella germanica | - | - | - | - |
| Gymnadenia conopsea | - | - | - | - |
| Orchis militaris | = | + | ~ | ~ |
| Salvia verticillata | + | ~ | + | ~ |
| Bromopsis erecta | * | * | * | * |

3.3.3 Laamhei

In de gegevens van de Laamhei zijn alle ontwikkelingen, ook in de controle, naast elkaar in beeld gebracht. De meeste karakteristieke soorten laten weinig verschillen zien ten opzichte van de controle. Zachte haver (*Avenula pubescens*), bevertjes (*Briza media*), bergdravik (*Bromopsis erecta*) en geelhartje (*Linum catharticum*) laten een positieve ontwikkeling zien, waarbij die van zachte haver vooral ten opzichte van de controle positief uitpakt. Ook de vliegenorchis (*Ophrys insectifera*) lijkt goed te reageren op de vroege begrazing.

Van de late soorten is niet duidelijk hoe de soorten reageren, aangezien in 2014 vlak voor de zomerronde het vlak met zomerbegrazing en controle b begraasd was en deze soorten niet meer goed te zien waren. Van deze late soorten laten gewone agrimonie (*Agrimonia eupatoria*) en Duitse gentiaan (*Gentianella germanica*) een afname in het vlak met voorjaarsbegrazing zien. Ook Grote muggenorchis (*Gymnadenia conopsea*) laat een daling bij de voorjaarsbegrazing zien.

In het terrein komt een aantal soorten voor met een beperkte verspreiding: hondskruid (*Anacamptis pyramidata*), ruig hertshooi (*Hypericum hirsutum*), fraai hertshooi (*Hypericum pulchrum*), smal fakkelgras (*Koehleria macrantha*), breed fakkelgras (*Koehleria pyramidata*). Omdat ze niet in alle vlakken voorkomen kunnen geen uitspraken gedaan worden over het effect van begrazing. Wel is het zo dat de meeste soorten standhouden bij het type begrazing van het vlak waarin ze voorkomen. Uitzonderingen zijn aarddistel: sterke afname bij voorjaars- en herfstbegrazing, echter niet in de zomer begraasde controle.

Tabel 3.4 Ontwikkeling van aantallen planten op de Laamhei: Ontwikkeling tussen 2014 en 2015. - dalende trend, + positieve trend, = gelijkblijvend, * onduidelijk. NB Controle b is in 2014 ook gefaseerd begraasd, daarom is geen correctie voor ontwikkeling in de controle toegepast.

Table 3.4 Development of plant species frequency at the laamhei: trend in plots with rotational grazing between 2013 and 2015 in relation to control plots. - = decrease, + = increase, = = constant, * = indistinct.

| Aantallen per ha | Voorjaar | zomer | herfst | controle a | controle b | gemiddelde gefaseerd | gemiddelde "controle a+b" | interpretatie trend |
|---|----------|-------|--------|------------|------------|----------------------|---------------------------|---------------------|
| Avenula pubescens (Tsl) | - | = | = | - | - | = | - | + |
| Briza media (Tansley) | - | + | + | + | - | + | = | + |
| Bromopsis erecta | + | = | - | - | - | + | - | + |
| Linum catharticum (Tsl) | + | + | + | = | - | + | = | + |
| Ophrys insectifera | = | + | + | - | + | + | = | + |
| Carex pallescens | = | + | + | = | + | + | + | = |
| Centaurea scabiosa (Tsl) | + | + | + | + | + | + | + | = |
| Neottia ovata | + | + | + | + | + | + | + | = |
| Orchis militaris | = | = | = | + | = | = | = | = |
| Orchis purpurea | + | = | + | + | + | + | + | = |
| Polygala comosa | + | + | + | = | + | + | + | = |
| Primula veris | + | + | + | + | * | + | + | = |
| Rhinanthus minor | - | + | = | - | = | = | - | = |
| Agrimonia eupatoria | - | * | = | + | * | * | * | * |
| Clinopodium vulgare | = | * | - | - | * | * | * | * |
| Gentianella germanica | - | * | - | - | * | * | * | * |
| Gymnadenia conopsea | - | = | = | - | - | = | - | * |
| Plantago media | + | * | + | + | * | * | * | * |
| Soorten met incidenteel voorkomen: | | | | | | | | |
| Anacamptis pyramidalis | | = | | = | | + | + | * |
| Carlina vulgaris | + | | = | - | | * | * | * |
| Cirsium acaule | = | | - | | * | * | * | * |

3.3.4 Vergelijkbare ontwikkelingen in verschillende terreinen?

De soortensamenstelling van de terreinen verschilt behoorlijk. De karteersoortenlijst vertoont dan ook weinig overlap. De soorten die wel in meerdere terreinen zijn gekarteerd laten vrijwel geen overeenkomstige trends zien. Vaak komt het voor dat een soort in het ene gebied een dalende of stijgende trend laat zien, maar in het andere gebied geen duidelijke ontwikkeling vertoont. Kalkwalstro lijkt het goed te doen bij zomerbegrazing.

3.3.5 Relatie met soorteigenschappen

Wanneer de soorten gerangschikt worden op levensvorm, bloeitijd en levensduur (bijlage 4), dan blijkt bij geen van deze eigenschappen een duidelijk verband tussen soorten met een positieve trend.

3.4 Treedt extra verstruweling op?

In alle terreinen is een globale schatting gemaakt van de bedekking van bramen, houtige opslag (<80cm) en struweel (>80cm) (tabel 3.5). De bedekking van houtige soorten neemt op de Winkelberg en de Wrakelberg toe, in het Laamhei is hier nog niet veel van te merken. Op de Winkelberg is een deel van de houtige soorten teruggezet na 2013. Daarna neemt de bedekking weer snel toe. Op de Wrakelberg neemt de bedekking van houtige soorten niet snel toe, maar het aantal houtige staakjes is aanzienlijk. Indien deze staakjes de kans krijgen om door te groeien, dan staat hier een potentieel bos klaar van vooral meidoorn en sleedoorn.

Vroege begrazing in voorjaar (Wrakelberg) en zomer (Winkelberg en Laamhei) lijken de opslag van struweel en bomen te remmen, waarschijnlijk doordat de voedselkwaliteit van houtige soorten richting de herfst afneemt en deze bij late begrazing veel minder worden gegeten.

Tabel 3.5 Bedekking (%) van bramen, houtige opslag en struweel op de Winkelberg, Wrakelberg en de Laamhei.

Table 3.5 Cover (%) of blackberry, woody plant species and small trees on Winkelberg, Wrakelberg and Laamhei.

| Winkelberg | | voorjaar | zomer | Herfst | controle |
|-------------------|------|-----------------|--------------|---------------|-----------------|
| bramen | 2013 | 3 | 2 | 10 | 1 |
| | 2014 | 10 | 2 | 5 | 1 |
| | 2015 | 5 | 5 | 5 | 3 |
| houtige opslag | 2013 | 10 | 5 | 5 | 10 |
| | 2014 | 2 | 2 | 2 | 10 |
| | 2015 | 5 | 5 | 10 | 10 |
| struweel | 2013 | - | 1 | 1 | 1 |
| | 2014 | - | 5 | 15 | 2 |
| | 2015 | 5 | 5 | 15 | 15 |

| Wrakelberg | | voorjaar | zomer | Herfst | controle |
|-------------------|------|-----------------|--------------|---------------|-----------------|
| bramen | 2013 | - | - | 1 | 1 |
| | 2014 | - | 1 | 1 | 3 |
| | 2015 | - | 1 | 1 | 3 |
| houtige opslag | 2013 | - | 1 | 1 | - |
| | 2014 | - | 1 | 2 | 1 |
| | 2015 | 0,01 | 1 | 1 | 1 |
| struweel | 2013 | - | 2 | 2 | 1 |
| | 2014 | - | 2 | 2 | 1 |
| | 2015 | - | 2 | 2 | 1 |

| Laamhei | | voorjaar | zomer | herfst | Controle a | Controle b |
|----------------|------|-----------------|--------------|---------------|-------------------|-------------------|
| houtige opslag | 2014 | 3 | - | 5 | 0 | - |
| houtige opslag | 2015 | 3 | 2 | 5 | 0 | 1 |
| struweel | 2014 | - | - | 1 | | - |
| struweel | 2015 | | | 1 | 0 | 0 |
| bramen | 2014 | 1 | - | 2 | 1 | 5 |
| braam | 2015 | 1 | 0 | 2 | 0 | 5 |

3.5 Conclusies

- Het experiment laat als algemene trend binnen de onderzoeksperiode een gelijkblijvende tot positieve ontwikkeling zien voor het aantal en de diversiteit van karakteristieke plantensoorten bij gefaseerde begrazing ten opzichte van reguliere begrazing in de herfst. Soorten die profiteren zijn o.a. Ruige Scheefkelk, Bergnactorchis, Bijenorchis en Driedistel.
- Eventuele achteruitgang of vooruitgang bij de voorjaarsbegrazing wordt meestal gecompenseerd door een respectievelijke vooruitgang of achteruitgang in de latere begrazingsvlakken. Grote schommelingen tussen jaren komen ook van nature voor.
- Voor enkele karakteristieke soorten zijn negatieve trends gecorreleerd met gefaseerde begrazing: Duitse gentiaan, Grote muggenorchis en Wondklaver op de Wrakelberg, Kruipend stalkruid en Gewone agrimonie op de Winkelberg. Op de Laamhei lijkt de negatieve trend voor Duitse gentiaan en Grote muggenorchis ook aanwezig, maar onduidelijk door grote tussenjaarlijkse schommelingen in aantallen. Deze negatieve trend geldt mogelijk ook voor andere later bloeiende orchideeën die niet geteld zijn, zoals Gevlekte orchis.
- Houtige soorten worden weinig opgevreten waardoor de houtige opslag op langere termijn een potentieel risico vormt voor de vegetatieontwikkeling. Dit is vooral waarneembaar op de Wrakelberg waar er een omzetting van maaibeheer naar begrazingsbeheer plaatsvond. Begrazing in voorjaar of zomer lijkt de opslag van houtige soorten sterker te remmen dan begrazing in de herfst: gefaseerde begrazing kan dus een meer remmend effect hebben op de opslag van houtige soorten dan reguliere begrazing.



Figuur 3,2 Toename verstruweling bij overgang van maaibeheer naar begrazing op de Wrakelberg

Figure 3.2 Increase of woody species after a shift in management from mowing to grazing at the Wrakelberg.

4 Bloembeschikbaarheid en zaadzetting

4.1 Methoden

4.1.1 Bloembeschikbaarheid

In het oorspronkelijke onderzoeksvoorstel is afgesproken om in 2014 6 maal per terrein op 2 plekken (huidige beheer en gefaseerd beheer) te bemonsteren, maar gedurende het onderzoek zijn de drie onderdelen van het gefaseerde beheer als aparte beheer-typen gezien in verschillende bemonsteringen en analyses. Hierdoor zijn er dus 4 in plaats van 2 bemonsteringen per terrein. Om te komen tot een goede opzet en aansluiting van de andere onderdelen, is de opzet in 2014 met een statisticus besproken in termen van de oppervlakte van bemonstering versus aantal tijdstippen om te komen tot een optimale proefopzet.

Rekening houdend met seizoen, begrazingsopzet, verantwoordde steekproef en beschikbare tijd komen we tot de volgende aangepaste bemonstering:

Bemonstering voor bloembeschikbaarheid op 15x15 meter, vanwege de grote variatie in proefvlakken. In het veld zijn 4 bemonsteringsvlakken per terrein (dus 12 in totaal) van 15x15 meter ingericht en vastgelegd (gemarkeerd in het veld).

Er zijn 6 bemonsteringsmomenten aangehouden:

1. Voorjaar (half april)
2. Voor 1e ronde (half mei) 1e ronde: 1-15 juni begrazen
3. Na 1e ronde (half juni)
4. Voor 2e ronde (half juli) 2e ronde: 15 -30 aug begrazen
5. Na 2e ronde (half sept) 3e ronde: 15-30 sept begrazen
6. Na 3e ronde (half okt)

Tijdens elke bemonsteringsronde is een opname gemaakt van het proefvlak (15x15m) met een Braun-Blanquet opname, waarbij tevens het fenologisch stadium is genoteerd (kn = knop, fl = flower, fr = fruit). Hierbij is de bedekking geschat van de bloeiende soorten binnen het proefvlak met de methode Braun-Blanquet. Dit wil zeggen dat de horizontale projectie van soorten op het grondvlak is geschat met een bepaalde schaalverdeling (De gebruikte klassen worden in onderstaande tabel 4.1 toegelicht). In de laagste drie klassen wordt het aantal individuen meegewogen maar wanneer een soort meer dan 5% van het opnamevlak inneemt doet het aantal individuen er minder toe. Normaliter doet dan ieder levend individu van een soort mee onafhankelijk van de fenologische toestand (vegetatief, bloeiend, in zaad, in knop etc). Voor de inschatting van de bloem- en zaadbeschikbaarheid zijn onderstaande klassen gebruikt en per fenologische toestand is de bedekking geschat. Hierbij is de verhouding tussen de verschillende aanwezige fenologische stadia geschat. De nadruk is gelegd op voor het onderzoek relevante hogere plantensoorten die in bloei zijn aangetroffen: de aanwezige grassen zijn niet standaard meegenomen in de waarnemingen.

Tabel 4.1. Codering en betekenis van de Braun-Blanquet methode.

Table 4.1. Codes and meaning of the Braun-Blanquet method.

| Symbool | bedekking | aantal soorten | ingenomen oppervlak in proefvlak (15x15 m) |
|----------------|------------------|-------------------------------------|--|
| R | ≤1% | 1 individu | max 2,25 m ² (een vlak van 225 cm bij 100 cm) |
| + | ≤1% | 2-5 individuen, aanwezig | max 2,25 m ² (een vlak van 225 cm bij 100 cm) |
| 1 | ≤5% | 6-50 individuen, duidelijk aanwezig | 2,25 - 11,25 m ² |
| 2m | ≤5% | >50 individuen, sterk aanwezig | 2,25 - 11,25 m ² |
| 2a | 5% - 15% | Nvt | 11,26 - 33,75 m ² |
| 2b | 16% - 25% | Nvt | 33,76 - 56,25 m ² |
| 3 | 26% - 50% | Nvt | 56,26 - 112,5 m ² |
| 4 | 51% - 75% | Nvt | 112,51 - 168,75 m ² |
| 5 | 76% - 100% | Nvt | 168,76 - 225 m ² |

Bij deze methode wordt geen rekening gehouden met clustering van individuen in een specifieke fenologische fase in een deel van het opnamevlak. Ook de groeivorm van veel van de soorten is erg bepalend voor hun lokale clustering. Soorten die zich bijvoorbeeld via uitlopers verspreiden zullen sterk geclusterd voorkomen (denk aan Muizenoor). Iets vergelijkbaars kan gelden voor eenjarige "open grond" kiemers. Op deze hellingen kan er plaatselijk veel variatie optreden (bijvoorbeeld dikte doorwortelbare bodem, lokaal uitgeloogd, rotsen, steilte helling, latrine schapen, graverij dassen, verstruweling etc) en dit is samen met het lokale klimaat zeer sterk bepalend voor het voorkomen van soorten.

Om inzicht te krijgen in de effecten van de bloembeschikbaarheid van de verschillende beheertypen voor de fauna, zijn de gegevens op een aantal manieren verder geanalyseerd: Aantallen bloeiende soorten, Sommatie van de bloeiende nectarsoorten (tbv fauna) en Diversiteitsindex (tbv fauna).

4.1.2 Zaadzetting & vitaliteit zaad

In het oorspronkelijke onderzoeksplan zou in jaar 2 van het onderzoek (2014) voor elk van de drie terreinen een selectie van 10 soorten (uit de groep van soorten die als plantensoorten zijn gevolgd: zie hoofdstuk 3) worden gemonitord, waarbij het percentage van het aanwezige fenologische stadium 'zaadzetting' (onrijpe vrucht, rijpe vrucht, zaadval) op 8 meetmomenten verspreid over het groeiseizoen zal worden vastgesteld, aangevuld met zaad vitaliteitsmetingen. Na overleg met een zaadfysioloog over effecten van begrazing op vitaliteit komt naar voren dat de veldmetingen de meeste informatie zullen geven over zaadzetting en vitaliteit (dus de fenologische stadia in het veld goed in kaart te brengen). Daarbij zal het waarschijnlijk lastig worden om te kijken naar het aantal zaden per bloeiwijze/plant, omdat de meeste soorten een relatief lange bloeitijd hebben en er maar beperkt door het seizoen wordt bemonsterd.

Naast de veldmetingen is ook zaad verzameld van een aantal soorten (tabel 4.2). Om meer informatie over zaadvitaliteit te krijgen is van een selectie van soorten (soorten waarvan zaad in minimaal drie behandelingen en twee terreinen kon worden verzameld, zie tabel 4.2) rijp zaad geanalyseerd in het lab op de grootte en rijpheid. Eventuele verschillen in grootte van het zaad kunnen een eerste indicatie zijn dat de vitaliteit van de zaden/voortplanting wordt beïnvloed door het aangepaste beheer. Dit is gevolgd door kiemprouven.

Tabel 4.2. In de proefvlakken verzamelde zaden. In de laatste kolom de selectie van soorten waarmee zaadmetingen zijn gedaan.

Table 4.2. Species of which seeds were collected seeds in different research sites. In the last column is indicated with which seeds futher analyses are carried out.

| Soort | Winkelberg | Wrakelberg | Laamhei | Zaadmetingen |
|----------------------------|------------|------------|---------|--------------|
| <i>Arabis hirsuta</i> | X | | | |
| <i>Briza media</i> | X | X | X | |
| <i>Carex flacca</i> | | X | X | X |
| <i>Hieracium pilosella</i> | X | | | |
| <i>Knautia arvensis</i> | X | | | |
| <i>Leontodon hispidus</i> | X | X | X | X |
| <i>Linum catharticum</i> | X | X | X | X |
| <i>Plantago media</i> | | X | X | |
| <i>Ranunculus bulbosus</i> | X | | | |
| <i>Rhinanthus spec.</i> | X | | | |
| <i>Rhinanthus minor</i> | X | | X | |
| <i>Sanguisorba minor</i> | X | X | X | X |
| <i>Scabiosa columbaria</i> | X | X | X | X |

De zaden zijn hiervoor schoongemaakt en uitgelegd in partijen van 79 enkele zaden (vaste afmetingen van een zogenaamde well-plaat). Om een indicatie te krijgen van de variatie binnen een partij moesten de zaden verenkeld worden, zodat de grootte eventueel achteraf gekoppeld kan worden aan rijpheid en kiemkracht. Met de zaden zijn de volgende analyses uitgevoerd:

Zaadgrootte door middel van videometerLab opnames (multispectrale lichtabsorptie (=kleur) en grootte en vorm);

Hiervoor zijn de zaden verenkeld in well-platen, zodat van 79 individuele zaden per soort de grootte (lengte en breedte) en oppervlakte kon worden bepaald. *Leontodon hispidus* kon door de vorm van het zaadje inclusief parapluutje niet in de well-platen verenkeld worden. Van deze soort is daarom een 50-tal zaden uitgespreid voor de zaadgrootte-bepaling. De zeer kleine zaden van *Linum* bleken zo statisch te zijn, dat een klein aandeel van de verenkelde zaden niet in de well-platen op de eigen plek bleef. Hierdoor gingen deze waarnemingen verloren tussen zaadgrootte, zaadrijpheid en kiemingsbepaling (de zaden bleven onder andere achter in de well-plaat of sprongen in een andere well bij het overzetten). De zaadgrootte is hierdoor voor *Linum* bepaald met gemiddeld 50 zaden.

Er is vervolgens onderzocht of er een relatie is tussen zaadgrootte en beheertype dmv GLM-analyse (univariate analyse van variantie) met beheertype als fixed factor en terrein als random factor. Post-hoc is getest met Tukey-B.

Zaadrijpheid door middel van pathoscreen opnames (chlorofyl-metingen).

Veel zaden zijn groen tijdens zaadontwikkeling. Bladgroen wordt afgebroken tijdens de rijping en chlorofyl/mm² is de maat voor de hoeveelheid bladgroen in de zaden, gecorrigeerd voor de zaadgrootte. Onrijpe zaden zijn relatief minder vitaal. Door te kijken naar de hoeveelheid bladgroen kan een indicatie worden verkregen in hoeverre het zaad rijp is.

Bij de gebruikte methode wordt de reflectie van de zaden gemeten en een groot deel van de zaden zijn zo dof of geornamenteerd dat de gemeten reflectie de buurt komt van de minimale reflectie van de achtergrond waarop de zaden lagen. Voor *Leontodon* was het niet mogelijk om van individuele *Leontodon* zaden de chlorophyl meting geautomatiseerd uit te voeren, omdat deze niet goed verenkeld konden worden. Voor *Sanguisorba minor*, *Scabiosa columbaria* en *Carex flacca* zijn

ongeveer 79 zaden per site gemeten, bij *Linum catharticum* zijn er tussen de 54-78 zaden gemeten.

Er is vervolgens onderzocht of er een relatie is tussen zaadrijpheid en beheertype dmv GLM (univariate analyse van variantie) met beheertype als fixed factor en terrein als random factor. Post-hoc met Tukey-B. Daarnaast is ook gekeken naar de relatie zaadgrootte en zaadrijpheid.

Zaadkieming, waarbij de kiem van ieder zaadje apart gevolgd is.

Vooraf is op basis van eerder onderzoek en literatuurdatabases informatie over de kiemingsomstandigheden uitgezocht (zie Bijlage 5). Hierop gebaseerd is vervolgens met een proefsub-set de kieming getest, waarbij de zaden van alle soorten zijn gevernaliseerd (een week bij 4 graden in het donker) alsmede zonder deze koude behandeling te kiemen zijn gezet. Vervolgens is met de volledige set de kieming standaard is uitgevoerd, aangezien vernalisatie geen duidelijk effect gaf in de proefsub-set.

Geanalyseerd is het kiemingspercentage van elk beheertype, uitgezet tegen de zaadgrootte.

4.2 Resultaten

4.2.1 Bloembeschikbaarheid

Er zijn 6 bemonsteringsmomenten aangehouden:

1. Voorjaar (half april) 28 + 29 april
2. Voor 1e ronde (half mei) 19 + 20 mei 1e ronde: 1-15 juni begrazen
3. Na 1e ronde (half juni) 30 juni en 1 juli
4. Voor 2e ronde (half juli) 16 + 17 juli 2e ronde: 15 -30 aug begrazen
5. Na 2e ronde (half sept) 10 sept 3e ronde: 15-30 sept begrazen
6. Na 3e ronde (half okt) 28 okt

In totaal is per terrein 24 keer een opname gemaakt van de bloembeschikbaarheid. NB in tegenstelling tot de proefopzet in andere deelonderzoeken is hier het oppervlak van de proefvlakken voorjaarsbegrazing, zomerbegrazing en herfstbegrazing samen drie keer zo groot als het controle proefvlak.

Aantallen bloeiende soorten

In tabel 4.3 zijn de aantallen unieke bloeiende soorten uitgezet. In alle drie de terreinen laten de resultaten een duidelijk effect van de begrazingsrondes zien: voorjaarsbegrazing (blauwe lijn) laat een dip zien na de eerste ronde, zomerbegrazing (rode lijn) na de tweede ronde en najarasbegrazing (groene lijn) na de derde ronde. De paarse lijn (controle) is overal relatief stabiel en lager dan de lichtblauwe lijn (gefaseerde begrazing totaal). Dit is ook logisch, aangezien deze samen een 3x zo groot oppervlak bestrijken als het controle vak. Om voor dit effect enigszins te corrigeren, is dezelfde analyse ook uitgevoerd met bloeiende soorten die in alle behandelingen binnen een gebied zijn waargenomen (figuur 4.1). Ook dan blijft het totaal aantal bloeiende soorten van de combinatie van gefaseerde proefvlakken groter dan de controle (regulier beheer). Ook zonder de grasachtigen is het beeld hetzelfde (figuur 4.2). Voor een overzicht van de specifieke soorten wordt verwezen naar tabel 4.4.

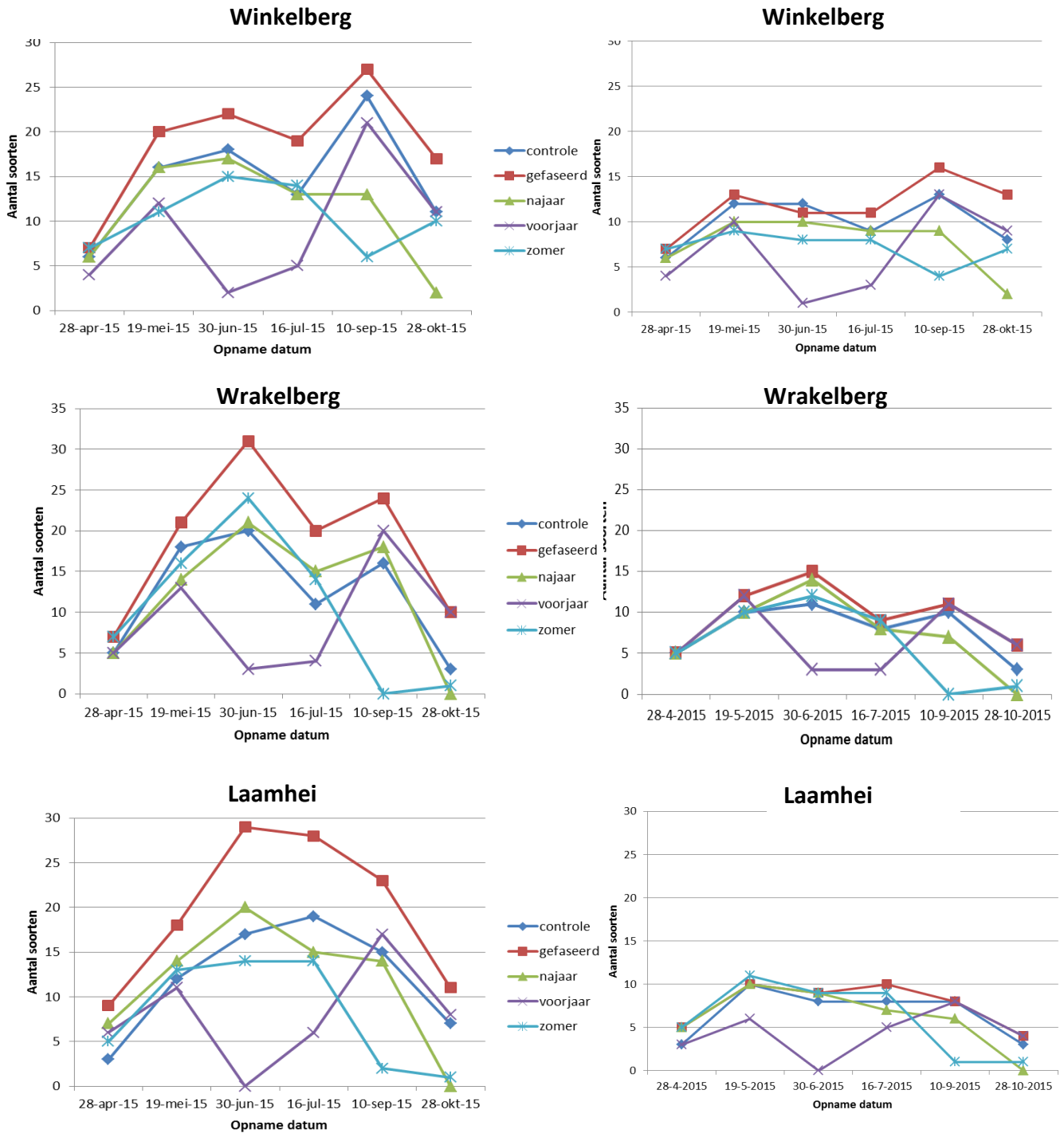
Tabel 4.3. Aantal unieke bloeiende soorten per type begrazing.

Table 4.3. Total number of flowering species in each grazing management type.

| Behandeling | Meetronde | | | | | |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | ronde 1 | ronde 2 | ronde 3 | ronde 4 | ronde 5 | ronde 6 |
| <i>Laamhei_voorjaar</i> | 6 | 11 | 0 | 6 | 17 | 8 |
| <i>Laamhei_zomer</i> | 5 | 13 | 14 | 14 | 2 | 1 |
| <i>Laamhei_herfst</i> | 7 | 14 | 20 | 15 | 14 | 0 |
| Laamhei gefaseerd | 9 | 18 | 29 | 28 | 23 | 11 |
| Laamhei controle | 3 | 12 | 17 | 19 | 15 | 7 |
| Winkelberg_voorjaar | 4 | 12 | 2 | 5 | 21 | 11 |
| Winkelberg_zomer | 7 | 11 | 15 | 14 | 6 | 10 |
| Winkelberg_herfst | 6 | 16 | 17 | 13 | 13 | 2 |
| Winkelberg gefaseerd | 7 | 20 | 22 | 19 | 27 | 17 |
| Winkelberg controle | 6 | 16 | 18 | 13 | 24 | 11 |
| Wrakelberg_voorjaar | 5 | 13 | 3 | 4 | 20 | 10 |
| Wrakelberg_zomer | 7 | 16 | 24 | 14 | 0 | 1 |
| Wrakelberg_herfst | 5 | 14 | 21 | 15 | 18 | 0 |
| Wrakelberg gefaseerd | 7 | 21 | 31 | 20 | 24 | 10 |
| Wrakelberg controle | 5 | 18 | 20 | 11 | 16 | 3 |

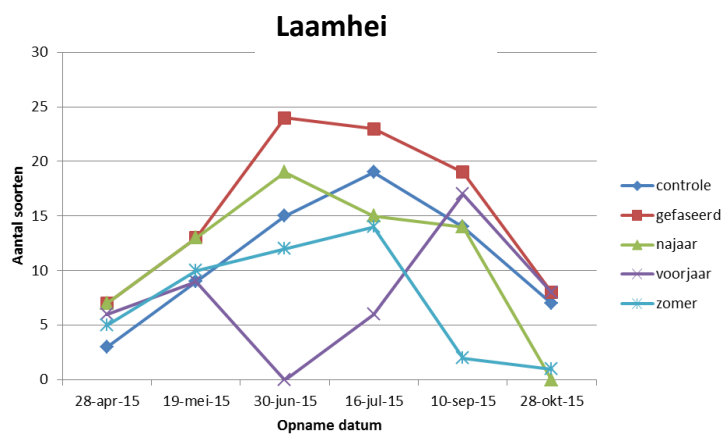
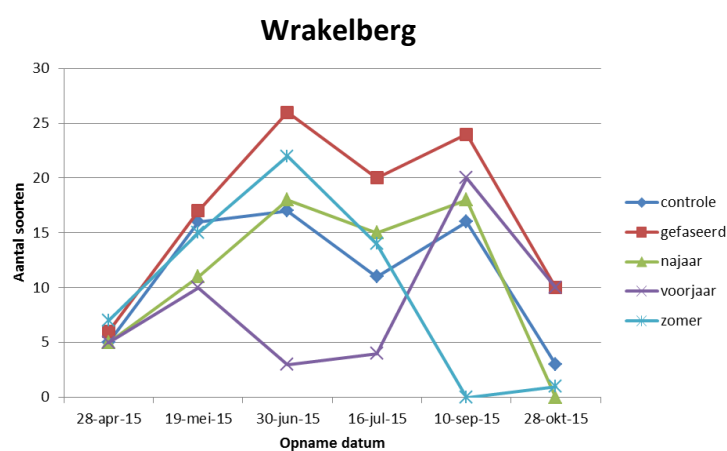
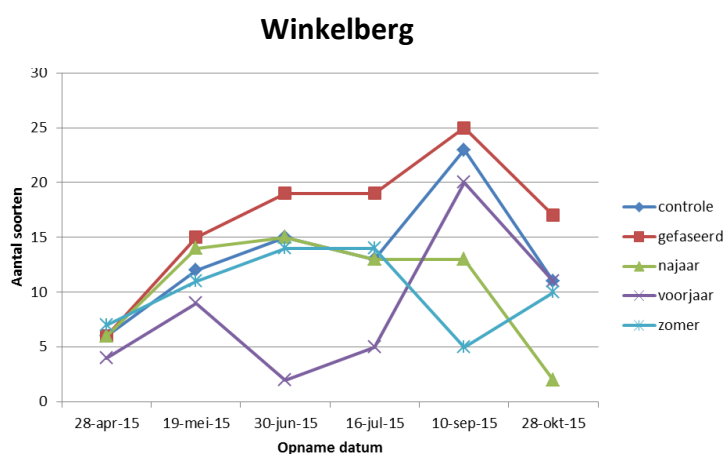
Bloembeschikbaarheid: sommatie nectarbloeiërs

Wanneer alleen wordt gekeken naar de specifieke plantensoorten met nectar en hun bloembeschikbaarheid, kan duidelijker de relatie van het beheertype met het voorkomen van de bijbehorende insecten in kaart worden gebracht. Ook hier is het beeld hetzelfde: een duidelijk beheereffect van de verschillende beheertypen op de bloembeschikbaarheid en een goede bloembeschikbaarheid in de controle (figuur 4.3).



Figuur 4.1. Aantal unieke bloeiende soorten per beheertype in het terrein Winkelberg (boven), Wrakelberg (midden) en Laamhei (onder). In het rechter plaatje zijn alleen de soorten meegenomen die in alle vier de beheertypen voorkomen.

Figure 4.1. Number of flowering species in each management type at the Winkelberg (top), Wrakelberg (middle) and Laamhei (bottom). The right picture only shows the species that appear in all four of the management types.



Figuur 4.2. Aantal unieke bloeiende soorten (zonder grasachtigen) per beheertype in het terrein Winkelberg (boven), Wrakelberg (midden) en Laamhei (onder).

Figure 4.2. Number of unique flowering species (without the grass-like plants) for each management type at the Winkelberg (top), Wrakelberg (middle) and Laamhei (bottom).

Tabel 4.4 Soorten die in alle in alle behandelingen binnen een gebied zijn waargenomen.

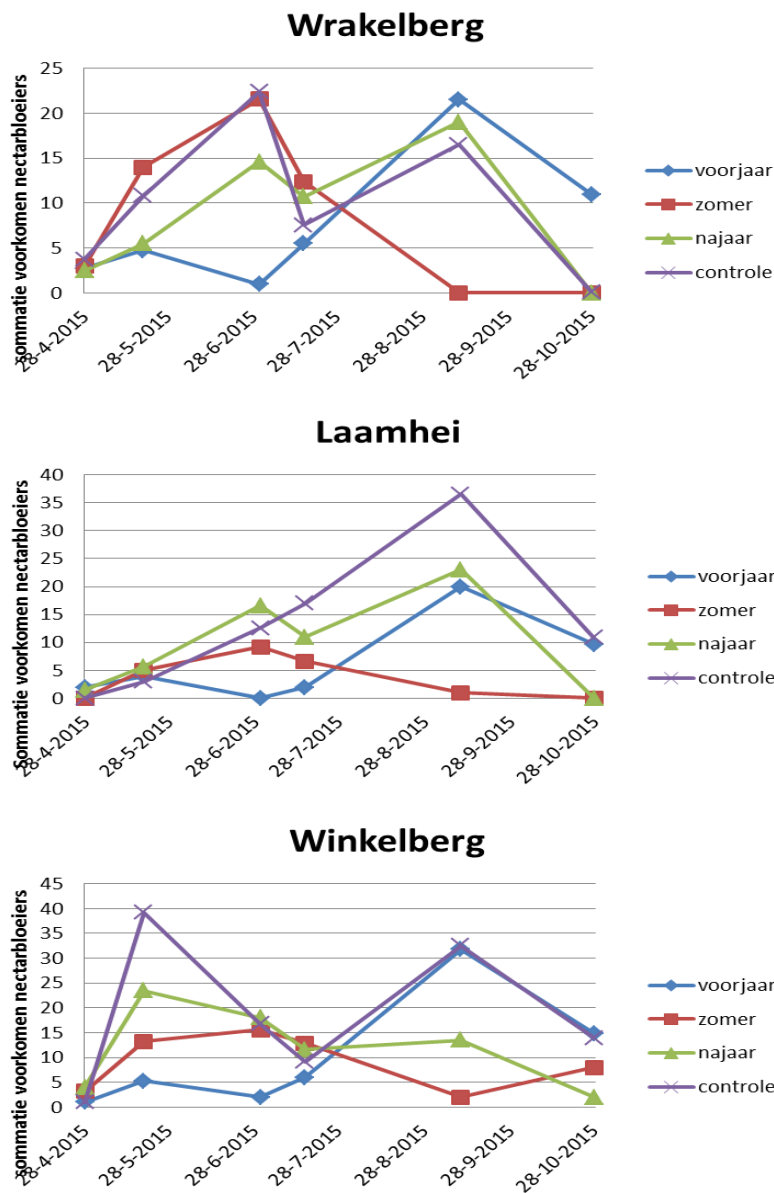
Table 4.4 Species present in all treatments at a specific site.

| Soortnaam | Winkelberg | Wrakelberg | Laamhei |
|-----------------------------------|------------|------------|-----------|
| <i>Briza media</i> | X | x | X |
| <i>Scabiosa columbaria</i> | X | x | X |
| <i>Leontodon hispidus</i> | X | x | X |
| <i>Sanguisorba minor</i> | X | x | X |
| <i>Polygala vulgaris</i> | X | x | X |
| <i>Brachypodium pinnatum</i> | X | x | X |
| <i>Lotus corniculatus</i> | X | x | X |
| <i>Campanula rotundifolia</i> | X | | X |
| <i>Carex caryophyllea</i> | X | | X |
| <i>Pimpinella saxifraga</i> | | x | X |
| <i>Centaurea jacea</i> | | x | X |
| <i>Linum catharticum</i> | | x | X |
| <i>Carex flacca</i> | | x | X |
| <i>Centaurea scabiosa</i> | | x | X |
| <i>Plantago media</i> | | | X |
| <i>Primula veris</i> | | | X |
| <i>Neottia ovata</i> | | | X |
| <i>Taraxacum species</i> | X | x | |
| <i>Hieracium pilosella</i> | X | x | |
| <i>Thymus pulegioides</i> | X | x | |
| <i>Hieracium umbellatum</i> | X | | |
| <i>Arabis hirsuta</i> | X | | |
| <i>Knautia arvensis</i> | X | | |
| <i>Koeleria macrantha</i> | X | | |
| <i>Jacobaea erucifolia</i> | X | | |
| <i>Potentilla tabernaemontani</i> | X | | |
| <i>Ranunculus bulbosus</i> | X | | |
| <i>Daucus carota</i> | X | | |
| <i>Echium vulgare</i> | X | | |
| <i>Origanum vulgare</i> | X | | |
| <i>Centaureum erythraea</i> | X | | |
| <i>Prunella vulgaris</i> | | x | |
| <i>Rhinanthus alectorolophus</i> | | x | |
| <i>Genista tinctoria</i> | | x | |
| <i>Helictotrichon pubescens</i> | | x | |
| <i>Carlina vulgaris</i> | | x | |
| Totaal | 23 | 20 | 17 |

Bloembeschikbaarheid: diversiteitsindex

Door ook een diversiteitsindex uit te rekenen, worden twee nadelen van bovenstaande methode (sommatie bloeiende nectarsoorten) afgezwakt, te weten het waarnemerseffect (niet alle metingen zijn door dezelfde persoon gedaan) als het feit dat het aandeel van een veel voorkomende soort in bovenstaande methode zwaarder doortelt dan het aantal soorten.

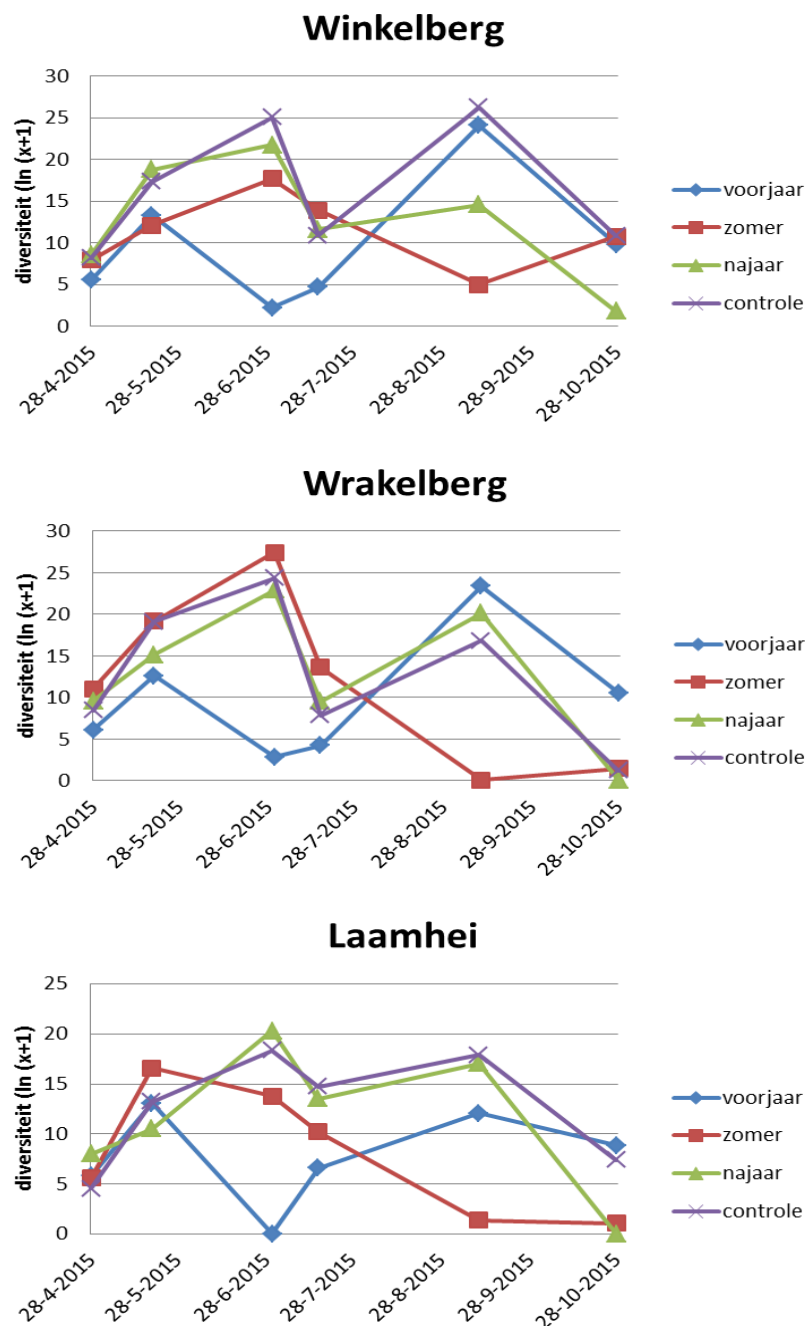
Door een diversiteitindex te hanteren (sommatie van alle soorten met $\ln(x+1)$ getransformeerd) heb je hogere waarden bij meer soorten en verdwijnt het waarnemer effect. Ten opzichte van de Shannon-Wiener index, kunnen er hierbij ook nullen worden ingevoerd als er geen bloeiende soorten zijn waargenomen (omdat er net was begraasd). Bij de SW-index levert 1 soort namelijk ook een nul op en is geen waarnemingen ongedifferentieerd.



Figuur 4.3. Sommatie van de bloeiende nectarsoorten voor de verschillende beheertypen op de Winkelberg (boven), Wrakelberg (midden boven), Laamhei (onder).

Figure 4.3. Sum of flowering nectar species in the different treatments at the Winkelberg (top), Wrakelberg (middle), Laamhei (bottom).

In de figuur 4.4 wordt de diversiteitsindex van de verschillende beheertypen per onderzoeksterrein weergegeven. Nu komt duidelijk naar voren dat het controle-beheer (paarse lijn) hogere diversiteit oplevert dan de aangepaste beheertypen.



Figuur 4.4. Diversiteitsindex van de bloeiende nectarsoorten voor de verschillende beheertypen op de Winkelberg (boven), Wrakelberg (midden), Laamhei (onder) en Popelmondedal (onder).

Figure 4.4. Diversity index of flowering nectar species in the different treatments at the Winkelberg (top), Wrakelberg (middle), Laamhei (below).

4.2.2 Zaadzetting en vitaliteit

Vanaf de bemonsteringsronde van 30-6 is rijp zaad verzameld, dus 30-6, 16-7, 10-9 en 28-10 (en niet op 28-4 en 19-5 vanwege de afwezigheid van rijp zaad). In totaal zijn 130 zaadmonsters meegenomen (zie bijlage 6), maar de uiteindelijke analyse kon gedaan worden met in totaal 42 monsters, om voldoende vergelijkbare data te kunnen gebruiken (tenminste drie van de vier beheerbehandelingen per terrein en van minimaal twee terreinen: zie bijlage 6).



Figuur 4.5 Afname van bloemaanbod door begrazing op Laamhei (boven) enherbloei zes weken na begrazing op de Winkelberg (onder; beide foto's 9 september 2015)

Figure 4.5 Decrease in flower abundance due to grazing on Laamhei (top) and regrowth of flowering species six weeks after grazing on Winkelberg (below; both pictures September 9th 2015)

Zaadgrootte

Er lijkt een voorzichtige trend zichtbaar dat de grootste zaden in de controle-behandeling voorkomen (bijlage 7). Op de Winkelberg gaat het dan om *Leontodon* en *Sanguisorba*, op de Wrakelberg om *Leontodon* (alleen juli ronde, niet okt) en *Sanguisorba*, terwijl *Scabiosa* juist in het vroege beheer de grootste zaden heeft geproduceerd. Op de Laamhei gaat het om *Carex*, *Leontodon* en *Linum*, maar dit geldt niet voor *Sanguisorba* en *Scabiosa*. De gevonden trend is dus niet eenduidig. Ook wanneer gebiedseffecten worden uitgesloten en de steekproef per behandeling wordt vergroot door de gemiddelde zaadgrootte per graastype (voorjaar, zomer, herfst en controle-behandeling) voor alle terreinen samen uit te rekenen blijkt er geen trend aanwezig naar grotere of kleinere zaden als gevolg van tijdstip van begrazing.

Zaadrijpheid

Voor vier soorten (*Sanguisorba minor*, *Scabiosa columbaria*, *Linum catharticum* & *Carex flacca*) is door middel van een chlorophyl-meting gekeken naar de zaadrijpheid (zie bijlage 8). Voor geen van de soorten kon een duidelijke trend worden achterhaald die samenviel met het beheertype. Er is ook gekeken naar de relatie zaadgrootte met rijpheid. In geen van de soorten is een duidelijke relatie tussen grootte en rijpheid gevonden. Kleine zaden leken wel iets meer chlorofyl te hebben, maar deze relatie was slechts onduidelijk aanwezig (Bijlage 9).

Zaadkieming

Het kiemexperiment is ingezet op 09-02-2016 en heeft plaatsgevonden in een kiemkast bij 18 graden op vleeswarenbakjes met een bevochtigd filtreerpapiertje. De proef is afgerond op 8 maart 2016, omdat op dat moment dusdanig veel schimmelvormig was opgetreden dat verdere kieming niet aannemelijk werd geacht.

De kieming van de zaden is weergegeven als het kiemingspercentage (Bijlage 10). Deze gegevens zijn dus steeds een gemiddelde per soort, per behandeling. Hierdoor is het alleen mogelijk de data te vergelijken met de gemiddelde zaadgrootte data en zaadrijpheid. Helaas betekent dit dat we maar 42 monsters hebben, van in totaal vijf soorten. *Linum* is helemaal niet gekiemd in het experiment, en *Carex flacca* zeer weinig. De kiemingspercentages zijn daarom uitgezet tegen de zaadgrootte voor de totale dataset, evenals voor de soorten *Leontodon hispidus*, *Sanguisorba minor* en *Scabiosa columbaria* (bijlage 11).

Er lijkt wel een positieve relatie tussen zaadgrootte en kiemingspercentage aanwezig, maar deze kan op basis van de beperkte data niet hard worden gemaakt.

4.3 Discussie

In het huidige OBN fase 3 Hellingschraalland project is gedurende drie jaar (2013-2014-2015) geëxperimenteerd met een aangepast beheer, waarbij drie verschillende beheertypen (begrazing begin juni, eind augustus en eind september) zijn vergeleken met het reguliere beheer in een drietal goed ontwikkelde hellingschraalland terreinen (Winkelberg, Wrakelberg en Laamhei).

Voor de onderdelen bloembeschikbaarheid en zaadzetting zijn in 2015 veldmetingen in de proefvlakken gedaan aan bloeiende soorten en in het lab aan rijpe zaden (zaadzetting).

De verschillende beheertypen hadden duidelijk effect op de bloembeschikbaarheid: In alle drie de terreinen laten de resultaten een duidelijk effect van de begrazingsrondes zien: de voorjaarsbegrazing (vak 1) laat een dip zien na de eerste ronde, zomerbegrazing (vak 2) na de tweede ronde en de herfstbegrazing (vak 3) na de derde ronde. De controle is overal relatief stabiel, maar is wel lager dan vak 1,2,3 samen. Dit is ook logisch, aangezien deze samen 3x zo

groot oppervlak bestrijken dan het controle vak. Er lijkt wel een voorzichtige trend aanwezig dat de drie verschillende beheertypen samen meer bloembeschikbaarheid tot gevolg heeft dan het reguliere beheer, wanneer gekeken wordt naar het totaal aantal soorten.

Wanneer er specifiek wordt gekeken naar de bloembeschikbaarheid voor fauna (sommatie bloeiende nectarsoorten & diversiteitsindex) komt het controle beheer er als meest stabiel uit en ook positiever (meer soorten/bedekking) dan het gefaseerde beheer, zeker op Winkelberg en Laamhei.

Wat zaadzetting betreft, bleek het lastig om voldoende zaden met voldoende replica's te verzamelen in de zes meetrondes. Uiteindelijk kon van vijf soorten (*Carex flacca*, *Leontodon hispidus*, *Linum catharticum*, *Sanguisorba minor* en *Scabiosa columbaria*) op tenminste drie beheertypen en minimaal twee terreinen zaad worden verzameld. Een duidelijke relatie van het beheertype met zaadgrootte, rijpheid en kiemingspercentage kon nergens eenduidig worden gelegd. Wel leken de grootste zaden met de meeste kieming in het controle beheertype voor te komen. Het bleek in dit experiment dus niet goed mogelijk om op basis van de verzamelde data duidelijke uitspraken te doen over de effectiviteit van dit aangepaste beheer voor bloembeschikbaarheid en zaadzetting. Oorzaken die hierbij een rol spelen zijn:

- 1) de (natuurlijke) variatie die in alle terreinen tussen de verschillende beheertypen aanwezig is,
- 2) de korte duur van het experiment (3 jr.)
- 3) verschillen in de uitvoering van de drie experimentele beheertypen door de onderzoeksjaren heen. Verder maakt ook het beperkt aantal terreinen (3) en het feit dat de begrazingsperioden vrij dichtbij elkaar lagen het extra lastig op deze termijn algemene uitspraken te doen op het gebied van bloembeschikbaarheid en zaadzetting.

Duidelijk is wel dat het aangepaste beheer heeft geleid tot meer variatie in de terreinen en dat het (op deze termijn) **niet** heeft geleid tot minder bloembeschikbaarheid of zaadzetting. Inzetten op eerdere begrazing in een gefaseerd beheertype lijkt dus om die redenen zeker te overwegen.

4.3.1 Conclusies bloemaanbod en zaadzetting

- Tijdens begrazing in het groeiseizoen neemt het bloemaanbod sterk af, waarna weer herbloei op treedt. Het bloemaanbod is daardoor in het gefaseerde deel van het terrein onstabiel. Er lijkt wel een trend aanwezig dat gefaseerde begrazing een hogere beschikbaarheid van soorten nectarplanten tot gevolg heeft dan het reguliere beheer.
- Het aangepaste beheer heeft geleid tot meer variatie in de terreinen en op deze termijn niet tot minder zaadzetting.

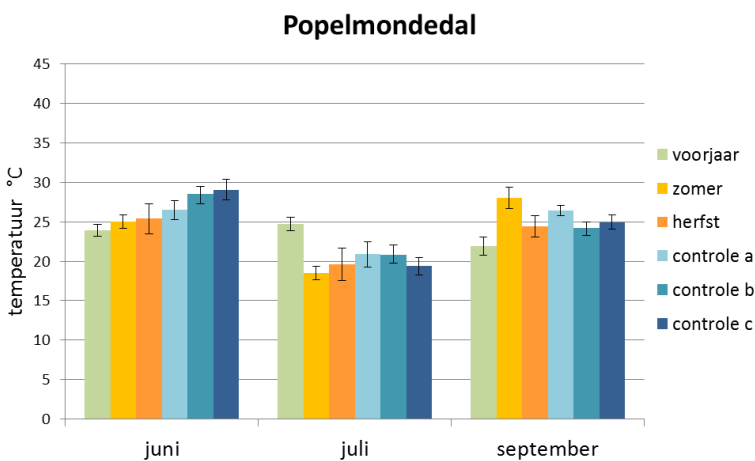
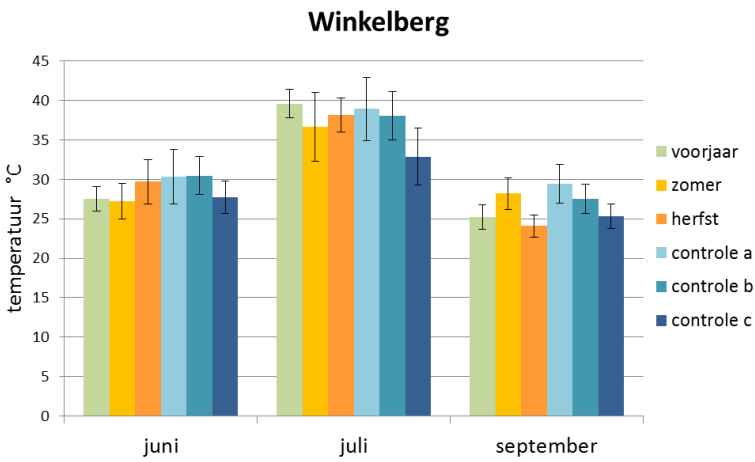
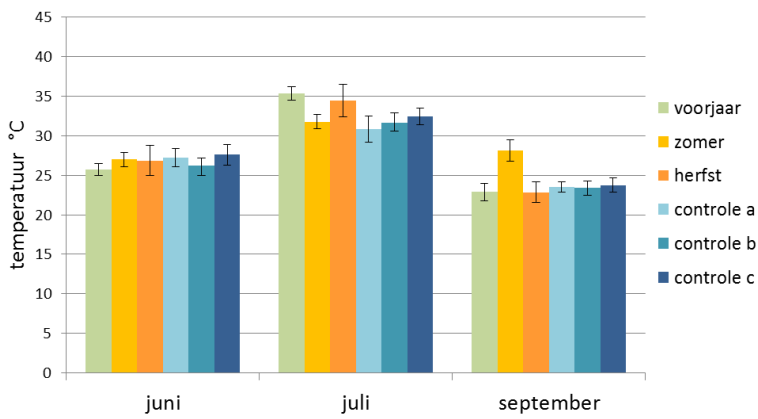
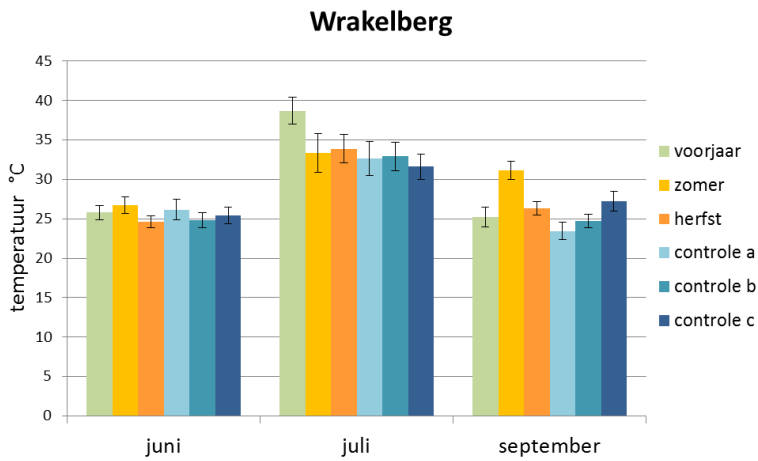
5 Microklimaat

5.1 Methode

Het microklimaat is bepaald met behulp van een warmtecamera (type Testo 875). Foto's zijn genomen vanaf 2 meter hoogte met de lens parallel aan de hellingshoek van het terrein. Foto's zijn alleen gemaakt bij onbewolkt of halfbewolkt weer, waarbij de vegetatie minstens een uur volle zon heeft gehad op het moment van fotograferen. De oppervlakte van elke foto bedraagt 1,2 m² dat neerkomt op (160 x 120) 19200 meetpunten van 0.6 cm² per foto. Van elke van de drie behandelingen (begrazing in voorjaar, zomer en herfst) en van de drie controlevlakken zijn telkens 20 foto's gemaakt (24 m²) in juni (voorafgaand aan begrazing), in juli (\pm 15 dagen na beëindigen eerste begrazingsronde) en in september (\pm 15 dagen na beëindigen tweede begrazingsronde). De data van de foto's zijn uitgelezen via de Testo-software en omgezet in tekst (txt) bestanden. Deze bestanden zijn in statistisch programma R verder geanalyseerd. Bij de analyse is zowel gebruik gemaakt van de originele data als van data die gecorrigeerde zijn voor datum, tijdstip op de dag, luchttemperatuur en zoninstraling (weergegevens van weerstation Margraten via www.hetweeractueel.nl/weer/margraten/historie/). Vervolgens is geanalyseerd of gefaseerde begrazing tot een verhoging van de gemiddeld temperatuur (Mean) en tot meer variatie in temperatuur leidt, berekend op basis van een CIJ index (Classified Interspersion and Juxtaposition Index: zie Nijssen et al. 2014).

5.2 Gemiddelde temperatuur

In figuur 5.1 is de gemiddelde temperatuur van de verschillende begrazingsproefvlakken weergegeven voor alle terreinen. In juni verschilt de gemiddelde temperatuur niet tussen de gefaseerd begraasde proefvlakken (voorjaar, zomer en herfst) en de controleproefvlakken (a, b en c), behalve in het Popelmondedal waar de gemiddelde temperatuur in de controleproefvlakken iets hoger is. Dit is waarschijnlijk een effect van de aanwezige gradiënt in het terrein, waarbij de gefaseerd begraasde proefvlakken iets voedselrijker en ruiger begroeid zijn dan de controleproefvlakken. Met uitzondering van de Winkelberg is in alle terreinen de temperatuur van de recent begraasde proefvlakken hoger dan de overige proefvlakken; in juli is het in het voorjaar begraasde proefvlak het warmste en in september het in de zomer begraasde proefvlak. Dit betekent ook dat dit warmte-effect maar van korte duur is: in de herfst is er geen verschil in gemiddelde temperatuur tussen de in het voorjaar begraasde proefvlakken en de nog niet begraasde proefvlakken. De Winkelberg neemt een aparte plaats in. De verschillen tussende proefvlakken zijn door het jaar heen klein en de standaarddeviatie van metingen binnen de proefvlakken vrij groot. In juli zijn er geen significante effecten van begrazing op de gemiddelde temperatuur in dit gebied. In september is er wel een klein verschil tussen recent begraasde proefvlakken (zomer en controleproefvlak a), maar deze verschillen zijn niet significant. Het uitblijven van het begrazingseffect wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat de inclinatie en expositie van de Winkelberg voor een optimale zoninstraling zorgt en doordat de interne variatie in vegetatiebedekking en hellingshoek groot is.



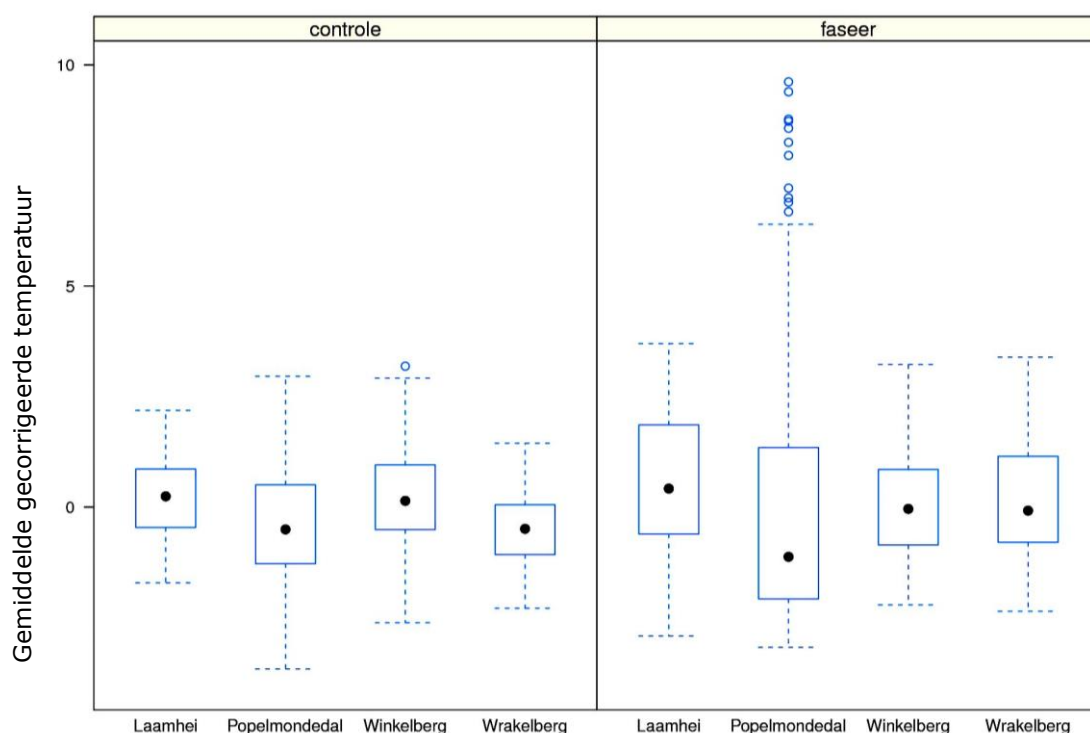
Figuur 5.1 Gemiddelde temperatuur per proefvlak, gemeten via warmtefoto's (n=20).

Figure 5.1 Mean temperature of proefvlakken, measured through temperature pictures (n=20).

In figuur 5.2 is de gemiddelde standaardtemperatuur uitgezet voor de controlevlakken en de gefaseerd begraaide vakken. Hierbij is gecorrigeerd voor datum, tijdstip op de dag, luchttemperatuur en zinstraling. Voor geen enkel gebied geldt dat de gemiddelde gecorrigeerde temperatuur over het seizoen heen verschilt tussen beide behandelingen, maar op de Wrakelberg, Laamhei en Popelmondedal is de variatie naar boven (warmere temperaturen) in de gefaseerd begraaide vakken hoger dan in de controlevlakken. Op de Winkelberg is dit verschil afwezig.

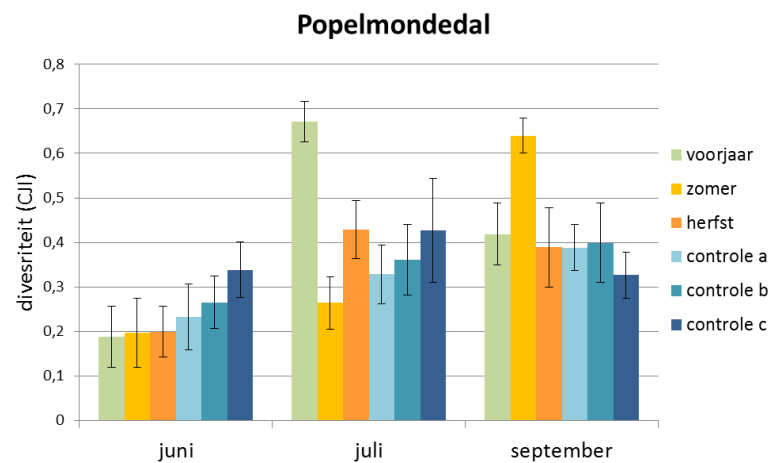
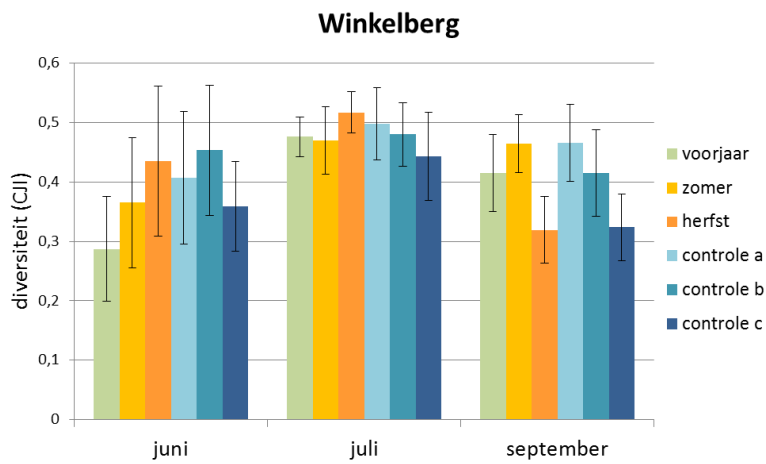
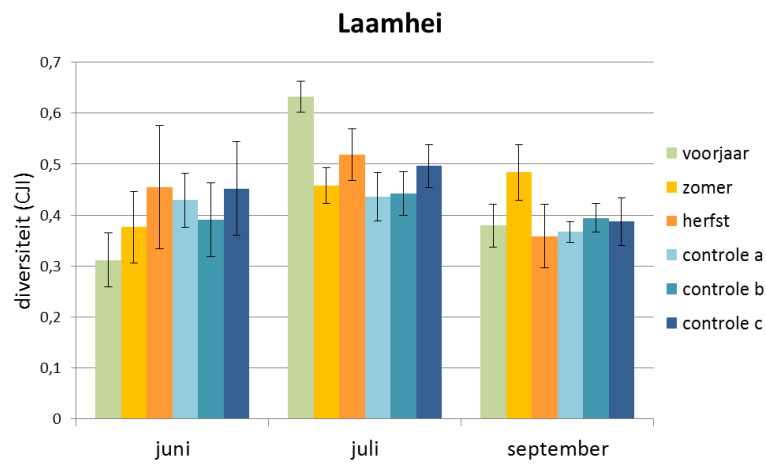
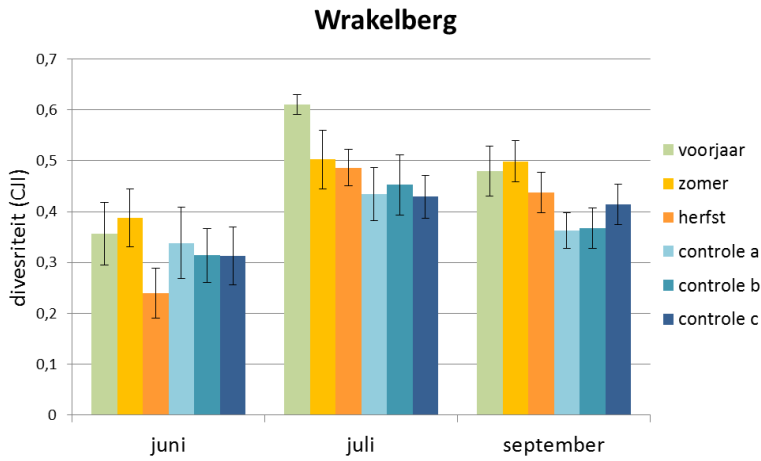
5.3 Variatie in temperatuur

De variatie in temperatuur wordt groter door gefaseerde begrazing, aangezien er gedurende het seizoen temperatuurverschillen optreden tussen begraaide en nog niet begraaide proefvlakken (zie verschuivingen in figuur 5.1). Dit effect is duidelijk te zien op de Wrakelberg, de Laamhei en het Popelmondedal, maar minder duidelijk op de Winkelberg, waar de variatie tussen de controlevlakken en de gefaseerde vlakken van oorsprong al groot is. Naast de variatie tussen proefvlakken, en daarmee tussen gefaseerde en niet gefaseerde begrazing, is er ook gekeken naar de effecten van begrazing op de variatie in microklimaat binnen de proefvlakken. In figuur 5.2 is de variatie in temperatuur van de verschillende begrazings-proefvlakken weergegeven voor alle terreinen. Deze variatie is bepaald aan de hand van de CIJ Index (Nijssen et al. 2014), die rekening houdt met het aantal en de grootte van temperatuurpatches binnen een oppervlak, waarbij grensvlakken van patches die sterk in temperatuur verschillen zwaarder meewegen dan grensvlakken tussen patches die weinig verschillen in temperatuur. De CIJ Index beschrijft dus de diversiteit van het microklimaat, waarbij zowel een kleinschaligere verdeling als grotere verschillen in temperatuur een hogere diversiteit geven.



Figuur 5.2 Gemiddelde gecorrigeerde temperatuur (voor datum, tijdstip, luchttemperatuur en zinstraling) in controlevlakken en gefaseerd begraaide vakken.

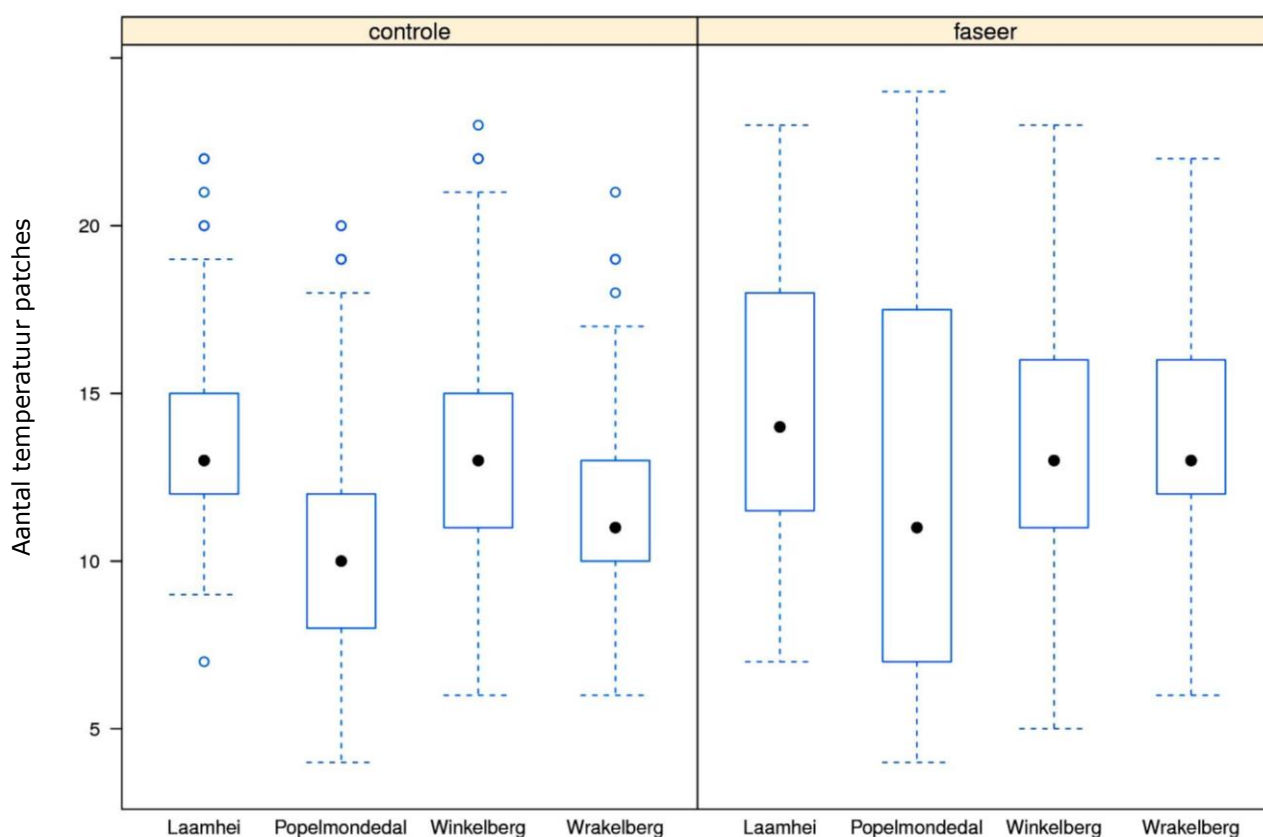
Figure 5.2 Mean standardized temperature (corrected for date, time of the day, air temperature and radiation) in control proefvlakken and proefvlakken with rotational grazing.



Figuur 5.3 Variatie in temperatuur per proefvlak, gemeten via een CIJ index van warmtefoto's (n=20).

Figure 5.3 Variation of microclimate in proefvlakken, measured by a CIJ index of temperature pictures (n=20).

Begrazing heeft een sterk direct effect op de variatie op het Popelmondedal en de Wrakelberg en in de zomer ook op de Laamhei. In de herfst is er in het gefaseerd begraasde deel van de Laamhei wel meer variatie binnen de proefvlakken, maar dit is niet direct te koppelen aan de meest recente begrazing. Op de Winkelberg is het effect van gefaseerde begrazing op de diversiteit van het microklimaat niet te detecteren en valt weg tegen de van oorsprong aanwezige variatie in dit terrein. Dat de oorspronkelijke variatie groot is, is bovendien te zien aan de hoge standaarddeviaties in figuur 5.3. Hetzelfde beeld komt naar voren wanneer het aantal patches in boxproefvlakken wordt uitgezet tussen gefaseerd begraasde en controlevlakken (Figuur 5.4). Voor de Winkelberg is hierin nauwelijks een verschil in gemiddeld aantal patches en spreiding hiervan, terwijl in de andere terreinen gemiddeld meer patches zijn én er meer spreiding is in aantal patches binnen de gefaseerd begraasde proefvlakken.



Figuur 5.4 Aantal temperatuur patches in controlevlakken en gefaseerd begraasde vakken.

Figure 5.4 Number of temperature patches in control plots and plots with rotational grazing.

5.4 Conclusies

- Gefaseerde begrazing zorgt voor een grotere variatie in temperatuur, zowel tussen de proefvlakken als binnen de proefvlakken. Er komen met name meer plekken met hogere temperaturen, maar deze toename is niet voldoende om de gemiddelde temperatuur over het gehele seizoen te doen toenemen ten opzichte van controlevlakken.

- De toename in variatie van het microklimaat tussen proefvlakken is vooral duidelijk op de Wrakelberg en de Laamhei en in mindere mate op het Popelmondedal, het meest voedselrijke terrein. In dat laatste terrein neemt echter de variatie in temperatuur binnen begraasde proefvlakken zeer sterk toe, vooral door een toename van het aantal verschillende temperatuurpatches.
- De Winkelberg kent van oorsprong al een zeer warm microklimaat door de gunstige inclinatie en expositie en kent een grote variatie in reliëf. In dit terrein zijn de effecten van gefaseerde begrazing ten opzichte controlevlakken afwezig.



Figuur 5.5 De Winkelberg heeft gemiddeld het warmste microklimaat van de onderzochte terreinen, door een combinatie van een zuidelijke expositie, een steile helling en een open vegetatiestructuur.

Figure 5.5 *Microrclimate on the Winkelberg is warmest of all studied sites, due to a strict southern exposition, a steep slope and an open vegetaion structure.*

6 Fauna

6.1 Inleiding

Van alle graslandvegetaties in Nederland zijn hellingschraallanden een van de rijkste aan diersoorten. De belangrijkste redenen hiervoor zijn 1) een warm en droog microklimaat, 2) een hoge soortenrijkdom aan planten (waardplanten en nectarplanten), 3) een grote variatie in microhabitats (hoge en lage vegetatie, open zandige bodem, kalkrotsen, steilrandjes, etc) en 4) een gunstige geografische ligging waardoor veel zuidelijke (vaak warmte-behoevende en droogte-resistente) diersoorten binnen het Nederlandse areaal van hellingschraalland voorkomen. Uit onderzoek naar fauna van hellingschraallanden (Smits et al 2009, Van Noordwijk *et al.* 2012, Van Noordwijk *et al.* 2013, Nijssen & van Noordwijk 2015) blijkt dat binnen terreinen met name de buffering van het warme en droge klimaat en de afname van kruidachtigen de oorzaak zijn van de faunistische verarming van hellingschraallanden. Daar komt bovenop dat door de toenemende verruiging het beheer is geïntensiveerd, waardoor ook de impact van het beheer op fauna (verstoring en sterfte) is toegenomen. Tenslotte zijn de graslanden afgenomen in oppervlakte en liggen ze sterk geïsoleerd van elkaar in het landschap. De kans dat planten- en diersoorten lokaal verdwijnen is hierdoor groter dan de kans op (her)kolonisatie van deze soorten.

Een van de belangrijkste redenen om een experiment met gefaseerd begrazingsbeheer uit te voeren is dat dit vooral voor de fauna gunstiger zou kunnen zijn dan een integraal begrazings- of maaibeheer. Door het beheer te faseren in de loop van het seizoen ontstaat er meer variatie in vegetatiestructuur en microklimaat en dringt er in de zomer op een deel van het terrein meer zonlicht door op de bodem (warmer microklimaat). Nadeel van fasering in voorjaar en zomer is dat juist op cruciale tijdstippen in de levenscyclus van ongewervelde dieren begraaasd wordt, waardoor er in een deel van het terrein geen bloemaanbod is, of een te warm en heet microklimaat ontstaat voor ongewervelde soorten met een larvestadium in de zomer. Door fasering zijn er echter continu uitwijkmogelijkheden voor mobiele diersoorten om aan de plaatselijk negatieve effecten van het beheer te ontsnappen. Verwacht wordt dat sommige diersoorten in lagere dichtheden voorkomen in de gefaseerde delen, maar dat deze niet zullen verdwijnen. Anderzijds zal er voor andere diersoorten juist meer gunstig leefgebied ontstaan.

In dit hoofdstuk worden de effecten van gefaseerd begrazingsbeheer op de volgende diergroepen beschreven: dagvlinders, bijen, wespen en zweefvliegen (samen 'bloembezoekers'), loopkevers, wantsen, sprinkhanen en mieren.

6.1.1 Verschillen tussen de onderzoeksgebieden

Zoals beschreven in hoofdstuk 1.3 verschillen de vier onderzoeksterreinen van elkaar in o.a. grootte, hellingshoek, expositie en beheer. Dit heeft geleid tot verschillen in de vegetatie (zie hoofdstuk 3 en 4) en uiteraard ook tot verschillen in diergemeenschappen. In figuur 6.1 zijn de totaal aantallen waargenomen soorten per onderzoeksgebied weergegeven, onderverdeeld in karakteristieke en niet-karakteristieke soorten. Het betreft alleen soorten die tijdens gestandaardiseerde tellingen of vangsten in dit onderzoek zijn aangetroffen, losse waarnemingen zijn niet meegenomen. De Wrakelberg en Laamhei zijn het langst in graslandbeheer en scoren hoog voor de diversiteit en dichtheid aan karakteristieke plantensoorten, maar voor de fauna scoren de Winkelberg en het Popelmondedal juist hoger. Voor zowel dagvlinders, overige bloembezoekers (bijen, wespen en vliegen), wantsen, loopkevers en mieren geldt dat op de Winkelberg en het Popelmondedal de meeste soorten zijn aangetroffen en vaak ook de meeste

karakteristieke soorten. De enige uitzondering vormen de sprinkhanen, waarbij het Popelmondedal het laagst aantal soorten herbergt.

6.1.2 Correctie per gebied

Vanwege het grote verschil in aantal soorten tussen de terreinen, kunnen de effecten van gefaseerd begrazingsbeheer in vergelijking met het controle beheer alleen binnen één terrein worden bepaald. In de analyses is daarom voor elke diergroep gecorrigeerd voor het totaal aantal individuen en het totaal aantal soorten dat in een terrein is gevangen. Alle waarden zijn hiervoor gedeeld door het maximale aantal individuen of soorten (karakteristiek + algemeen) dat binnen één proefvlak is gevangen. Het proefvlak met het hoogste aantal individuen of soorten wordt daarmee op 1 gezet, waarbij alle andere proefvlakken een waarde innemen tussen de 0 en de 1.

Tabel 6.1 Aantal aangetroffen diersoorten per onderzochte groep, verdeeld in karakteristieke soorten voor hellingschraallanden en algemene soorten.

Table 6.1 Number of animal species per group, split for characteristic species of calcareous grasslands and general species ('algemeen').

| | | Wrakelberg | Laamhei | Winkelberg | Popelmondedal |
|--------------------------|-----------------------|------------|---------|------------|---------------|
| dagvlinders | <i>karakteristiek</i> | 3 | 4 | 9 | 13 |
| | algemeen | 4 | 6 | 11 | 8 |
| bijen, wespen en vliegen | <i>karakteristiek</i> | 8 | 9 | 18 | 12 |
| | algemeen | 43 | 68 | 76 | 62 |
| loopkevers | <i>karakteristiek</i> | 6 | 2 | 8 | 6 |
| | algemeen | 17 | 18 | 16 | 20 |
| wantsen | <i>karakteristiek</i> | 7 | 2 | 6 | 1 |
| | algemeen | 34 | 42 | 47 | 48 |
| sprinkhanen | <i>karakteristiek</i> | 1 | 1 | 3 | 1 |
| | algemeen | 5 | 6 | 5 | 4 |
| mieren | <i>karakteristiek</i> | 0 | 1 | 3 | 2 |
| | algemeen | 9 | 9 | 10 | 10 |

6.2 Dagvlinders

6.2.1 Methode

Op drie van de vier hellingschraallanden waar in 2013 het begrazingsbeheer in rotatie is ingevoerd zijn met hulp van vrijwilligers vlindertellingen uitgevoerd gedurende alle drie jaren dat het experiment liep (2013-2015). Dit zijn de gebieden Winkelberg, Popelmondedal en Wrakelberg. Op de Laamhei is alleen in 2015 geteld omdat hier een nieuwe telroute gestart moest worden. In de drie overige gebieden kon worden aangesloten op een bestaande monitoringroute van het Landelijk Meetnet Vlinders.

De tellingen zijn volgens de methode van het Landelijk Meetnet Vlinders (zie Van Swaay et al., 2011) uitgevoerd door elke 1-2 weken alle dagvlinders te tellen per sectie van ca. 50 m lang en 5 m breed in de periode 1 april-30 september en bij geschikte weersomstandigheden. Waar nodig zijn secties van routes aangepast aan de grenzen van de experimentele proefvlakken. Op de Winkelberg liep één serie sectie bovenaan de helling en een andere serie lager op de helling (2 secties per proefvlak). Als controle golden de 11 secties van de bestaande route. In het Popelmondedal en op de Wrakelberg zijn nieuwe routes opgezet met in beide terreinen drie secties in elk van de drie begrazingsbehandelingen en drie controle-secties in het deel met gangbaar beheer in de herfst. Op de Laamhei is in 2015 een route uitgezet en geteld. Hier liepen er drie series secties: bovenaan de helling, halverwege en onderaan, met een gelijke totale lengte in de experimentele proefvlakken en in de controle erbuiten (vanwege de smallere proefvlakken was de lengte van de secties aangepast).

Het aantal tellingen varieerde in de verschillende terreinen tussen 12 en 18 per jaar. Een deel van de verschillen tussen jaren kan hieraan worden toegeschreven, maar omdat bij elke telling alle secties werden geteld is dit niet van invloed op de waargenomen verschillen tussen de behandelingen.

Op de Winkelberg is in aanvulling op deze tellingen in maart 2015 ook nog een telling uitgevoerd van rupsenspinstels in de verschillende proefvlakken. Hierbij is in elk proefvlak door 2 mensen gedurende 20 minuten naar rupsen gezocht.

De resultaten van de vlindertellingen zijn steeds berekend als de jaarlijks waargenomen aantallen soorten en vlinders gemiddeld per sectie. De verschillende secties binnen één proefvlak kunnen voor de vlindertellingen niet als onafhankelijk worden beschouwd. Daarnaast zijn de verschillen tussen terreinen in allerlei opzichten groot. Daarom zijn de resultaten alleen in beschrijvende zin besproken, zonder verdere statistische analyse. Hierbij is de nadruk gelegd op de graslandsoorten die kenmerkend zijn voor kalkhellingen.

6.2.2 Resultaten dagvlinders

In totaal zijn in de vier terreinen 32 soorten dagvlinders geteld (28 in 2013, 27 in 2014 en 29 in 2015). Hieronder zijn 14 graslandsoorten, waarvan 7 Rode Lijst-soorten (Tabel 6.1). Van deze soortengroep werden elk jaar 12 soorten waargenomen. Het Popelmondedal is veruit het rijkst aan soorten: alle zeldzame soorten zijn daar gezien (daarnaast werden nog 14 andere soorten dagvlinders geteld). De Winkelberg is ook soortenrijk, maar hier werden maar twee Rode Lijst-soorten waargenomen (hier werden nog 18 overige soorten gezien). De Wrakelberg is uitgesproken arm aan soorten, maar van de Rode Lijst komt het Bruin dikkopje hier wel voor (er werden nog 6 overige soorten geteld). De Laamhei is rijker aan vlinders dan de Wrakelberg, maar hier werden geen Rode Lijst-soorten gezien (hoewel er slechts één jaar is geteld; er werden nog 10 andere soorten gezien).

Tabel 6.1: Waargenomen soorten dagvlinders van graslanden in de vier studiegebieden (n=aantal tellingen; Rode Lijst (status 2005): TNB=thans niet bedreigd, GE=gevoelig, KW=kwetsbaar, EB=ernstig bedreigd, VE=verdwenen, OS=onregelmatige standvlinder).

Table 6.1 Recorded species of grassland butterflies in the four study areas (n=number of counts; Red list status 2005: TNB=not threatened, GE=susceptible, KW=vulnerable, EB=critically endangered, VE=extinct, OS=irregular resident).

| Soort | Rode Lijst | Winkelberg (n=39) | Wrakelberg (n=44) | Laamhei (n=13) | Popelmondedal (n=47) |
|-------------------------|------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------------|
| Argusvlinder | TNB | 28 | | | 15 |
| Bruin zandoogje | TNB | 701 | 19 | 176 | 1674 |
| Geelsprietdikkopje | TNB | 3 | | 1 | |
| Icarusblauwtje | TNB | 200 | 98 | 67 | 280 |
| Kleine vuurvlinder | TNB | 113 | | 3 | 8 |
| Koninginnenpage | TNB | 1 | | | 8 |
| Zwartsprietdikkopje | TNB | 2 | | | 2 |
| Bruin blauwtje | GE | 22 | | | 22 |
| Bruin dikkopje | EB | | 2 | | 9 |
| Dambordje | OS | | | | 9 |
| Kaasjeskruidikkopje | OS | | | | 18 |
| Klaverblauwtje | VE | | | | 6 |
| Kleine parelmoervlinder | KW | | | | 2 |
| Veldparelmoervlinder | EB | 113 | | | 2 |

6.2.3 Effecten van gefaseerde begrazing

De soortenrijkdom en de talrijkheid van de graslandvlinders vertoonden in geen van de terreinen een sterke reactie op het gevoerde beheer (Figuur 6.1). Op de Winkelberg en de Wrakelberg was er weinig verschil in soortenrijkdom of talrijkheid van de graslandvlinders tussen de gefaseerde begrazing en de controle. Wel was in beide terreinen het aantal vlinders in het startjaar hoger in de controle dan bij gefaseerd begrazen, wat geïnterpreteerd zou kunnen worden als een positievere ontwikkeling van de vlinderaantallen bij fasering. Op de Laamhei was de soortenrijkdom in 2015 ook iets hoger bij gefaseerde begrazing maar was er juist geen verschil in talrijkheid. In het Popelmondedal was de talrijkheid van de vlinders (vooral bepaald door Bruin zandoogje!) echter, in tegenstelling tot Winkel- en Wrakelberg, in 2013 groter met gefaseerde begrazing dan zonder, en werd het verschil met de controle in 2014 en 2015 juist kleiner. De soortenrijkdom verschilde echter weinig tussen gefaseerd en regulier beheer, al was deze in 2013 en 2015 iets hoger bij gefaseerde begrazing. Als er dus enig verschil geconstateerd kan worden, dan lijkt de soortenrijkdom zich in de verschillende terreinen – met alle mogelijke voorbehoud – iets positiever te ontwikkelen onder gefaseerde begrazing dan in de controle.

De verschillen in aantalsontwikkeling tussen de twee meest talrijke graslandvlinders, Bruin zandoogje en Icarusblauwtje, is nader bekeken, omdat deze twee soorten verschillen in fenologie, hoewel ze beide als rups overwinteren (Figuur 6.2). Het Icarusblauwtje vliegt in twee generaties, de eerste in mei-juni en de tweede vanaf half juli tot eind augustus, terwijl het Bruin zandoogje slechts in één generatie vliegt tussen eind juni en half augustus, dus hoofdzakelijk in de tussenliggende maand juli. Verwacht mocht worden dat begrazing in de vliegperiode een negatief effect heeft op het bloemenaanbod en daarmee op de aantallen getelde vlinders. Dit negatieve begrazingseffect zou zich dan eerder voor het Icarusblauwtje (voorjaar en zomer) voordoen dan voor het Bruin zandoogje. Dat bleek echter niet uit de resultaten, waarschijnlijk mede omdat ook de vliegtijd van het Icarusblauwtje grotendeels buiten de begrazingsperioden viel: in het voorjaar

vaak voor de eerste begrazing en in de zomer voor een belangrijk deel, net als het bruin zandoogje, nog voor de zomerbegrazing.

Voor het Icarusblauwtje waren er wel enige verschillen tussen terreinen in de uitwerking van gefaseerde begrazing. Icarusblauwtjes waren op de Winkelberg in 2014 en 2015 talrijker bij gefaseerde begrazing dan in de controle, terwijl de aantallen in 2013 nog vergelijkbaar waren. In het Popelmondedal en op de Wrakelberg was er echter geen duidelijk verschil tussen gefaseerd en regulier beheer, terwijl ze op de Laamhei wat minder talrijk waren bij gefaseerd beheer.

Ook de respons van Bruine zandoogjes verschilde tussen terreinen, al waren de aantallen op de Wrakelberg te laag om enige respons uit af te kunnen leiden. Op de Winkelberg was de aantalsontwikkeling van Bruin zandoogjes net als bij Icarusblauwtje iets gunstiger bij gefaseerde begrazing, met lagere aantallen ten opzichte van de controle in 2013 en afnemende verschillen in 2014 en 2015, hoewel nog steeds wat lagere aantallen. Op de Laamhei waren de Bruine zandoogjes even talrijk bij gefaseerde begrazing als onder regulier beheer, net als in het Popelmondedal, waar de aantallen in 2013 juist nog hoger waren bij gefaseerde begrazing dan in de controle.

Van de Veldparelmoervlinder werden de rupsen binnen de gefaseerde begrazing minder gevonden dan erbuiten omdat ze in de ruige overstaande vegetatie van Voorjaar- en Zomerbegrazing ontbraken.

6.2.4 Effecten van timing van begrazing

De contrasten tussen de proefvlakken met verschillende timing van begrazing waren groter dan tussen wel of niet gefaseerde begrazing, maar ook hier waren er verschillen tussen terreinen (Figuren 6.1 en 6.2).

Op de Winkelberg vertoonden zowel de compartimenten met begrazing in Voorjaar en Zomer een gunstiger ontwikkeling in soortenrijkdom en aantal vlinders dan in de controle, terwijl de Herfstbegrazing zowel in 2013 als 2015 relatief arm aan soorten en vlinders was.

Op de Wrakelberg was de ontwikkeling bij Voorjaar-begrazing juist relatief ongunstig, terwijl bij Zomer-begrazing vooral het aantal soorten boven de controle uitsteeg en in aantal vlinders de controle evenaarde na een lager beginaantal in 2013; de Herfst-begrazing telde vooral in 2014 vrijwel geen enkele vlinder, maar dit herstelde zich enigszins in 2015, hoewel nog niet tot het niveau van 2013.

Op de Laamhei was het aantal soorten in 2015 het hoogste bij Herfst-begrazing en het aantal vlinders het hoogst bij Zomer-begrazing, terwijl de Voorjaar-begrazing in beide aspecten achterbleef.

In het Popelmondedal was de soorten- en vlinderrijkdom het grootste bij Herfst-begrazing. De Zomer-begrazing verschilde weinig met de controle en de Voorjaar-begrazing telde in 2013 wel meer vlinders dan de controle (maar niet meer soorten) en in 2015 werden er wel meer soorten geteld bij Voorjaar-begrazing dan in de controle (maar niet meer vlinders).

De vlinders van de Veldparelmoervlinder waren op de Winkelberg in alle behandelingen aanwezig (gemiddeld 2,7 vlinders per sectie per jaar; hoewel minder talrijk op sommige delen van de controle). De rupsen van de soort werden echter alleen bij Herfst-begrazing gevonden (3 groepen; 57 rupsen) (en in de controle: 2 groepen; 55 rupsen), maar niet bij Voorjaar- of Zomerbegrazing. Aangezien de vlinders vlogen in de periode vóór de eerste begrazingsronde, is dit verschil waarschijnlijk te wijten aan het effect van de begrazing in het voorgaande jaar. De vegetatie van de Voorjaar- en Zomerbegrazing vertoonde in maart een ruige aanblik. Het lijkt erop dat de vlinders bij eiafzet kozen voor het warmere microklimaat van de kortere, meer recent (in de herfst) begraasde proefvlakken.

Het aantal Icarusblauwtjes was op de Winkelberg in 2013 vergelijkbaar in alle behandelingen, maar nam daarna sterk toe bij Voorjaar-begrazing, terwijl het daalde in de controle en Zomer- en Herfst-begrazing stabiel bleven. Daarentegen namen de Bruin zandoogjes sterk af in zowel de

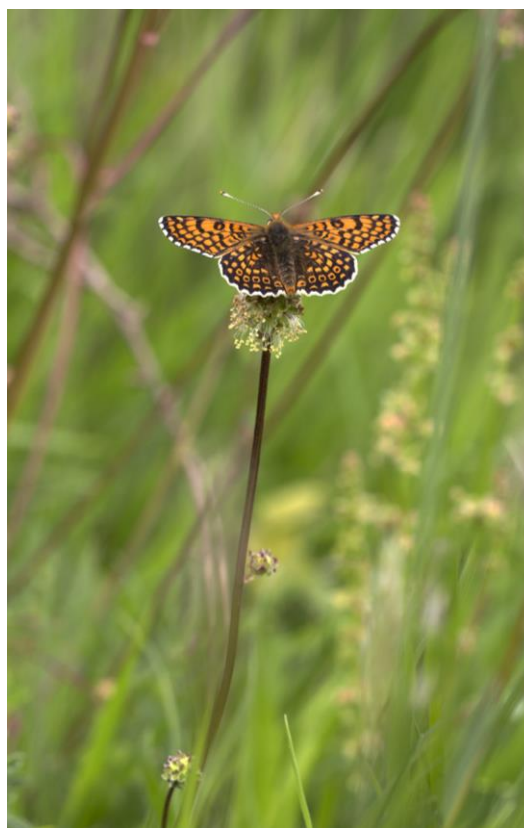
controle als bij Voorjaar-begrazing en in minder mate bij Herfst-begrazing, terwijl alleen bij Zomer-begrazing de hoogste aantallen in 2015 werden geteld.

Op de Wrakelberg waren er alleen in 2013 noemenswaardige verschillen, met de hoogste aantallen Icarusblauwtjes bij Herfst-begrazing en de laagste bij Voorjaar-begrazing.

Op de Laamhei waren de aantallen Icarusblauwtjes in 2015 het hoogst bij Herfst-begrazing (vergelijkbaar met de controle) en het laagst bij Zomer-begrazing, terwijl het Bruin zandoogje juist het talrijkst was bij Zomer-begrazing (ook talrijker dan in de controle) en het minst talrijk bij Voorjaar-begrazing.

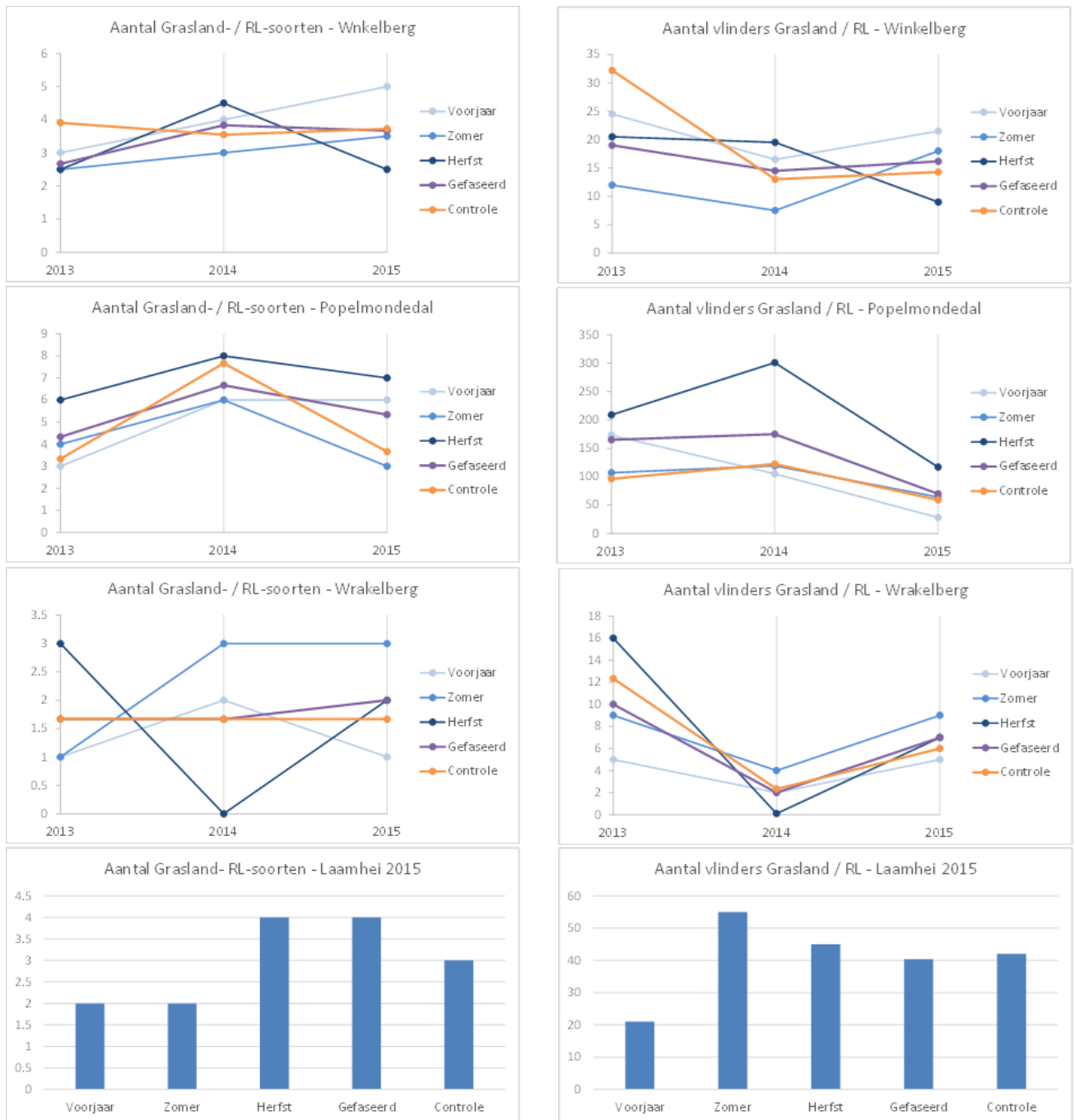
In het Popelmondedal sprong de Herfst-begrazing er voor zowel Icarusblauwtje als Bruin zandoogje er in positieve zin uit, net als voor de soortenrijkdom. De Voorjaar-begrazing telde in 2015 de minste vlinders van beide soorten, en de Zomer-begrazing zat daar in 2015 tussen in, op een vergelijkbaar niveau met de controle.

Wanneer het aantal vlinders in de verschillende behandelingen per teldatum wordt uitgezet (Figuur 6.3), blijkt dat de aantallen vooral bij de voorjaarsbegrazing laag blijven. Dit wordt vermoedelijk veroorzaakt doordat de bloei na de voorjaarsbegrazing pas laat weer op gang komt (zie Hoofdstuk 4). Op de Winkelberg is in 2015 nog tot in september doorgeteld en toen werden de hoogste aantallen wel in het compartiment van de Voorjaar-begrazing waargenomen, waar toen ook de meeste bloeiende planten stonden.



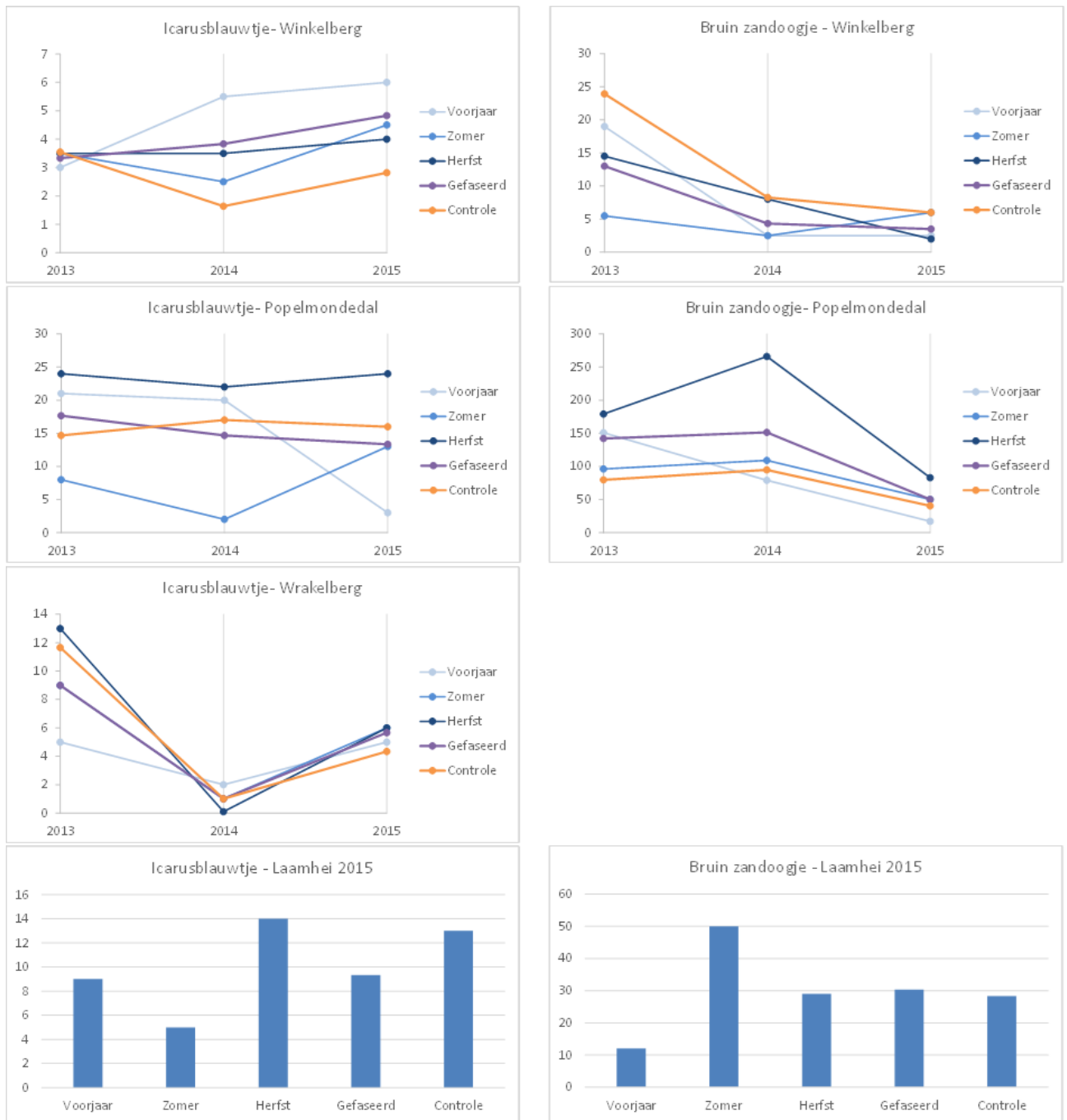
Icarusblauwtje *Polyommatus icarus* (links) en Veldparelmoervlinder *Melitaea cinxia* (rechts)

Common blue Polyommatus icarus (left) and Glanville fritillary Melitaea cinxia (right)



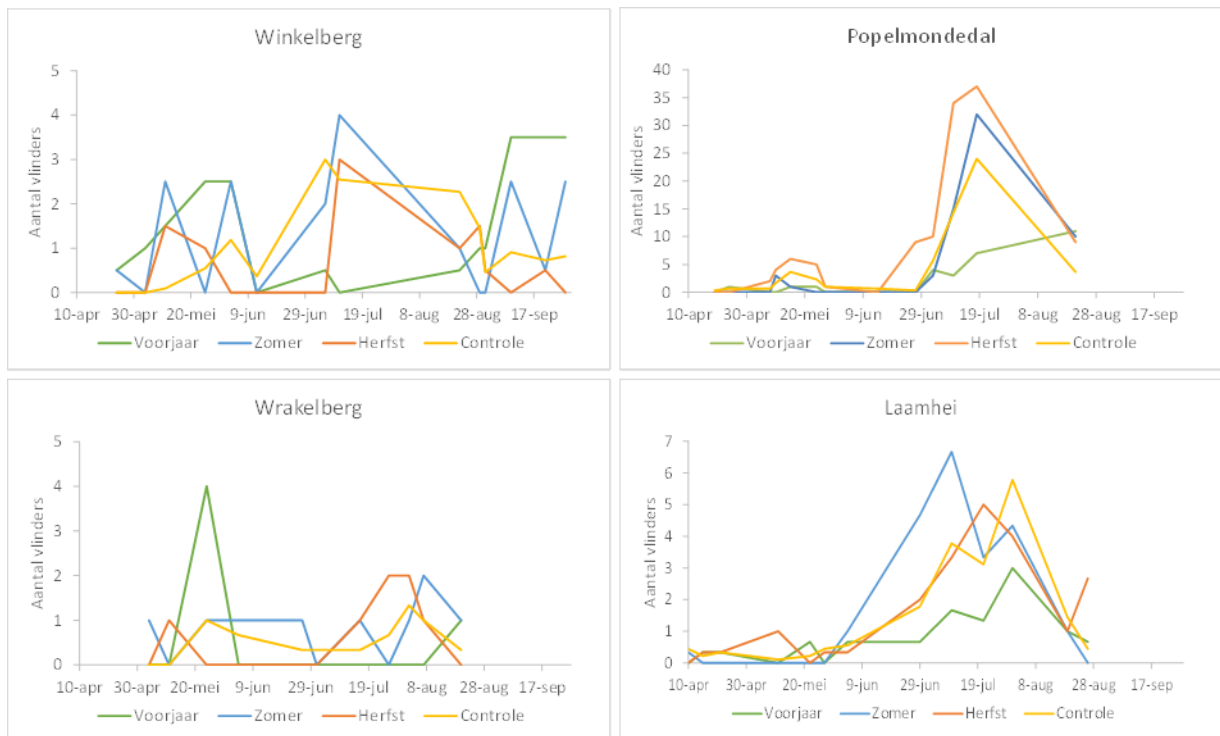
Figuur 6.2: Soortenrijkdom (links) en aantal individuen (rechts) van graslandsoorten per routesectie van ca. 50 m in de vier studiegebieden; in de Laamhei is alleen in 2015 geteld.

Figure 6.2 Species richness (left) and abundance (right) of grassland butterflies per 50 m section in the four study areas; Laamhei was only counted in 2015.



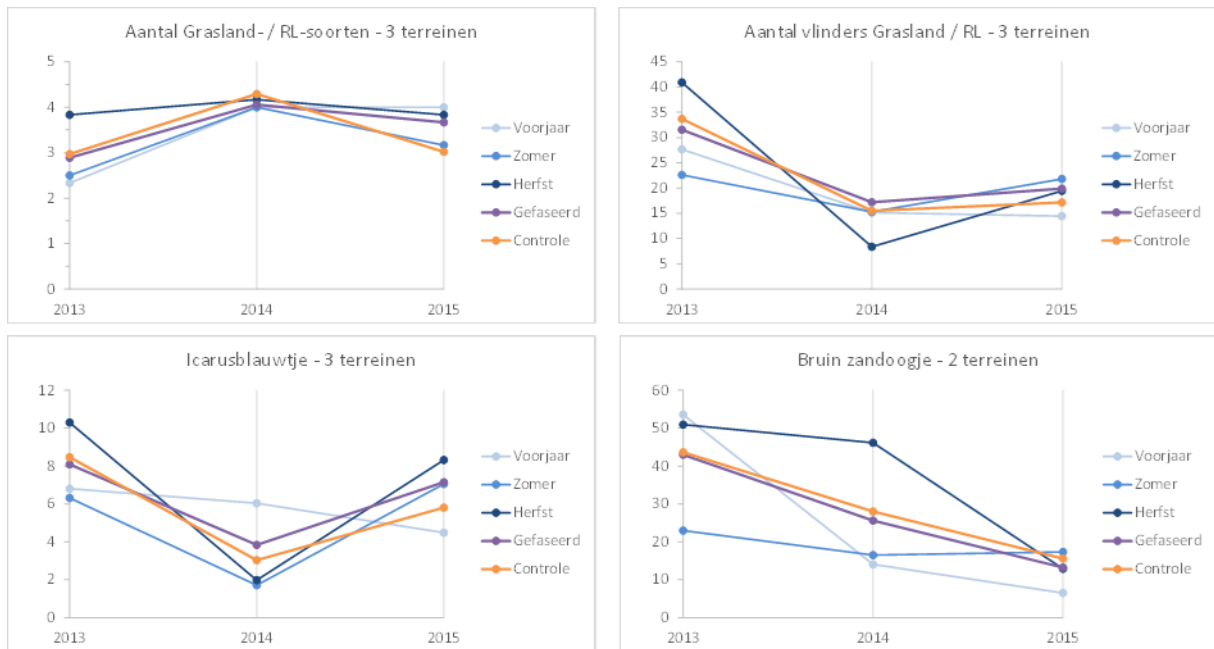
Figuur 6.3: Aantal individuen van Icarusblauwtje (links) en Bruin zandoojje (rechts) per routesectie van ca. 50 m in de vier studiegebieden; in de Laamhei is alleen in 2015 geteld.

Figure 6.3 Abundance of *Polyommatus icarus* (left) and *Maniola jurtina* (right) per 50 m section in the four study areas; Laamhei was only counted in 2015.



Figuur 6.4: Aantal vlinders van graslandsoorten per teldatum per routesectie van ca. 50 m in de vier studiegebieden gedurende 2015.

Figure 6.4 Abundance of grassland butterflies at each counting date per 50 m section in the four study areas during 2015.



Figuur 6.5: Gemiddelde van de resultaten over de verschillende proefgebieden (exclusief Laamhei) voor soortenrijkdom van grasland- en Rode Lijstsoorten (linksboven), aantal vlinders van grasland- en Rode Lijstsoorten (rechtsboven), aantal individuen van Icarusblauwtje (linksonder) en Bruin zandoogje (rechtsonder).

Figure 6.5 Average results for the different study areas (excluding Laamhei) on species richness of grassland and Red List species (upper left), number of butterflies of grassland and Red List species (upper right), number of individuals of *Polyommatus icarus* (lower left) and *Maniola jurtina* (lower right).

6.2.5 Conclusies dagvlinders

- De effecten van gefaseerde begrazing zijn gemiddeld over alle terreinen na drie jaar nog gering, alhoewel er voor de dagvlinders voor afzonderlijke terreinen wel enige verschillen te zien waren. De soortenrijkdom lijkt zich bij fasering iets gunstiger ontwikkeld te hebben dan bij uniform beheer, maar voor het aantal individuen waren er geen verschillen.
- De Voorjaar-begrazing zorgt – waarschijnlijk door de verlate bloei – gemiddeld wel voor lagere aantallen vlinders, maar de soortenrijkdom lijkt zich er juist wat gunstiger te ontwikkelen.
- Doordat de vliegtijd van zowel het Icarusblauwtje (voorjaars- en zomergeneratie) als die van het Bruin zandoogje (één zomergeneratie) voor een belangrijk deel buiten de graasperiodes vielen, was er geen duidelijk verschil in respons tussen beide soorten: beide waren even talrijk bij gefaseerde begrazing als bij uniform beheer, maar gemiddeld minder talrijk bij voorjaarsbegrazing. Dit laatste is vermoedelijk het gevolg van het geringe nectaraanbod in de zomer na de voorjaarsbegrazing.
- Bij de Veldparelmoervlinder werden de rupsen in het voorjaar alleen gevonden in de korte vegetatie na begrazing in de herfst, zowel in de controle als bij de Herfst-begrazing van de gefaseerde uitvoering. Mogelijk kiezen de vlinders (vliegtijd mei-begin juni) de kortere vegetatie voor de eiafzet. De in het voorjaar en zomer begraasde vegetatie lijkt te worden gemeden. Wanneer bij fasering voldoende oppervlak van het terrein in het najaar wordt begraasd zal de vroege begrazing (voorjaar/zomer) geen probleem vormen voor een populatie.
- Na drie jaar gefaseerde begrazing mochten geen grote veranderingen in de vlinderaantallen worden verwacht. Deze verwachting is uitgekomen. Zorgen vooraf over mogelijke schokeffecten van de gefaseerde begrazing zijn echter niet bewaarheid: alle soorten hebben zich goed kunnen handhaven.

6.3 Bloembezoekers

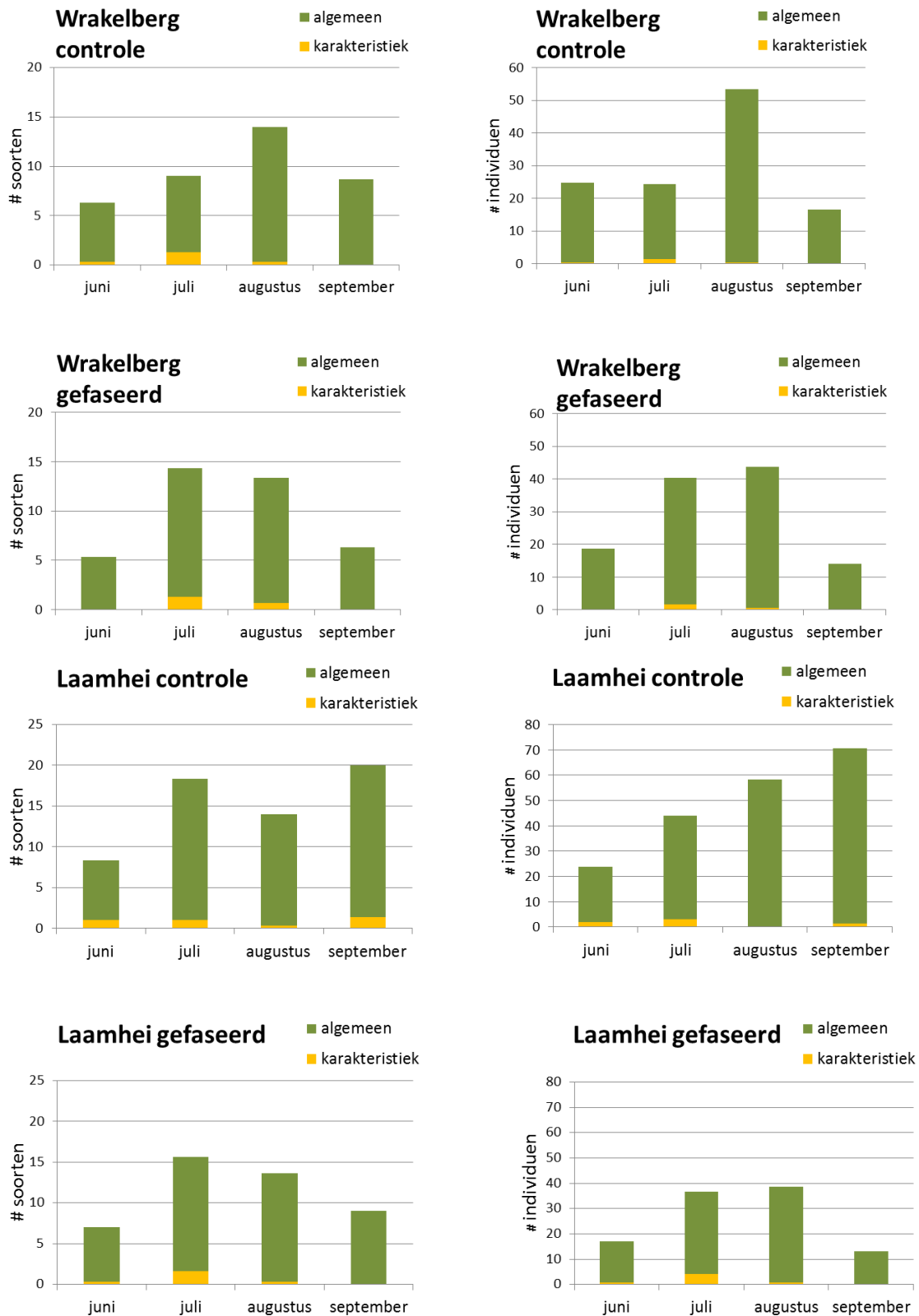
6.3.1 Methoden

Bloembezoekers (bijen, wespen, dagvlinders, dagactieve nachtvlinders, zweefvliegen en blaaskopvliegen) zijn bemonsterd in vakken van 15x15 meter voor elk gefaseerd vlak (voorjaar, zomer, herfst) en drie maal in het controlevlak (controle a, b en c). Bemonsteringen vonden plaats gedurende 30 minuten, waarbij alle bloembezoekers die in het proefvlak actief waren werden weggevangen. Individuen die niet konden worden gevangen werden genoteerd met de hoogst mogelijke taxonomische status (soort of soortgroep, geslacht of familie). Dagvlinders zijn niet gevangen maar in het veld op naam gebracht en geteld. In totaal zijn er 4 bemonsteringen uitgevoerd: 3-4 juni, 9-10 juli, 12-13 augustus en 10 september. Er is alleen onder goede weersomstandigheden bemonsterd: droog, zachte tot matige wind en hooguit half bewolkt. Determinaties en tellingen van alle gevangen dieren zijn achteraf in het lab uitgevoerd. Determinaties van zeldzame soorten zijn door specialisten gecontroleerd.

6.3.2 Resultaten

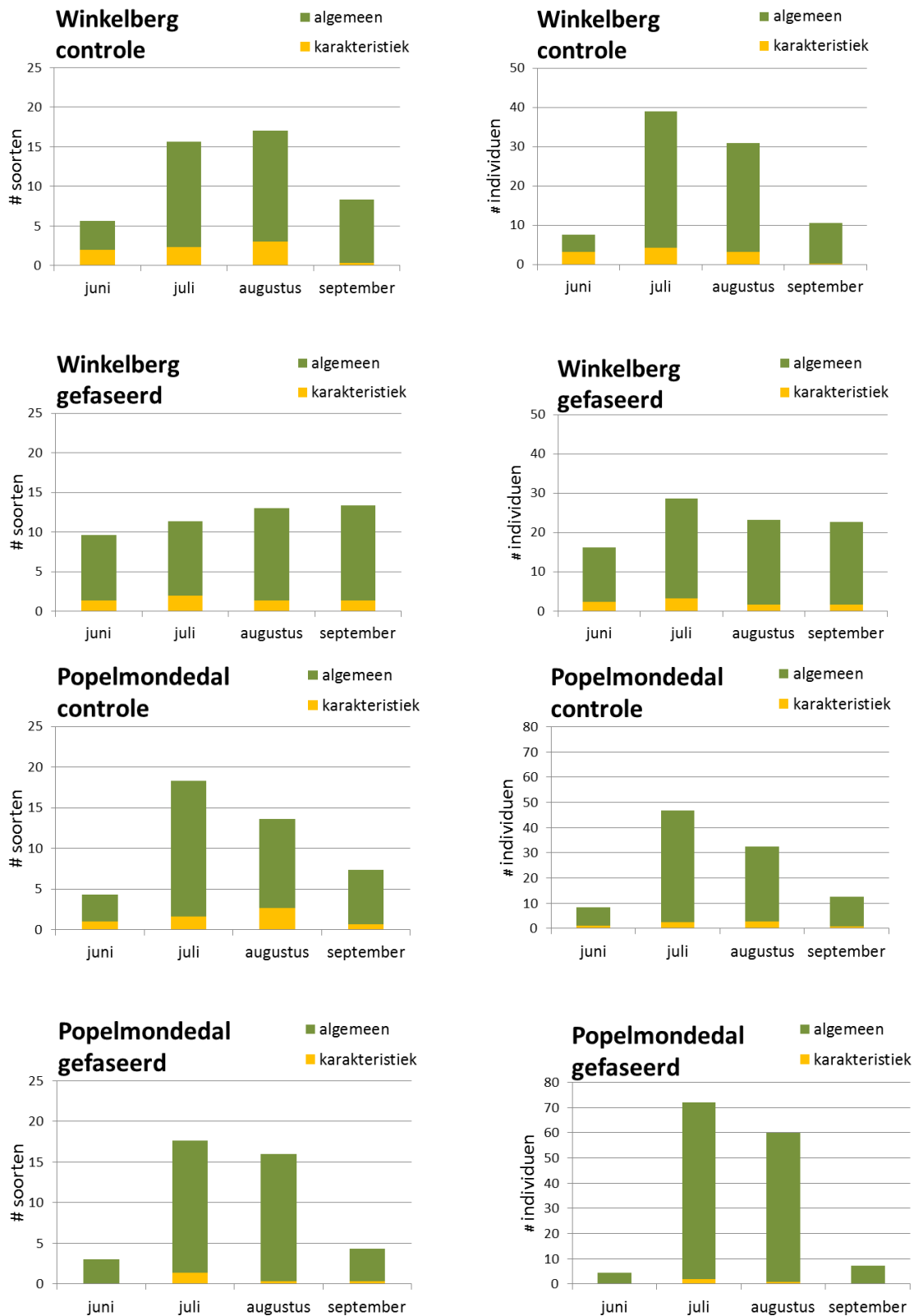
In totaal werden 2933 bloembezoekende bijen, zweefvliegen, dagvlinders, wespen, blaaskopvliegen en wapenvliegen geteld, verdeeld over 160 soorten. Hiervan waren er 34 soorten karakteristiek voor kalkgraslanden en 30 soorten zeldzaam tot zeer zeldzaam voor Nederland. De bijen waren met 1391 individuen en 67 soorten het best vertegenwoordigd. De meest getelde bijen waren de Aardhommel, Akkerhommel, Steenhommel en Honingbij. Hiervan zijn tijdens vier telrondes tussen de 150 en 300 individuen per soort geteld. Van 21 soorten werden 5 tot 50 individuen waargenomen. Van maar liefst 42 soorten werden minder dan vijf keer geteld, waarvan 24 soorten zelfs maar één keer. Dit betreft vaak de karakteristieke en zeldzame soorten. Kalkgraslandhellingen vormen zeer warme biotopen. Deze hellingen zijn dan ook zeer in trek bij warmte-tolererende en dus karakteristieke bijen. Veel van deze bijen zijn in Nederland zeldzaam tot zeer zeldzaam en staan op de Rode Lijst als bedreigd of ernstig bedreigd. De Knautiabij (*Andrena hattorfiana*) is hiervan een voorbeeld. Deze is op alle vier de kalkgraslandhellingen geteld, met in totaal 30 individuen. De soort gebruikt nagenoeg uitsluitend stuifmeel van Beemdkroon (*Knautia arvensis*) als voedsel voor haar larven. Overal waar Beemdkroon in voldoende mate staat, zoals op de onderzochte kalkgraslanden, wordt ook de Knautiabij gevonden. De Schubhaarkegelbij (*Coelioxys afro*) is een voorbeeld van een zeer zeldzame, karakteristieke soort. Een vrouwtje hiervan werd gevonden op de Winkelberg, wat daarmee pas de tweede Nederlandse vindplaats is van deze soort. De Schubhaarkegelbij is een parasitaire soort van de Rotsbehangersbij (*Megachile pilidens*), die met 4 individuen op de Winkelberg is gevonden. Dit is eveneens een karakteristieke en zeer zeldzame soort. In totaal zijn er 10 soorten bijen gevonden die zowel karakteristiek voor kalkgraslandhellingen, zeldzaam tot zeer zeldzaam én (ernstig) bedreigd zijn. Twee andere zeer zeldzame soorten die niet als karakteristiek voor kalkgraslanden gelden zijn de Grote harsbij (*Anthidium byssinum*) en de Lichte koekoekshommel (*Bombus barbutellus*). Beide soorten zijn één keer gezien tijdens het onderzoek. Van de Grote harsbij zijn in 2010 en 2011 nog twee geverifieerde waarnemingen gedaan in Nederland na een afwezigheid van enkele decennia. Van de Lichte koekoekshommel is in Nederland in 2007 een laatste zekere waarneming gedaan.

In figuur 6.7 zijn van alle onderzochte graslanden de aantallen soorten weergegeven alsook het aantal individuen dat per ronde is bemonsterd. In tabel 6.2 zijn deze gegevens samengevat voor het gehele onderzoeksjaar 2015



Figuur 6.7 Aantal soorten en individuen bloembezoekers (bijen, wespen, dagvlinders, zweef- en blaaskopvliegen) in plots (15x15m) op de Wrakelberg en Laamhei.

Figure 6.7 Number of species and individuals of flower visiting insects (bees, wasps, butterflies and hoverflies) in plot countings (15x15m) on Wrakelberg and Laamhei.



Figuur 6.8 Aantal soorten en individuen bloembezoekers (bijen, wespen, dagvlinders, zweef- en blaaskopvliegen) in plots (15x15 m) op de Winkelberg en het Popelmondedal.

Figure 6.8 Number of species and individuals of flower visiting insects (bees, wasps, butterflies and hoverflies) in plot countings (15x15m) on Winkelberg and Popelmondedal.

Tabel 6.2 Overzicht van totaal aantal soorten en totaal aantal individuen van bijen en zweefvliegen bemonsterd in gefaseerd begraasde proefvlakken ('jaar') en controlevlakken (controle).

Table 6.2 Total numbers of species and individuals of bees and hoverflies caught in control plots ('controle') and plots with rotational grazing ('jaar')

| soortgroep | Wra | Wra | Laa | Laa | Win | Win | Pop | Pop |
|-------------------------------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|
| | jaar | controle | jaar | controle | jaar | controle | jaar | controle |
| Zweefvliegsoorten karakt. | | 2 | | | 1 | 1 | | 1 |
| Zweefvlieg individuen karakt. | | 2 | | | 3 | 4 | | 1 |
| Zweefvliegsoorten tot. | 12 | 12 | 17 | 17 | 20 | 15 | 9 | 13 |
| Zweefvliegen individuen tot. | 134 | 116 | 92 | 206 | 85 | 91 | 65 | 49 |
| Bijensoorten karakt. | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 9 | 3 | 7 |
| Bijen individuen karakt. | 5 | 3 | 16 | 16 | 11 | 19 | 8 | 14 |
| Bijensoorten tot. | 15 | 18 | 23 | 27 | 26 | 34 | 24 | 23 |
| Bijen individuen tot. | 158 | 182 | 164 | 232 | 103 | 95 | 291 | 157 |

De meeste soorten bloembezoekers zijn gevangen op de Winkelberg (94, waarvan 18 karakteristiek), daarna op het Popelmondedal (74, waarvan 12 karakteristiek) en de Laamhei (77, waarvan 9 karakteristiek) en het minste op de Wrakelberg (51, waarvan 8 karakteristiek). Het aantal karakteristieke soorten en individuen van zweefvliegen is overal laag (tabel 6.2), maar lijkt niet te verschillen tussen gefaseerde en niet gefaseerde proefvlakken. Ditzelfde geldt voor de niet karakteristieke zweefvliegen. Voor de bijen zijn wel hogere aantallen karakteristieke soorten aangetroffen. Er lijkt een trend te zijn dat er in controlevlakken meer karakteristieke soorten worden aangetroffen dan in de gefaseerd begraasde vakken. De verwachting is dat dit te maken heeft met een lager bloemaanbod vanwege vraat in voorjaar en zomer, zodat er minder bijen worden waargenomen en de trefkans op zeldzame, karakteristieke soorten lager is. Dit lijkt ook het geval te zijn op de Wrakelberg en de Laamhei (waar in het gefaseerde deel minder individuen zijn gevonden), Op de Winkelberg en het Popelmondedal echter, zijn in het gefaseerde deel evenveel of zelfs meer individuen bemonsterd terwijl hier wel meer karakteristieke soorten én meer algemene soorten zijn aangetroffen.

6.4 Wantsen

6.4.1 Methoden

Wantsen zijn in 2013 en in 2014 verzameld met behulp van sleepnetten en in 2014 en 2015 met potvallen, zodat zowel de bodembewonende als de vegetatie-bewonende soorten werden bemonsterd. Potvalseries bestonden uit series van 5 potten, gevuld met een laagje van 4% formaline oplossing en met een dakje er boven. Zowel in 2014 als in 2015 is er in het voorjaar en herfst bemonsterd (12 mei – 8 juli / 9 september - 4 november). Bemonsteringen met sleepnetten zijn 3 maal per seizoen uitgevoerd (voorjaar, zomer en herfst), met telkens random 30 slagen per proefvlak. Niet ieder terrein kon in elke periode worden bemonsterd met sleepnetten: bij de uitwerking van de data is hiervoor gecorrigeerd door alleen overlappende monsterperiodes te analyseren en door te corrigeren voor het totaal aantal bemonsteringen in een terrein. Daarnaast is het aantal individuen per monster zowel afhankelijk van het terrein als het gedrag van de soort. In de analyses wordt daarom met gecorrigeerde vangstdata gewerkt (zie inleiding fauna). Voor wantsen van kalkgraslanden wordt een ruige, homogene vegetatiestructuur als belangrijkste knelpunt gezien, evenals het integraal maaien of begrazen van deze vegetatie in de herfst (Van Noordwijk et al. 2012, Morris 1973). Voor soorten die als adult of nymf overwinteren (en dus als nimf of ei in de zomer ontwikkelen) kan meer warmte in de zomer gunstig zijn. Voor vegetatiebewonende soorten wordt verwacht dat een meer heterogene vegetatiestructuur positief is, en daarmee een integraal beheer van het terrein negatief kan uitpakken, met name voor de weinig mobiele soorten. Om te analyseren of deze effecten optreden, is de soortsaamenstelling per behandeling geanalyseerd op overwinteringsstadium, vliegvermogen en aantal generaties.

6.4.2 Karakteristieke soorten

Op basis van binding aan specifieke waardplanten die veel op hellingschraallanden voorkomen of binding aan warme habitats (thermofiele soorten) is in Van Noordwijk et al. (2012) een onderbouwde indeling gemaakt in karakteristieke en niet-karakteristieke wantsensoorten voor hellingschraallanden. Van de 52 typische wantsensoorten zijn er in dit onderzoek 30 aangetroffen. Hieronder zijn de meest karakteristieke soorten van Zuid-Limburgse hellingschraallanden kort beschreven:

Dicyphus annulatus

Dicyphus annulatus (macropteer, 2,8-3,6 mm) leeft zoöfytofaag op kattendoorn *Ononis repens spinosa* en kruipend stalkruid *O. repens repens* in open, droge en zand- of kalkhoudende habitats. Ze overwintert als adult in het strooisel of op andere beschutte plekken en heeft één generatie per jaar. Na overwintering worden vroeg in de zomer de eieren afgezet en de nieuwe generatie is volwassen vanaf eind juli. Larven zijn waargenomen van juni tot in augustus en adulten van de nieuwe generatie vanaf augustus. Zeldzaam, verspreid waargenomen in Zeeland (Walcheren en Zeeuws-Vlaanderen) en in Zuid-Limburg, met incidentele vondsten in Gelderland, Noord-Brabant en Midden-Limburg.

Halticus apterus

Halticus apterus apterus (brachypteer, 2,0-2,6 mm; macropteer, 2,6-3,3 mm) leeft fytofaag in min of meer droge, kruidenrijke habitats op zand- en kalkbodems op allerlei kruiden, onder andere op vlinderbloemen Fabaceae (stalkruid *Ononis* sp., klaver *Trifolium* sp., lathyrus *Lathyrus* sp., rolklaver *Lotus* sp. en wikke *Vicia* sp.), sterbladigen Rubiaceae (walstro *Galium* sp. en bedstro *Asperula* sp.) en helmogentroost *Odontites* sp. Larven en adulten zuigen aan de bladeren, bloeiwijzen en onrijpe zaden en veroorzaken opvallende zuigschade in de vorm van talloze witte vlekjes. Ze overwintert als ei in de stengels van de waardplanten en heeft één generatie per jaar. Volwassen dieren zijn waargenomen van begin juni tot eind september. Onder gunstige

omstandigheden kan zich een tweede generatie ontwikkelen, die als adult overwintert. Macroptere dieren zijn zeldzaam. Zeldzaam, vanaf 1955 uitsluitend in Zuid-Limburg waargenomen. Tot 1955 ook verspreid in Overijssel, Gelderland, Noord-Holland, Zeeland en Noord-Brabant.

Heterocordylus genistae

Heterocordylus genistae (macropteer, 3,8-4,7 mm) leeft in droge, warme biotopen zoöfytofaag op verbrem *Genista tinctoria*. In de literatuur wordt ze ook vermeld van andere *Genista*-soorten en brem *Cytisus scoparius*. Het voedsel bestaat uit bladluizen Aphidoidea, maar ze zuigt ook aan de bloemen van de waardplant. Ze overwintert als ei en heeft één generatie per jaar. De eieren komen in mei uit en volwassen dieren zijn waargenomen van midden mei tot eind juli. Zeer zeldzaam, bekend van twee uurhokken bij Bakkum in de Noord-Hollandse duinen, drie uurhokken op Terschelling en de Wrakelberg.

Drymus latus

Drymus latus latus (macropteer, 4,8-5,9 mm) leeft fytofaag van zaden op de bodem tussen mos en strooisel in vochtige kalkgraslanden en wordt vaak in de buurt van tijm *Thymus* sp. waargenomen. Ze heeft één generatie per jaar en de adulten overwinteren. Volwassen dieren van de nieuwe generatie zijn vanaf midden juli tot eind oktober waargenomen en overwinteraars in maart en april. Zeer zeldzaam, beperkt tot enkele Zuid-Limburgse kalkgraslanden

Emblethis verbasci

Emblethis verbasci (submacropteer of macropteer, 5,0-7,5 mm) leeft fytofaag van zaden van allerlei planten op zandige of kalkrijke bodem langs bosranden, op open plekken in het bos, braakliggende terreinen en ruderaal graslanden. In Nederland uitsluitend op kalkgraslanden. Niet geassocieerd met bepaalde plantensoorten, maar wel vaak aangetroffen onder grote rozetbladeren van onder andere toorts *Verbascum* sp. Ze heeft één generatie per jaar en de adulten overwinteren. Larven zijn waargenomen van begin juni tot in oktober en volwassen dieren van de nieuwe generatie vanaf eind juli. Meer zuidelijk kan zich een tweede generatie ontwikkelen. Zeer zeldzaam, uitsluitend waargenomen in Zuid-Limburg.

Aellopus atratus

Aellopus atratus (submacropteer of macropteer, 8,3-9,0 mm) leeft fytofaag van zaden van allerlei planten op de bodem in kalkgraslanden onder en tussen bladrozetten van slangenkruid *Echium vulgare* en andere ruwbladigen Boraginaceae. Ze heeft één generatie per jaar en de adulten overwinteren. Volwassen dieren van de nieuwe generatie zijn waargenomen vanaf eind juni. Zeldzaam, uitsluitend bekend van enkele kalkgraslanden in Zuid-Limburg.

Berytinus clavipes

Berytinus clavipes (brachypteer of macropteer, 7,0-9,0 mm) leeft fytofaag op zandige en kalkrijke bodems onder kattendoorn *Ononis repens spinosa* en kruipend stalkruid *O. repens repens*. Ze heeft één generatie per jaar en adulten overwinteren in mos en strooisel onder de waardplanten. De eieren worden in mei en juni afgezet op de stengels van de waardplant en de nieuwe generatie is vanaf juli volwassen. Zeldzaam, waargenomen in Gelderland, Zeeland en Limburg.

Gampsocoris punctipes

Gampsocoris punctipes punctipes (macropteer, 3,4-4,7 mm) leeft fytofaag in min of meer vochtige, enigszins voedselrijke, kalkrijke graslanden op stalkruid *Ononis* sp., zowel op kruipend stalkruid *O. repens repens* als op kattendoorn *O. repens spinosa*. Larven en adulten zuigen aan de klierharen van de planten. Ze heeft één generatie per jaar en de adulten overwinteren in mos en strooisel onder de waardplanten. De eieren worden laat in het voorjaar afgezet op de stengels van de waardplant en de nieuwe generatie is vanaf augustus volwassen. Gewoon in de duinen en op de

hogere zandgronden, waargenomen in Friesland op de waddeneilanden Vlieland, Terschelling en Ameland, in Gelderland, Noord- en Zuid-Holland, Zeeland en Limburg.

Bathysolen nubilus

Bathysolen nubilus (macropteer, 5,5-6,2 mm) leeft fytofaag van zaden van hopklaver *Medicago lupulina* op spaarzaam begroeide, zandige bodems onder de waardplant. Ze heeft één generatie per jaar en de adulten overwinteren in de strooisellaag. De nieuwe generatie is vanaf juli volwassen. Zeldzaam, uitsluitend bekend uit Midden- en Zuid-Limburg en enkele vindplaats in het aangrenzende deel van Noord-Brabant.

Carpocoris purpureipennis

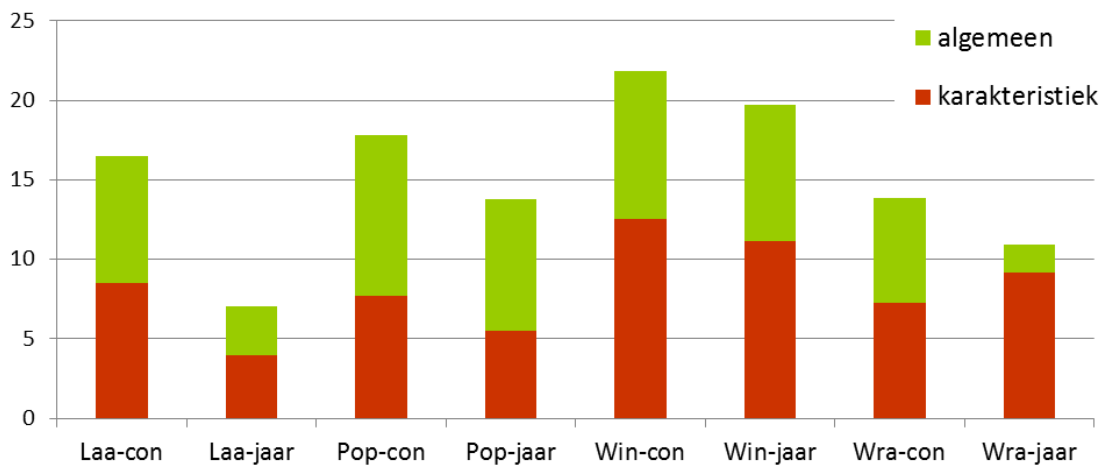
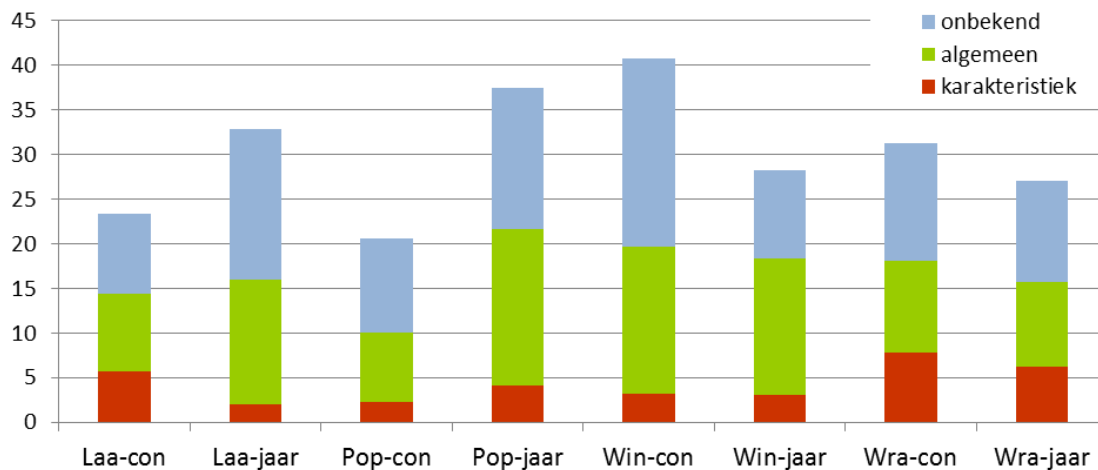
Carpocoris purpureipennis (macropteer, 11,0-13,0 mm) leeft fytofaag van zaden van allerlei kruiden in droge, open en halfbeschaduwde biotopen en in cultuurland. Ze heeft één generatie per jaar en de adulten overwinteren in de strooisellaag. De nieuwe generatie is vanaf juli volwassen. Niet zeldzaam in Limburg, elders alleen incidentele vondsten en sinds 1980 slechts één vondst in westelijk Noord-Brabant.

6.4.3 Resultaten

In totaal zijn er 2593 wantsen gevangen verdeeld over 85 soorten, waarvan er 30 als karakteristiek voor kalkgraslanden worden gezien (962 individuen) en 55 soorten als niet-karakteristiek (1631 individuen). Met behulp van potvallen zijn 18 unieke soorten gevangen, met sleepnetten 51 unieke soorten en 25 soorten zijn zowel met sleepnetten als met potvallen bemonsterd.

Profiteren karakteristieke soorten?

In figuur 6.8 zijn alle gecorrigeerde potval- en sleepnetvangsten weergegeven, verdeeld over de behandeling gefaseerde begrazing en integrale begrazing (controle). Voor de sleepnetvangsten (vegetatie-bewonende wantsen) is er geen trend in aantallen wantsen tussen behandelingen. Op de Laamhei en in het Popelmondedal zijn meer vegetatie-bewonende wantsen aangetroffen in de gefaseerde proefvlakken, op de Winkelberg en Wrakelberg juist in de controle proefvlakken. Op de Laamhei zijn minder karakteristieke wantsen aangetroffen in de gefaseerd begraasde proefvlakken, in de andere terreinen is hierin geen verschil of zijn juist meer karakteristieke wantsen gevangen in de gefaseerd proefvlakken (Popelmondedal). Bij de potvalvangsten (bodembewonende wantsen) is in alle terreinen het aantal wantsen in de controlevlakken hoger dan in de gefaseerd begraasde vlakken. Dat geldt ook voor de karakteristieke soorten, met uitzondering van de Wrakelberg waar juist meer karakteristieke soorten zijn gevangen in het gefaseerd begraasde vlak.



Figuur 6.8 Overzicht van totaal aantal wantsen in gefaseerd begraaide proefvlakken ('jaar') en controlevlakken ('con'). Data zijn sleepnetvangsten (boven) en potvalvangsten (onder) gecorrigeerd per soort per terrein. 'Onbekend' betreft nimfen die niet op soortsniveau gedetermineerd kunnen worden. Laa = Laamhei, Pop = Popelmondedal, Win = Winkelberg en Wra = Wrakelberg.

Figure 6.8 Total numbers of true bugs caught in control plots ('controle') and plots with rotational grazing ('jaar'). Data from sweep net sampling corrected for study site and species. Karakteristiek = characteristic; algemeen = common; onbekend = unknown (non-identified juvenile individuals). Laa = Laamhei, Pop = Popelmondedal, Win = Winkelberg en Wra = Wrakelberg.

Reageren bodembewoners anders dan vegetatiebewoners in de tijd?

Op het moment dat de vegetatie door grazers wordt verwijderd, veranderen zowel de vegetatiestructuur en het aanbod van voedsel voor herbivore wantsen als het microklimaat op de bodem. De verwachting is dat bodem- en vegetatie-bewonende wantsen dan ook anders op begrazing in het seizoen reageren. In tabel 6.4 is een overzicht gegeven van de verdeling van aantallen vegetatie-bewonende wantsen in de loop van het seizoen. Karakteristieke soorten zijn over het algemeen in lage dichtheden aangetroffen, met uitzondering van *Dicyphus annulatus*, de in alle seizoenen meer is gevangen in de gefaseerd begraaide vlakken dan in de controlevlakken. Er is geen eenduidige trend dat de karakteristieke soorten profiteren of juist hinder ondervinden van de gefaseerde begrazing. Alleen de algemene soort *Plagiognathus chrysanthemi* is minder aangetroffen in gefaseerd begraaide vlakken.

Tabel 6.4 Verspreiding van wantsensoorten in de loop van het seizoen in proefvlakken met gefaseerde begrazing (jaar) en controleproefvlakken (con). Data geven aantal individuen per sleepnet-monster voor karakteristieke soorten (vet) en algemene soorten met meer dan 25 individuen.

Table 6.4 Distribution of true bugs in the course of the season in plots with rotational grazing (jaar) and control plots (con). Data are number of individuals per sweepnet-sample of characteristic species (in bold) and general species with at least 25 collected individuals.

| | mei | | juni | | augustus | | september | |
|-----------------------------------|-----|------|------|------|----------|------|-----------|------|
| | con | jaar | con | jaar | con | jaar | con | jaar |
| <i>Adelphocoris lineolatus</i> | 1 | 2 | | | 3 | 14 | <1 | 1 |
| Adelphocoris seticornis | 2 | 1 | | | 1 | 1 | <1 | |
| Aellopus atratus | | | | | <1 | | | |
| Agramma laetum | | | | | | <1 | | |
| Berytinus clavipes | | | | | 1 | <1 | <1 | <1 |
| Berytinus minor | | | | | | <1 | | |
| Berytinus signoreti | | | | | | <1 | | |
| Coriomeris denticulatus | | | | | <1 | | | |
| Dicyphus annulatus | 2 | 3 | | | 17 | 24 | 9 | 20 |
| <i>Dolycoris baccarum</i> | 1 | | | 5 | 5 | 3 | 1 | <1 |
| Emblethis verbasci | | | | | | | | <1 |
| Gampsocoris punctipes | | | | | <1 | <1 | <1 | <1 |
| Halticus apterus | | | | | <1 | <1 | | |
| Heterocordylus genistae | 4 | 1 | | | | | | |
| Kalama tricornis | | | | | | | <1 | |
| <i>Lygus pratensis</i> | | | | | <1 | 1 | 2 | 3 |
| <i>Lygus rugulipennis</i> | | | | | | <1 | 1 | 2 |
| Macrotylus paykullii | 6 | 3 | 1 | | | | | |
| <i>Megaloceroea reticornis</i> | 19 | 15 | 17 | 20 | | <1 | | |
| Megalonotus chiragra | | | | | | | <1 | <1 |
| <i>Nabis ferus</i> | | | | | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Nabis pseudoferus</i> | | | | | 5 | 7 | 2 | 4 |
| <i>Nabis rugosus</i> | | | | | 1 | <1 | 1 | 2 |
| <i>Notostira elongata</i> | | | | | 2 | 12 | 7 | 7 |
| Orthocephalus coriaceus | 1 | | | | | | | |
| <i>Peribalus strictus</i> | 1 | 1 | | | 6 | 3 | <1 | |
| <i>Plagiognathus chrysanthemi</i> | 31 | 6 | | 1 | <1 | | | |
| Podops inuncta | | | | | | | | <1 |
| <i>Rhopalus parumpunctatus</i> | | | | | 1 | 2 | <1 | 1 |
| <i>Stenodema calcarata</i> | | | | | 2 | 10 | <1 | <1 |
| Syromastus rhombeus | | | | | <1 | <1 | | <1 |
| Tot ind. alle soorten | 71 | 45 | 19 | 45 | 53 | 89 | 32 | 51 |

Tabel 6.5 Verspreiding van wantsensoorten in de loop van het seizoen in proefvlakken met gefaseerde begrazing (jaar) en controleproefvlakken (con). Data geven aantal individuen in potvallen voor karakteristieke soorten (vet) en algemene soorten waarvan meer dan 25 individuen zijn gevangen.

Table 6.5 Distribution of true bugs in the course of the season in plots with rotational grazing (jaar) and control plots (con). Data are number of individuals in pitfall traps of characteristic species (bold) and general species with at least 25 collected individuals.

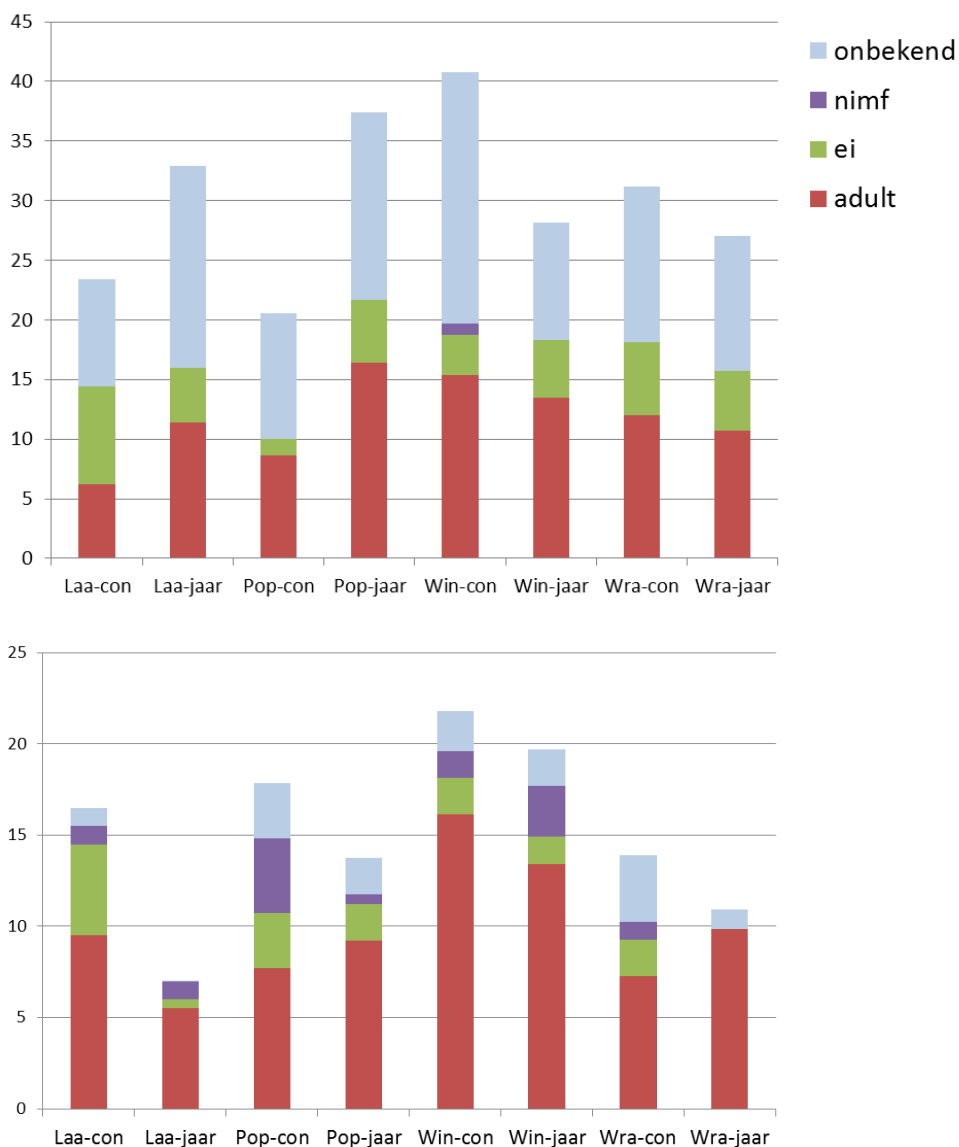
| | mei | | juli | | september | | oktober | |
|---------------------------------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| | con | jaar | con | jaar | con | jaar | con | jaar |
| <i>Acalypta carinata</i> | 6 | | | | | | | |
| <i>Acalypta marginata</i> | 5 | 60 | | | | | | |
| <i>Aellopus atratus</i> | | | 1 | | | | | 1 |
| <i>Agramma laetum</i> | 2 | 1 | | | | | | |
| <i>Bathysolen nubilus</i> | 1 | | | | | | | |
| <i>Beosus maritimus</i> | | | | | | | 1 | |
| <i>Berytinus clavipes</i> | 1 | 2 | | | | | 2 | 4 |
| <i>Berytinus minor</i> | 2 | | | | | | | |
| <i>Berytinus signoreti</i> | | 1 | | | | | | 1 |
| <i>Campylosteira verna</i> | | 1 | | | | | | |
| <i>Catoplatus fabricii</i> | | 3 | | 1 | | | | 1 |
| <i>Drymus latus</i> | | | | | 1 | 1 | | 1 |
| <i>Emblethis verbasci</i> | 33 | 5 | | 13 | | | 27 | 7 |
| <i>Gampsocoris punctipes</i> | | | 1 | | | | | |
| <i>Halticus apterus</i> | | | 1 | | | | | |
| <i>Kalama tricornis</i> | 44 | 19 | 4 | 4 | 1 | | 3 | 11 |
| <i>Megalonotus antennatus</i> | | | 1 | | | | 2 | 2 |
| <i>Megalonotus chiragra</i> | 2 | 3 | 8 | 2 | | | 3 | 1 |
| <i>Orthocephalus coriaceus</i> | 1 | 1 | | | | | | |
| <i>Peritrechus geniculatus</i> | 5 | 11 | 2 | 3 | | | 2 | 1 |
| <i>Podops inuncta</i> | 7 | 32 | | 3 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Prostemma guttula</i> | 1 | | | | | | | 1 |
| <i>Rhyparochromus pini</i> | 1 | 4 | 2 | 7 | | | 1 | |
| <i>Stygnocoris fuliginus</i> | | | 1 | | | | | |
| <i>Stygnocoris rusticus</i> | | | | | | | 1 | |
| <i>Stygnocoris sabulosus</i> | | | | | | | 2 | 2 |
| Totaal individuen alle soorten | 122 | 152 | 30 | 39 | 11 | 2 | 95 | 50 |

In tabel 6.5 is eenzelfde overzicht gegeven voor bodembewonende wantsen in de loop van het seizoen. Karakteristieke soorten zijn op de bodem in hogere aantallen gevangen dan in de vegetatie. *Emblethis verbasci* en *Kalama tricornis* worden in mei in hogere dichtheden in de controleproefvlakken gevangen. *E. verbasci* wordt ook in oktober meer in de controle vlakken aangetroffen. *Podops inuncta* en de niet-karakteristieke soort *Acalypta marginata* worden in mei juist in de gefaseerde preflakken meer aangetroffen. De soort *Acalypta carinata* is alleen op het Popelmondedal aangetroffen in controlevlakken. Voor de overige soorten zijn de aantallen zo laag dat er geen duidelijke trend kan worden beschreven.

Verwacht wordt dat wantsensoorten met verschillende eigenschappen ook verschillend reageren op beheertype. In figuur 6.9 zijn de gecorrigeerde data van de sleepnetten en potvallen weergegeven verdeeld naar overwinteringsstadium. Hierin is zowel voor de vegetatie-bewonende

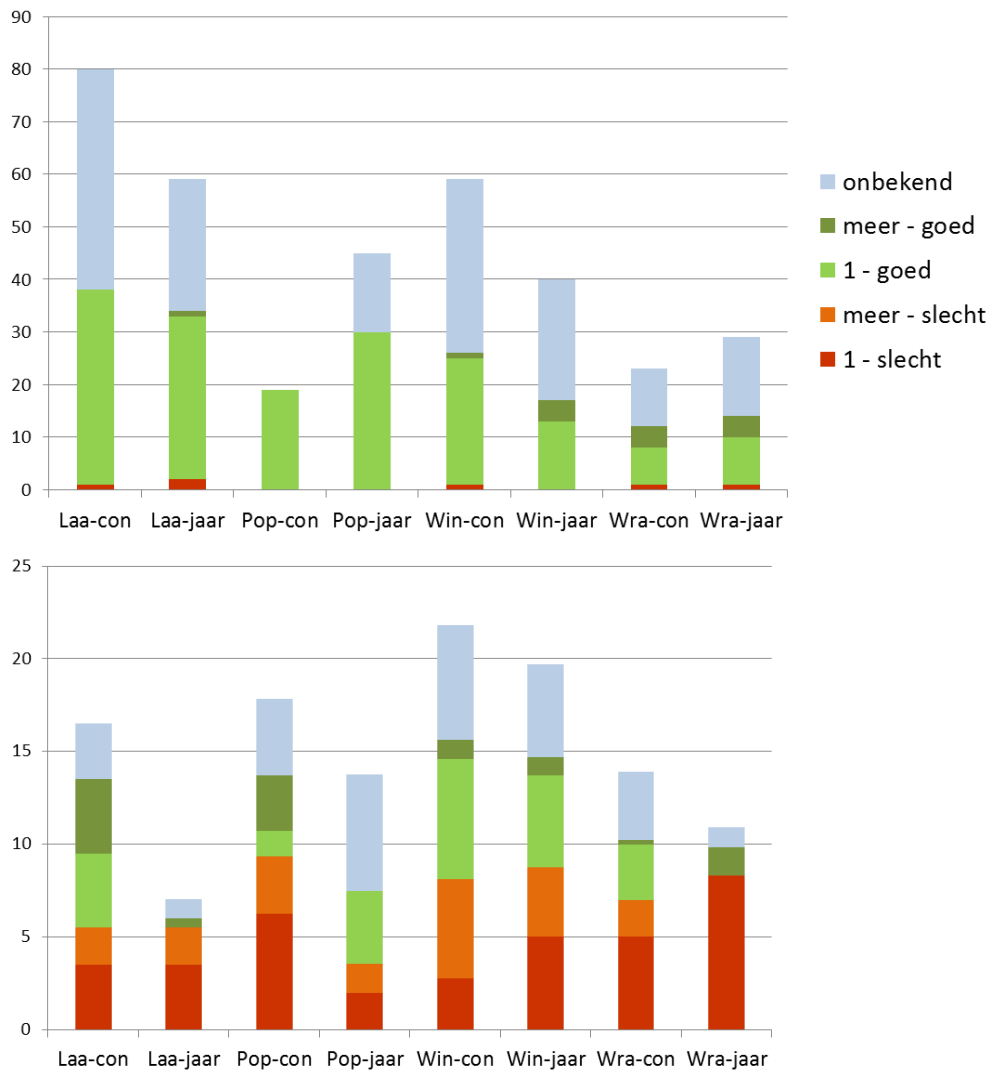
als voor de bodembewonende wantsen geen duidelijke trend te zien in relatie tot terrein of beheertype.

In figuur 6.10 zijn deze data weergegeven, maar dan verdeeld naar mobiliteit (goed = vliegend, slecht = vleugelloos) en het aantal generaties per jaar. Soorten met een slechte mobiliteit en slechts één generatie per jaar zijn het gevoeligste voor verstoring. Soorten met een goede mobiliteit zijn juist in staat om geschikte plekken snel te bereiken. Soorten met een slechte verspreiding worden voornamelijk op de bodem gevangen, maar een duidelijk patroon in relatie tot gefaseerde of juist integrale begrazing is niet te ontdekken.



Figuur 6.9 Overzicht van wantsen in gefaseerd begraaide proefvlakken ('jaar') en controlevlakken (controle) verdeeld naar overwinteringsstadium. Sleepnetvangsten gecorrigeerd per soort en per terrein. 'onbekend' betreft nimfen die niet op soortsniveau gedetermineerd kunnen worden. Laa = Laamhei, Pop = Popelmondedal, Win = Winkelberg en Wra = Wrakelberg.

Figure 6.9 True bugs in control plots ('controle') and plots with rotational grazing ('jaar'), classified by hibernating stage. Data from sweep net sampling corrected for study site and species. Nimf = nymph, ei = egg, onbekend = unknown (non-identified juvenile individuals). Laa = Laamhei, Pop = Popelmondedal, Win = Winkelberg en Wra = Wrakelberg.

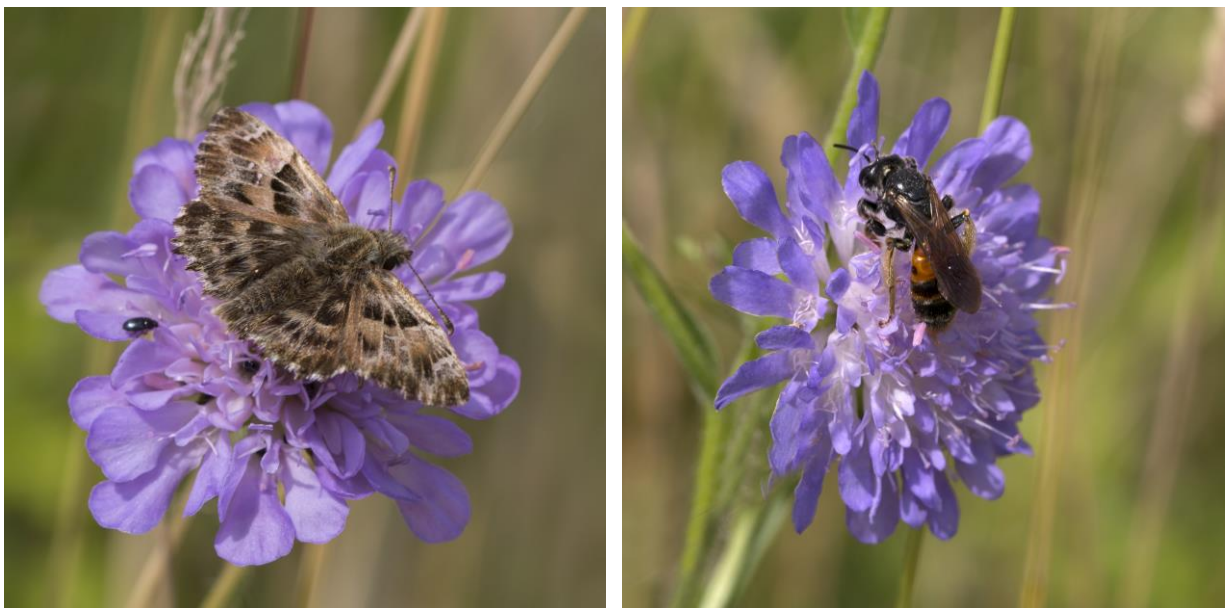


Figuur 6.10 Overzicht van wantsen in gefaseerd begraasde proefvlakken ('jaar') en controlevlakken (con) verdeeld naar aantal generaties per jaar (1 of meer) en mobiliteit (goed of slecht). Sweepnetvangsten gecorrigeerd per soort en per terrein. 'onbekend' betreft nimfen die niet op soort niveau gedetermineerd kunnen worden. Laa = Laamhei, Pop = Popelmondedal, Win = Winkelberg, Wra = Wrakelberg.

Figure 6.10 True bugs in control plots ('con') and plots with rotational grazing ('jaar'), classified by generations per year (1 or more) and mobility (good or bad). Data from sweep net sampling corrected for study site and species. Onbekend = unknown (non-identified juvenile individuals). Laa = Laamhei, Pop = Popelmondedal, Win = Winkelberg, Wra = Wrakelberg.

6.4.4 Conclusies wantsen

- De aantallen gevangen wantsen en de soortsamenstelling verschilt sterk tussen jaren en tussen gebieden. Het aantal bodembewonende wantsen lijkt iets lager te zijn in gefaseerd begraasde terreinen, maar er kon geen structureel effect worden vastgesteld van gefaseerde begrazing op de samenstelling van de wantsengemeenschap, nog op de aanwezigheid van karakteristieke soorten.
- Uit eerder onderzoek is de hypothese opgesteld dat soorten die als ei of nimf overwinteren kunnen profiteren van gefaseerde begrazing, omdat er overstaande vegetatie in de winter aanwezig is. Dit effect kon in dit onderzoek niet worden vastgesteld.



Kaasjeskruidkoppje *Carcharodus alceae* (links) en Knautiabij *Andrena hattorfiana* (rechts) op bloeiende Beemdkroon (*Knautia arvensis*)

Mallow skipper (*Carcharodus alceae*) and Large Scabious Mining-bee *Andrena hattorfiana* (right) on flowering Field scabious (*Knautia arvensis*)

6.5 Sprinkhanen

6.5.1 Methoden

Sprinkhanen zijn in 2013 en 2014 met sleepnetten bemonsterd. Sleepnetten vangen echter het beste in halfhoge, vrij open vegetatie en minder effectief in dichte vegetatie en zeer korte vegetatie. In 2015 is er voor gekozen om de sprinkhanen te tellen op basis van geluid en wegspringende individuen. Deze telling kon worden uitgevoerd op de Laamhei, Wrakelberg en Winkelberg, maar wegens ongunstige weersomstandigheden niet op het Popelmondedal.

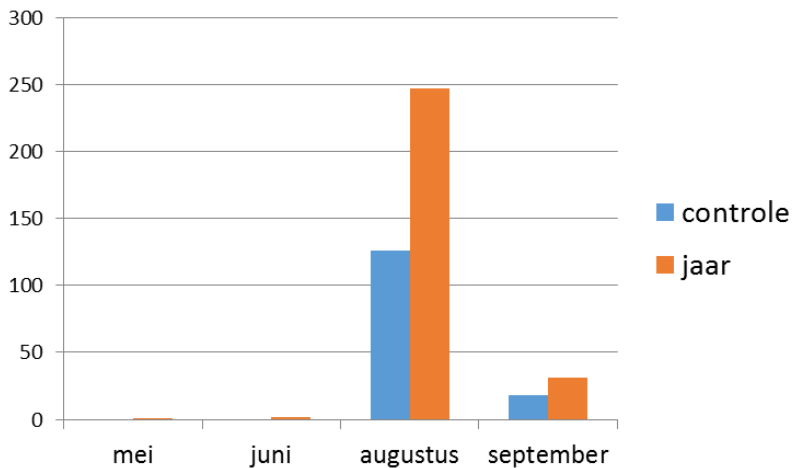
6.5.2 Resultaten

In totaal zijn er 11 soorten sprinkhanen vastgesteld in de vier onderzoeksterreinen. Van deze soorten zijn er 10 soorten gevangen met slagnetten en 7 soorten gehoord tijdens de tellingen op basis van geluid. De enige soort die in de slagnet-methode ontbreekt is de Bramensprinkhaan *Pholidoptera griseoptera*, een soort die zich ophoudt in (randen van) struweel. Er zijn twee soorten die als karakteristiek oor hellingschraallanden worden gezien: het Kalkdoortje (*Tetrix tenuicornis*) en het Donker wekkertje (*Omocestus rufipes*). Soorten die bij de geluidstellingen zijn gemist betreffen vooral de verschillende doornsprinkhanen die nauwelijks geluid maken. In tabel 6.3 zijn de gecorrigeerde aantallen weergegeven van de soorten die met slagnetten zijn gevangen. Opvallend is dat alle Kalkdoortjes zijn gevangen in de gefaseerd begraaide proefvlakken: de kort gegraaide grasvegetaties zijn voor deze kleine sprinkhanen waarschijnlijk geschikter dan de niet begraaide vegetaties, maar het kan ook een effect van de methodiek zijn: de kans om ze te vangen is in laag gras groter dan in ruig gras. Voor de Sikkelsprinkhaan geldt het omgekeerde: deze is juist alleen in de hoge vegetatie van de nog onbegraaide controle proefvlakken gevangen en ook het Zuidelijk spitskopje is overal vaker gevangen in de hoge, onbegraaide vegetatie dan in de gefaseerd begraaide vegetatie.

Tabel 6.3 Aantal individuen van sprinkhanen gevangen in augustus en september 2014 met slagnetten, verdeeld over de controlevlakken (contr) en de gefaseerd begraaide vlakken ('jaar').

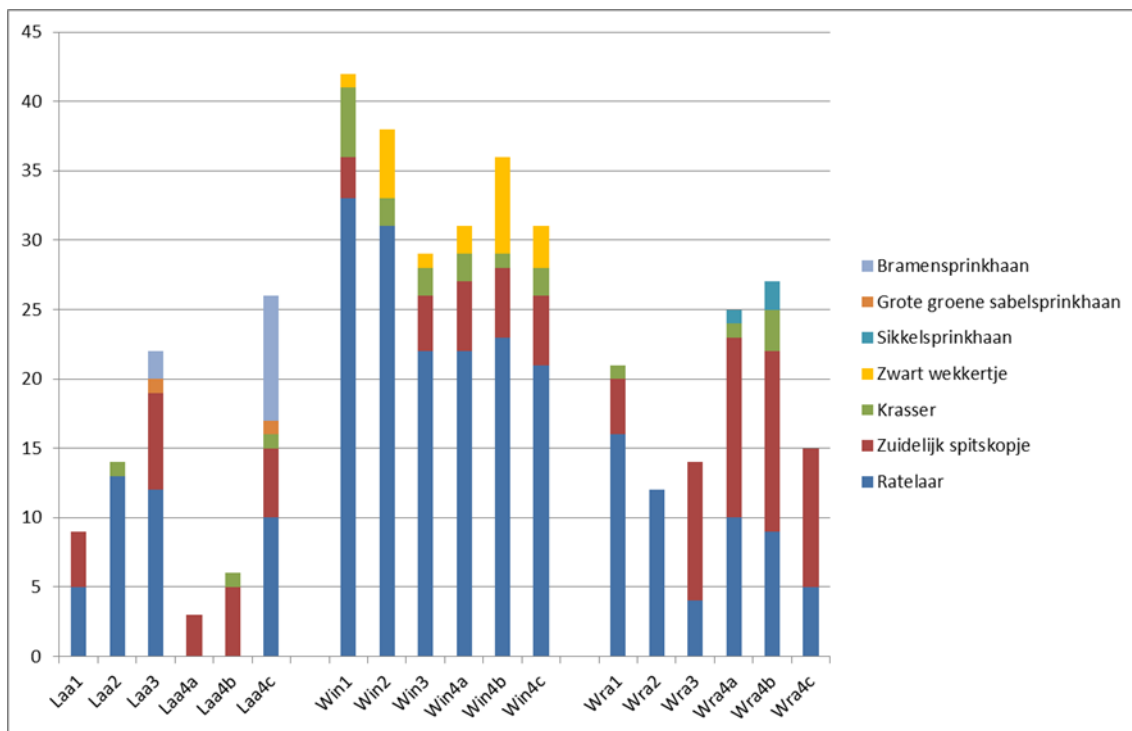
Table 6.3 Grasshopper species caught with sweeping nets in August and September 2014 in control plots (contr) and plots with rotational grazing ('jaar').

| | Popelmondedal | | Winkelberg | | Laamhei | | Wrakelberg | |
|----------------------------|---------------|------|------------|------|---------|------|------------|------|
| | contr | jaar | contr | jaar | contr | jaar | contr | jaar |
| Kalkdoortje | | 1,0 | | | | 0,5 | | 0,5 |
| Gewoon doortje | | | | | 1,0 | 1,0 | | |
| Zanddoortje | 1,0 | | | | | | | |
| ♀♀ Ratelaar/Krasser | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,9 | | 0,1 | 0,3 | 1,0 |
| ♂ Ratelaar | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 1,0 | | 0,1 | 0,3 | 0,5 |
| ♂ Krasser | 1,0 | 0,8 | 0,1 | | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,1 |
| Zwart Wekkertje | | | 0,8 | 1,0 | | | | |
| Gouden Sprinkhaan | 1,0 | | | | | | | |
| Zuidelijk spitskopje | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 1,0 | 0,6 | 0,5 | 0,1 |
| Sikkelsprinkhaan | | | 0,5 | | 0,5 | | 1,0 | |
| Gr. Groene sabelsprinkhaan | | | | | | 1,0 | 1,0 | |



Figuur 6.11 Aantal individuen van volwassen sprinkhanen in sleepnetten in gefaseerde proefvlakken ('jaar') en controlevlakken (controle) in 2014.

Figure 6.11 Total numbers of grasshopper individuals in sweep nets in control plots ('controle') and plots with rotational grazing ('jaar').



Figuur 6.12 Aantal individuen van sprinkhaansoorten in tellingen in de verschillende proefvlakken ('jaar') en controlevlakken (controle) van Laamheide, Winkelberg en Wrakelberg in begin september 2015: vak 1 en 2 zijn al wel begraasd, vak 3 en de controlevakken niet. Het Popelmondedal is niet met deze methode bemonsterd

Figure 6.12 Total numbers of counted grasshopper individuals in control plots ('controle') and plots with rotational grazing ('jaar')

In figuur 6.11 zijn de totaal aantallen volwassen sprinkhanen weergegeven in slagnetten gedurende de maanden mei, juni, augustus en september. Ook uit deze figuur blijkt dat de gefaseerde begrazing geen negatief effect heeft op de dichtheden van sprinkhanen op de hellingschraallanden. Aangezien er direct na begrazing geen sprinkhanen voorkomen op graslanden betekent dit ook dat de in juni en augustus begraasde proefvlakken weer snel geheerkoloniseerd worden na begrazing.

In figuur 6.12 zijn de resultaten van deze tellingen op gehoor weergegeven. Op de Winkelberg zijn de hoogste dichtheden aan sprinkhanen aangetroffen, met name als gevolg van hoge dichtheden aan Ratelaar. De enige karakteristieke soort die op geluid kon worden bemonsterd is het Zwart wekkertje; voor deze soort is geen effect te zien van gefaseerde begrazing ten opzichte van controle begrazing. Soorten van ruige vegetaties, zoals Bramensprinkhaan, Grote groene sabelsprinkhaan en Sikkelsprinkhaan zijn alleen in de nog onbegraasde delen gevonden. Er is geen effect van gefaseerde begrazing op de dichtheid of variatie van sprinkhaansoorten van kortere vegetaties. De soorten herkoloniseren de reeds begraasde proefvlakken weer binnen enkele weken vanuit de onbegraasde delen.

6.5.3 Conclusies sprinkhanen

- De verschillende sprinkhaansoorten zijn verspreid over de terreinen aanwezig. Karakteristieke soorten Kalkdoorntje en Zwart wekkertje kennen geen negatief effect van gefaseerde begrazing en het Kalkdoorntje profiteert misschien zelfs van voorjaar en zomerbegrazing. Soorten van ruigere gras- en zoomvegetaties reageren negatief op begrazing in voorjaar en zomer.
- Direct na begrazing zijn sprinkhanen afwezig in de proefvlakken, maar deze vlakken worden binnen enkele weken geheerkoloniseerd uit de onbegraasde vlakken.
- Fasering van de begrazing heeft een neutraal effect op de diversiteit en dichtheden van sprinkhanen.

6.6 Loopkevers

6.6.1 Methoden

Loopkevers zijn gevangen met behulp van potvallen. Potvalseries bestonden uit series van 5 potten, gevuld met een laagje van 4% formaline oplossing en met een dakje er boven. Zowel in 2014 als in 2015 is er in het voorjaar en herfst bemonsterd (12 mei – 8 juli / 9 september - 4 november). De soorten zijn op naam gebracht en zijn in navolging van Van Noordwijk et al. (2012) verdeeld in drie categorieën: karakteristieke soorten, graslandsoorten en soorten van bossen en natte terreinen. Daarnaast zijn van alle soorten de gemiddelde grootte (lengte in mm), het vliegvermogen (goed, slecht, flexibel) en het trofisch niveau (carnivoor, herbivoor, omnivoor), het stadium waarin de soort overwinterd (ei, larve, pop, adult) en het jaargetijden waarin de soort als larve leeft (zomer, winter, beiden) op een rij gezet. Het aantal individuen is vervolgens gecorrigeerd per soort en per terrein (zie 6.1).

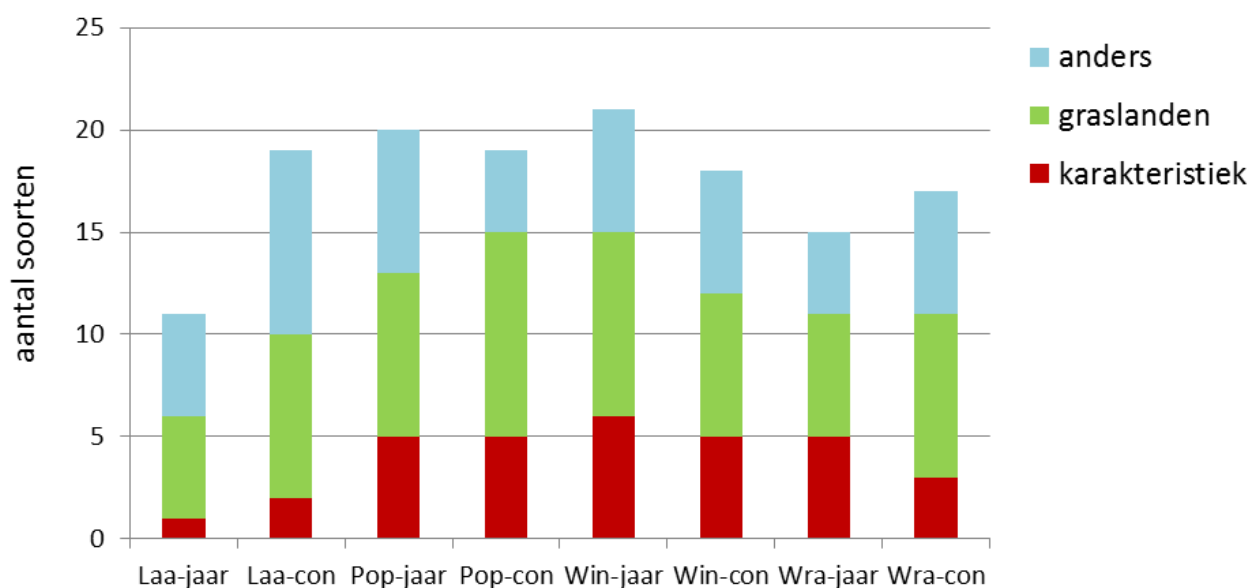
6.6.2 Resultaten

In totaal zijn er 1689 loopkevers gevangen verdeeld over 48 soorten. Hiervan zijn er 13 soorten (171 individuen) karakteristiek voor hellingschraallanden, 16 soorten (1361 individuen) voor droge graslanden en 19 soorten (157 individuen) voor bossen en natte graslanden. De karakteristieke soorten zijn *Amara convexior*, *Amara montivaga*, *Amara nitida*, *Brachinus crepitans*, *Harpalus anxius*, *Harpalus attenuatus*, *Harpalus rufipalpis*, *Nebria salina*, *Ophonus puncticeps*, *Ophonus puncticollis*, *Parophonus maculicornis*, *Syntomus foveatus* en *Syntomus truncatellus*.

In figuur 6.13 is zowel het aantal loopkeversoorten als het aantal gevangen individuen (gecorrigeerd per soort en terrein) weergegeven voor de gefaseerd en de niet-gefaseerd

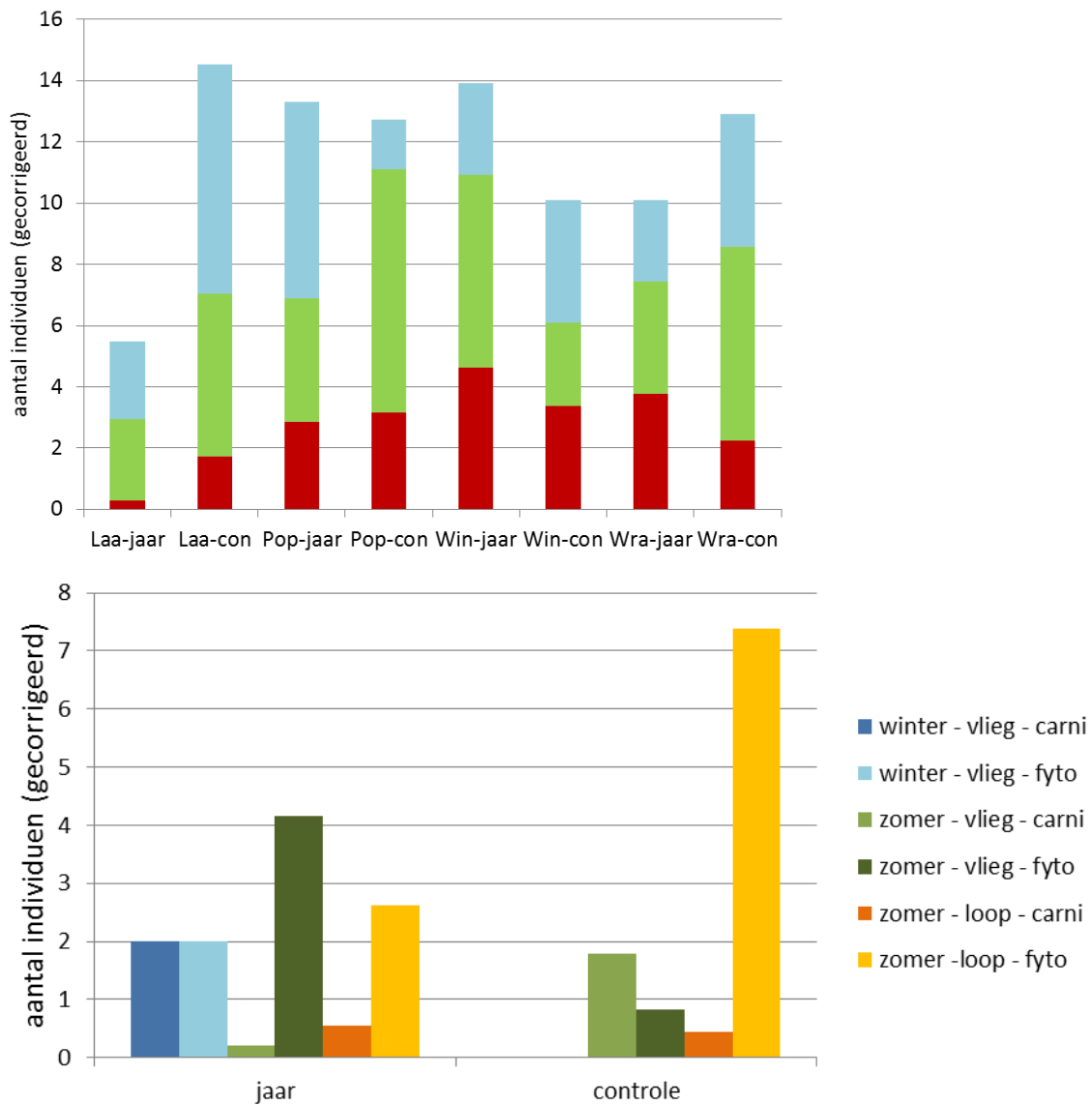
begraasde (controle) proefvlakken in de vier onderzoeksterreinen. Er zijn geen duidelijke verschillen in aantal soorten of aantal individuen tussen behandelingen. Opvallend is wel dat op de Laamhei relatief weinig karakteristieke soorten zijn aangetroffen, waarschijnlijk omdat dit terrein het minst warme microklimaat kent van de vier terreinen. Dit is ook het enige terrein waar in het gefaseerd begraasde deel van het terrein beduidend minder soorten en lagere aantallen zijn gevangen dan in het controle-proefvlak. Dat er ook minder individuen van karakteristieke soorten zijn aangetroffen is deels te wijten aan het feit dat er slechts 2 soorten in lage aantallen zijn gevangen (waardoor de gecorrigeerde waarde bij enkele individuen al grote verschillen laat zien) en deels dat deze twee soorten ook tot de gevoelige groep lijken te horen van fytofage loopkevers zonder vliegvermogen en zomerlarven (figuur 6.14).

Voor loopkevers werd verwacht dat karakteristieke soorten met het larvestadium in de zomer en een slecht vliegvermogen negatieve effecten ondervinden van een vroege begrazing. Uit figuur 6.14 en tabel 6.5 blijkt dat fytofage soorten inderdaad veel minder zijn aangetroffen in het gefaseerd begraasde deel. Soorten met winterlarven daarentegen zijn juist alleen aangetroffen in de gefaseerde, vroeg begraasde proefvlakken en niet in de controlevlakken. De Bombardeerkever (*Brachinus crepitans*) is de enige carnivore, niet vliegende loopkever met zomerlarven; deze soort laat geen verschil zien tussen de behandelingen. Daarnaast zijn fytofage soorten met vliegvermogen vooral aangetroffen in de gefaseerd begraasde delen, terwijl de carnivore soorten met vliegvermogen vooral zijn aangetroffen in de controlevlakken.



Figuur 6.13 Aantal soorten loopkevers en gecorrigeerd aantal individuen van loopkevers gevangen in gefaseerde proefvlakken (jaar) en controlevlakken (con) in de verschillende onderzoeksterreinen. Laa = Laamhei, Pop = Popelmondedal, Win = Winkelberg en Wra = Wrakelberg.

Figure 6.13 Total number of species (top) and individuals (down; correction per species and location) of Carabid beetles in control plots ('controle') and plots with rotational grazing ('jaar'). 'Karakteristiek' = characteristic for calcareous grasslands; 'graslanden' = species of dry grasslands; 'anders' = characteristic for other habitats. Laa = Laamhei, Pop = Popelmondedal, Win = Winkelberg and Wra = Wrakelberg.



Figuur 6.14 Gecorrigeerd aantal individuen van karakteristieke loopkevers gevangen in gefaseerde plots ('jaar') en controlevlakken ('controle') in alle terreinen samen, verdeeld naar seizoen voor larven (winter, zomer), vliegvermogen (vlieg, loop) en voedsel (carnivoor, fytofaag).

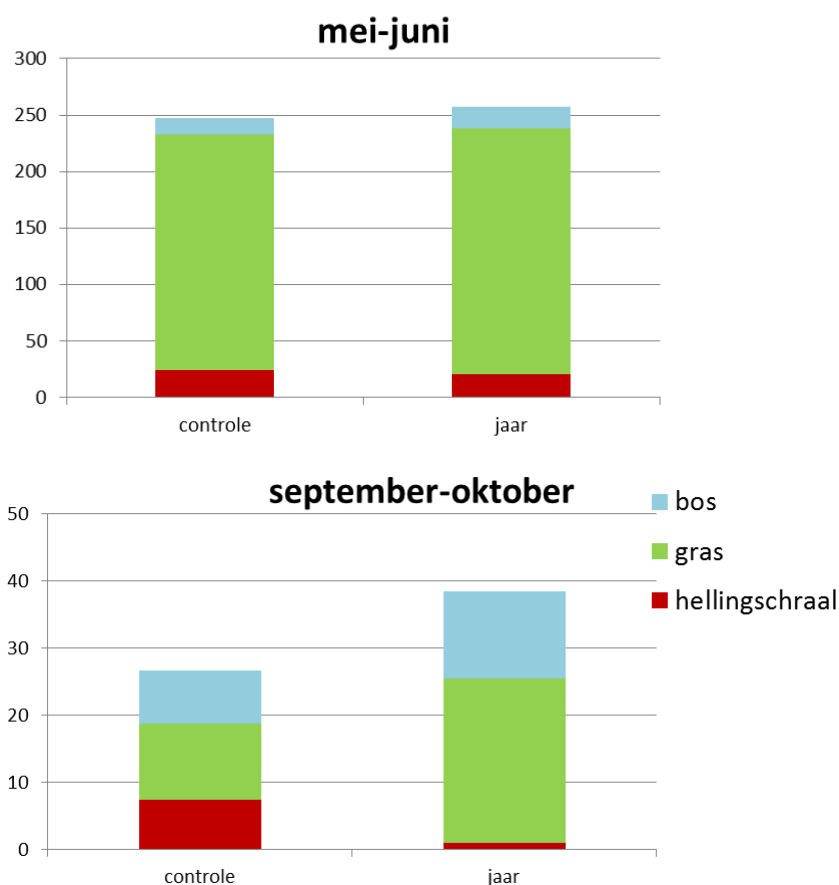
Figure 6.14 Total number of individuals of characteristic Carabid beetles of calcareous grasslands in control plots ('controle') and plots with rotational grazing ('jaar') with ecological traits for larvae (winter, summer), mobility for adults (mobile, immobile) and food (carnivorous, phytophagous).

Wanneer de loopkevervangsten in voorjaar (mei-juni) en herfst (september – oktober) van beide jaren worden samengevat, blijkt dat bijna 90% van de loopkevers in het voorjaar is gevangen. In het voorjaar is er ook geen verschil in aantal gevangen individuen tussen gefaseerde begrazing en controle, ook niet wanneer deze worden verdeeld in karakteristieke soorten, soorten van droge graslanden en bossen (figuur 6.15). In de herfst echter zijn er minder individuen in de controlevlakken gevangen, maar relatief meer karakteristieke soorten van hellingschraallanden en minder droge grasland soorten dan in de gefaseerd begraasde proefvlakken.

Tabel 6.5 Aantal individuen van karakteristieke soorten per terrein per behandeling, inclusief enkele ecologische eigenschappen. Jaar = gefaseerde begrazing, 'con' = controle. Laa = Laamhei, Pop = Popelmondedal, Win = Winkelberg en Wra = Wrakelberg. W = winterlarven, Z = zomerlarven.

Table 6.5 Total number of individuals of characteristic Carabid beetles of calcareous grasslands in all research areas control plots ('controle') and plots with rotational grazing ('jaar') with ecological traits for larvae (winter, summer), mobility for adults (mobile, immobile) and food (carnivorous, phytophagous). Laa = Laamhei, Pop = Popelmondedal, Win = Winkelberg and Wra = Wrakelberg. W = winter larvae, Z = summer larvae.

| soort | vlieg | voedsel | larve | LAA | | POP | | WIN | | WRA | |
|--------------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | | | | -jaar | -con | -jaar | -con | -jaar | -con | -jaar | -con |
| <i>Nebria salina</i> | ja | carni | W | | | | | 1 | | 1 | |
| <i>Ophonus puncticeps</i> | ja | fyto | W | | | | | 1 | | 5 | |
| <i>Syntomus foveatus</i> | ja | carni | Z | | | 1 | 4 | | | | |
| <i>Syntomus truncatellus</i> | ja | carni | Z | | | | | | 1 | | |
| <i>Harpalus anxius</i> | ja | fyto | Z | | | 1 | | 12 | 3 | | |
| <i>Ophonus puncticollis</i> | ja | fyto | Z | | | 4 | 7 | | | 1 | |
| <i>Harpalus rufipalpis</i> | ja | fyto | Z | | | | | 2 | | | |
| <i>Brachinus crepitans</i> | nee | carni | Z | | | | | | | 12 | 10 |
| <i>Amara convexior</i> | nee | fyto | Z | | 2 | 4 | 1 | 3 | 1 | 4 | 14 |
| <i>Harpalus attenuatus</i> | nee | fyto | Z | | | | 1 | | | | |
| <i>Parophonus maculicornis</i> | nee | fyto | Z | | | 26 | 27 | 1 | 12 | | |
| <i>Amara montivaga</i> | nee | fyto | Z | | | | | | | | 1 |
| <i>Amara nitida</i> | nee | fyto | Z | 2 | 5 | | | | 1 | | |



Figuur 6.15 Totaal aantal individuen van loopkevers gevangen in voorjaar (mei-juni) en herfst (september -oktober) in gefaseerde proefvlakken (jaar) en controlevlakken (controle) verdeeld naar habitatvoorkeur (hellingschraalland, droge graslanden en bos/natte habitats).

Figure 6.15 Total individuals of carabid beetles in spring (May-June) and autumn (September-October) in control plots ('controle') and plots with rotational grazing ('jaar') ranked to habitat preference (hellingschraal = calcareous grassland; gras = dry grasslands, bos = forest and wet habitat).

6.6.3 Conclusies loopkevers

- Fasering van begrazing heeft geen invloed op het aantal soorten loopkevers en de totale abundantie van loopkevers. Dit geldt zowel voor karakteristieke soorten als voor soorten van droge graslanden en soorten van andere habitats.
- Fasering heeft wel effect op de samenstelling van de loopkevergemeenschap, waarschijnlijk als gevolg van veranderingen in microklimaat en voedselaanbod. Soorten met larven in de winter komen vooral voor in delen met gefaseerde begrazing (waar door hergroei weer iets ruigere vegetatie staat), terwijl slecht vliegende soorten met larven in de zomer de kale, warme delen vermijden en vooral voorkomen in de controlevlakken (met een ruigere vegetatie in de zomermaanden).
- In terreinen met een verscheidenheid aan karakteristieke loopkeversoorten zal fasering van begrazing waarschijnlijk bijdragen aan een duurzaam behoud van deze diversiteit. Op terreinen waar alleen karakteristieke fytofage, vleugelloze soorten loopkevers voorkomen met zomerlarven (zoals op de Laamhei) heeft gefaseerde begrazing voor loopkevers geen meerwaarde.

6.7 Mieren

6.7.1 Methodes

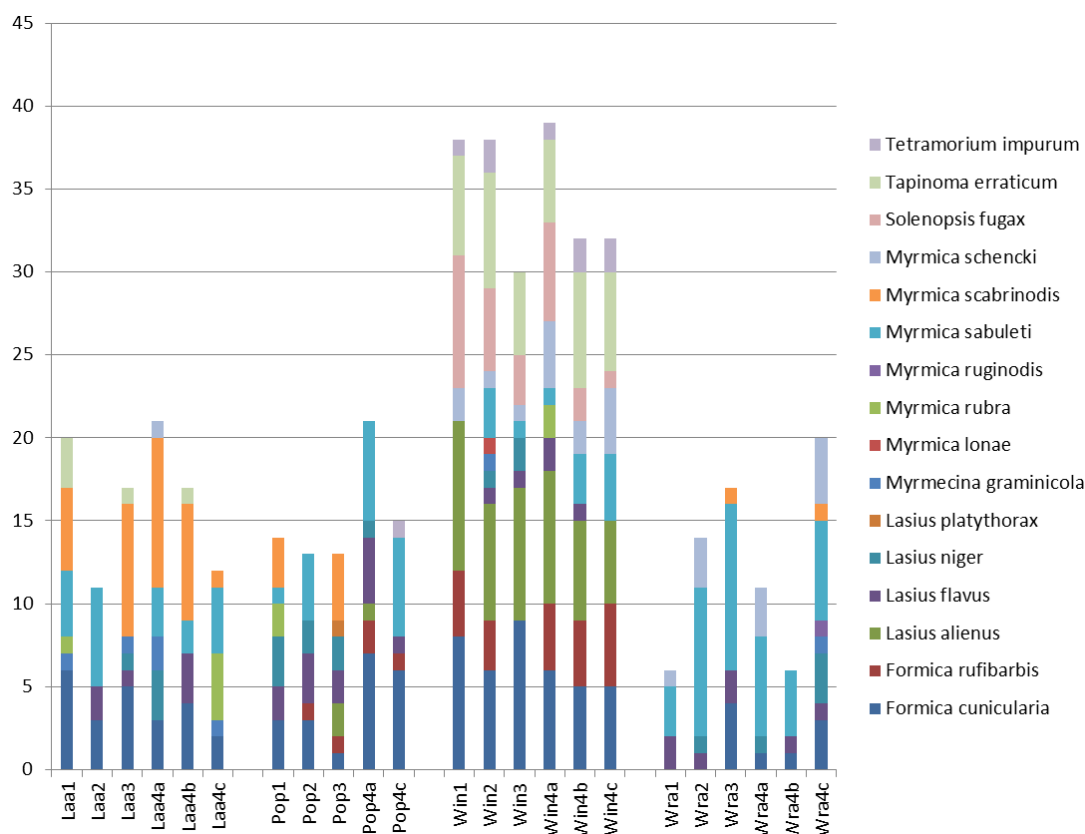
Mieren zijn verzameld met behulp van lokbuisjes met een doorsnede van 1,5 cm en een diepte van 12 cm. De buisjes zijn ingegraven tot aan maaiveld en tot halverwege gevuld met een oplossing van alcohol, wijn en suiker. De buisjes hebben van 10 juli t/m 12 juli 2015 in totaal 3 dagen (2 nachten) open gestaan. Per proefvlak zijn 12 buisjes geplaatst in 3 rijen van 4 in het midden van de helling (kalkgraslanddeel van hellingschraalland), wat per terrein overeenkomt met 36 lokbuisjes in het gefaseerde deel en 36 buisjes in het controledeel. Alle mieren in de buisjes zijn op naam gebracht en geteld. Aangezien het aantal gevangen mieren sterk afhangt van de afstand van de lokbuis tot een nestingang, geeft de aan- en afwezigheid van soorten in een lokbuisje betere informatie dan het aantal individuen dat is gevangen. Voor het bepalen van de dichtheid aan mieren is daarom gebruik gemaakt van het aantal buisjes binnen een proefvlak waarin een soort aanwezig is.

6.7.2 Resultaten

In totaal zijn er 15109 mieren gevangen verdeeld over 16 soorten. Hiervan kunnen er 4 als kenmerkend voor hellingschraallanden worden gezien: de Mergelmier (*Lanius alienus*), het Mergeldraaigatje (*Tapinoma erraticum*), de Bruine zaadmier (*Tetramorium impurum*) en de Diefmier (*Solanopsis fugax*). De soorten die het meest zijn gevangen zijn de Bruine baardmier (*Formica cunicularia*) en de Zandsteekmier (*Myrmica sabuleti*), die beiden in ongeveer de helft van alle lokbuizen voorkwamen. De Humusmier (*Lasius platythorax*), Lepelsteekmier (*Myrmica lonae*) en de Bossteekmier (*Myrmica ruginodis*) zijn allen slechts in 1 buisje gevangen.

In figuur 6.16 zijn alle soorten weergegeven die zijn gevangen in alle gefaseerd en alle niet – gefaseerd begraasde proefvlakken (controle). Wat direct opvalt zijn de grote verschillen tussen

gebieden, met het hoogste aantal soorten (13) op de Winkelberg en het Popelmondedal (12), een wat lager aantal op de Laamhei (10) en een laag aantal soorten (8) op de Wrakelberg. Opvallend is verder het voorkomen van de karakteristieke soorten *Lasius alienus* en *Tetramorium impurum* op het Popelmondedal, aangezien deze soorten eerder bij een intensief onderzoek in dit gebied niet zijn aangetroffen (Van Noordwijk *et al.* 2013). De kolonisatie van deze warmteminnende soorten is zeer waarschijnlijk een reactie op het intensieve herstelbeheer dat hier de afgelopen jaren heeft plaatsgevonden.

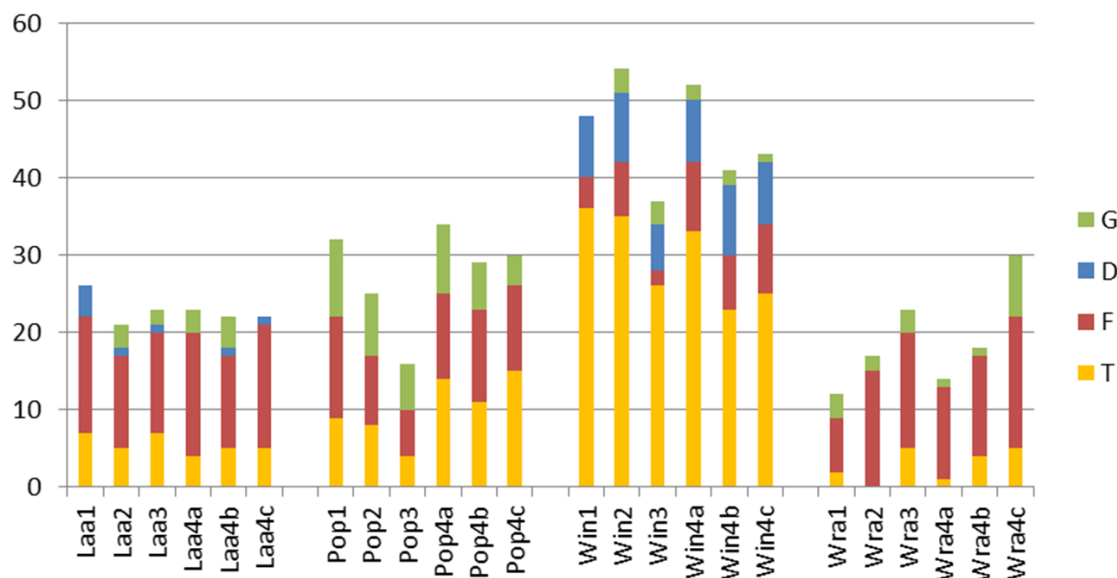


Figuur 6.16 Mierensoorten gevangen in gefaseerde proefvlakken (1, 2 en 3) en controlevlakken (a, b en c) in de verschillende onderzoeksterreinen. Laa = Laamhei, Pop = Popelmondedal, Win = Winkelberg en Wra = Wrakelberg.

Figure 6.16 Ant species found in control plots (a, b and c) and plots with rotational grazing (1, 2 and 3) in the different areas: Laa = Laamhei, Pop = Popelmondedal, Win = Winkelberg and Wra = Wrakelberg.

Op basis van Van Noordwijk (2014) werd verwacht dat soorten met een korte tijd tussen vestiging en bruidsvlucht veel warmte nodig hebben voor een snelle ontwikkeling van de eieren en larven en kunnen profiteren van de vroege begrazingrondes bij gefaseerde begrazing. Dit effect zou het grootst moeten zijn op de Laamhei (koel door west-expositie) en Popelmondedal (koel vanwege ruige begroeiing), kleiner op Wrakelberg (schraller + zuidexpositie) en erg klein op de Winkelberg (al zeer schraal en warm; geen extra effect van begrazing). In figuur 6.17 is te zien dat er in geen enkel terrein een verschil is in de aanwezigheid van mierensoorten met verschillende ontwikkelings-strategieën tussen reguliere en gefaseerd begraasde plots. Wat wel opvalt is dat soorten die moeite hebben met dispersie (D-soorten) vrijwel alleen op de Winkelberg voorkomen en dat hier ook de dichtheid aan soorten die gelimiteerd worden door lage temperaturen het

hoogst is (T). Dit komt overeen met het warme microklimaat dat op de Winkelberg is vastgesteld (hoofdstuk 5).



Figuur 6.17 Mierensoorten gevangen in gefaseerde proefvlakken (1, 2 en 3) en controlevlakken (a, b en c) in de verschillende onderzoeksterreinen, verdeeld naar levensstrategie: G= generalist D= gelimiteerd door geringe dispersie, F= gelimiteerd door voedselaanbod, T= gelimiteerd door lage temperatuur. Gebieden: Laa = Laamhei, Pop = Popelmondedal, Win = Winkelberg en Wra = Wrakelberg.

Figure 6.17 Ant species found in control plots (a, b and c) and plots with rotational grazing (1, 2 and 3) in the different areas, divided into different life strategies: G= generalist D=limited by poor dispersal power, F= limited by food, T= limited by low temperatures Areas: Laa = Laamhei, Pop = Popelmondedal, Win = Winkelberg and Wra = Wrakelberg.

6.7.3 Conclusies mieren

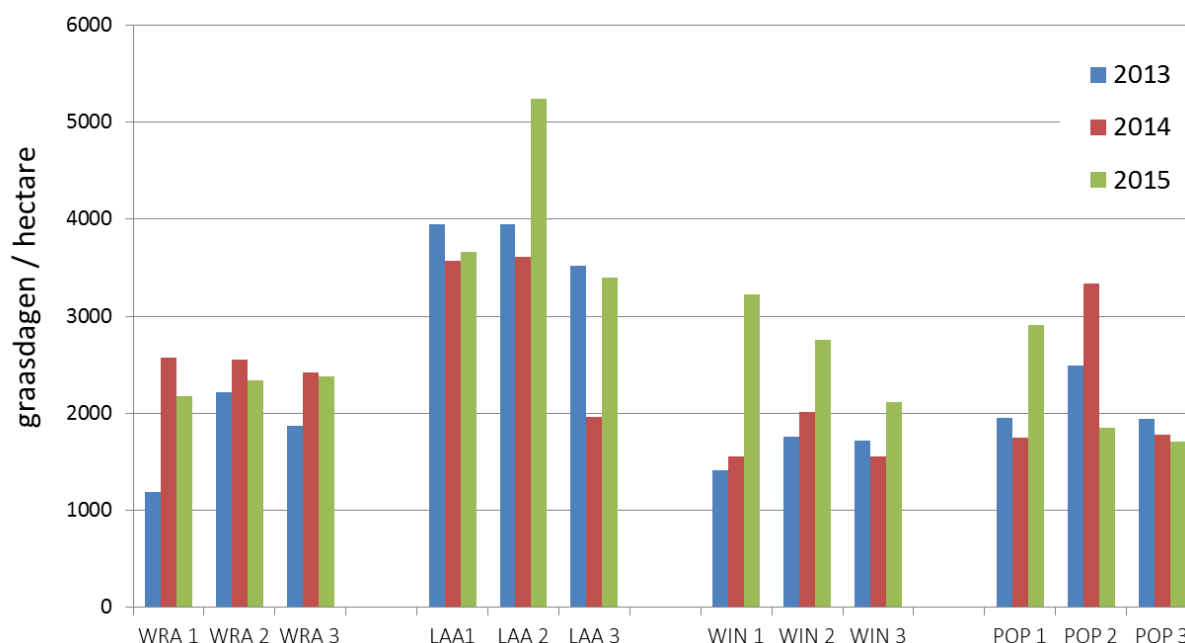
- Gefaseerde begrazing heeft na 2 jaar geen enkel effect op de samenstelling van de mierenfauna. Dit komt waarschijnlijk omdat mieren eerst nieuwe kolonies moeten bouwen en daardoor langzamer reageren op veranderingen.
- Zowel het hoge aantal soorten mieren op de Winkelberg (waaronder alle karakteristieke soorten) en het recent koloniseren van het intensief herstelde Popelmondedal geeft aan dat een hogere zoninstraling, bijvoorbeeld als gevolg van verschraling, een positief effect heeft op de mierenfauna.
- Voor de langere termijn, wanneer er een verdere verschraling heeft plaatsgevonden en mieren de kans hebben gehad om te (her)koloniseren worden positieve effecten van gefaseerd beheer verwacht, aangezien dit sneller tot verschraling leidt.

7 Uitvoering en kostenefficiëntie gefaseerde begrazing

7.1 Graasregimes

In tabel 7.1 en figuur 7.2 zijn de graasregimes voor de verschillende terreinen samengevat voor de onderzoeksjaren 2013, 2014 en 2015. In alle proefvlakken is begraasd totdat de vegetatie volledig kort afgegraasd was, met plaatselijk nog een iets ruigere vegetatie. De mate van begrazing, uitgedrukt in het aantal schapen per hectare (graasdruk) maal de totale graasduur (in graasdagen van 8 uur) is per proefvlak weergegeven in figuur 7.1. De mate van begrazing kan door een beheerder dus zowel worden gestuurd met het aantal schapen (graasdruk) als met de lengte van de graasperiode.

Aangezien de biomassa in de loop van het seizoen opbouwt, is er door de beheerders regelmatig voor gekozen om bij zomer en najaarsbegrazing het aantal schapen te verhogen of om nog een aantal dagen extra te begrazen. Ook tussen jaren kan de mate van biomassagroei verschillen door variatie in warmte en neerslag, wat leidt tot een verandering in benodigde graasdruk tussen jaren. De gemiddelde graasdruk op de kleine proefvlakken van de Laamhei ruim anderhalve keer hoger (3649 graasdagen per hectare) dan de gemiddelde graasdruk in de andere terreinen (Winkelberg 2166; Wrakelberg 2190; Popelmondedal 2192). De graasdruk is tussen de onderzoeksjaren het meest constant geweest op de Wrakelberg.



Figuur 7.1. Mate van begrazing (graasdruk x graasdagen van 8 uur/hectare) per proefvlak dat in gefaseerde begrazing is genomen. Voor het controlevlak zijn geen gegevens bekend. V = voorjaar, Z = zomer, H = herfst.

Figure 7.1 Grazing (grazing pressure x 8-hour grazing days/hectare) in each plot with rotational grazing. Data on grazing pressure in the control plots are unknown. V=spring, Z=summer, H=autumn.

Tabel 7.1 Overzicht van basisdata van de gefaseerde begraasde proefvlakken in de verschillende terreinen en onderzoeksjaren. Voor het controlevlak zijn geen data beschikbaar. V = voorjaar, Z = zomer, H = herfst. In 2013 zijn op de Laamhei de proefvlakken V en Z tegelijkertijd begraasd.

Table 7.1 Overview of grazing regimes in plots with rotational grazing for all research areas and years. Data on grazing regimes in the control areas are not present. V = spring, Z = summer, H = autumn. In 2013 plots V and Z on Laamhei are grazed simultaneously.

| | proefvlak | Periode | # dagen | # schapen | opp. ha | begrazing schaap x dag/ha | tijd uur |
|-------|-------------------|----------------------|----------------|------------------|--------------------|--|---------------------|
| 2013 | WIN V | 27-5-13 t/m 9-6-13 | 14 | 14 | 0,25 | 11310 | 26 |
| | WIN Z | 8-7-13 t/m 21-7-13 | 14 | 17 | 0,24 | 14076 | 34 |
| | WIN H | 19-8-13 t/m 30-8-13 | 12 | 21 | 0,25 | 13777 | 29 |
| | WRA V | 21-5-13 t/m 6-6-13 | 15 | 22 | 0,29 | 9472 | 24 |
| | WRA Z | 9-7-13 / 31-7-13 | 22 | 21-48 | 0,30 | 17716 | 25 |
| | WRA H | 26-8-13 t/m 11-9-13 | 16 | 33 | 0,29 | 14964 | 27 |
| | LAA V+Z | 4-7-13 t/m 24-7-13 | 21 | 27 | 0,23 | 31548 | 16 |
| | LAA H | 26-8-13 t/m 12-9-13 | 17 | 20 | 0,16 | 28136 | 21 |
| | POP V | 3-6-13 t/m 17-6-13 | 15 | 12-19 | 0,13 | 15604 | 20 |
| | POP Z | 8-7-13 t/m 22-7-13 | 15 | 19 | 0,12 | 19920 | 19 |
| POP H | 15-8-13 / 29-8-13 | 13 | 19-27 | 0,15 | 15504 | 17 | |
| 2014 | WIN V | 2-6-2014 /12-6-2014 | 11 | 20 | 0,25 | 12480 | 40 |
| | WIN Z | 14-7-2014 27-7-2014 | 13 | 20 | 0,24 | 16096 | 38 |
| | WIN H | 25-8-2014 / 5-9-2014 | 12 | 20 | 0,25 | 12427 | 39 |
| | WRA V | 5-6-14 / 20-6-14 | 18 | 21-40 | 0,29 | 20555 | 24 |
| | WRA Z | 18-8-14 / 3-9-14 | 17 | 31 | 0,30 | 20431 | 24 |
| | WRA H | 17-9-14 / 1-10-15 | 15 | 33 | 0,29 | 19378 | 21 |
| | LAA V | 4-6-14 / 16-6-14 | 13 | 19 | 0,12 | 28532 | 14 |
| | LAA Z | 18-8-14 / 1-9-14 | 14 | 21 | 0,12 | 28911 | 11 |
| | LAA H | 17-9-14 / 28-9-15 | 12 | 21 | 0,16 | 15717 | 15 |
| | POP V | 4-6-14 / 16-6-14 | 11 | 19 | 0,13 | 14011 | 7 |
| | POP Z | 15-7-14 /25-7-14 | 11 | 20-25 | 0,12 | 26720 | 7 |
| POP H | 15-9-14 / 26-9-14 | 12 | 21 | 0,15 | 14275 | 13 | |
| 2015 | WIN V | 8-6-14 / 28-6-14 | 21 | 20 | 0,25 | 25820 | 40 |
| | WIN Z | 18-8-15 / 1-9-15 | 15 | 25 | 0,24 | 22051 | 40 |
| | WIN H | 11-9-15 / 24-9-15 | 14 | 25 | 0,25 | 16944 | 40 |
| | WRA V | 13-6-15 / 29-6-15 | 17 | 25 | 0,29 | 17418 | 23 |
| | WRA Z | 18-8-15 / 4-9-15 | 16 | 29 | 0,30 | 18746 | 24 |
| | WRA H | 15-9-15 / 30-9-15 | 16 | 29 | 0,30 | 19015 | 20 |
| | LAA V | 13-6-15 / 25-6-15 | 13 | 24 | 0,12 | 29284 | 20 |
| | LAA Z | 18-8-15 / 1-9-15 | 13 | 33 | 0,12 | 41892 | 17 |
| | LAA H | 15-9-15 / 25-9-15 | 11 | 29 | 0,12 | 27156 | 15 |
| | POP V | 12-6-15 / 25-6-15 | 14 | 25-30 | 0,13 | 23263 | 20 |
| | POP Z | 17-8-15 / 28-8-15 | 10 | 24 | 0,12 | 14821 | 8 |
| POP H | 15-9-15 / 25-9-15 | 11 | 25 | 0,15 | 13688 | 8 | |

7.2 Kosten gefaseerde begrazing

Een onderdeel van dit project betreft het in kaart brengen van de kosten en efficiëntie van de aangepaste maatregel. Hiervoor is het noodzakelijk om te weten hoeveel geld of hoeveel tijd het kost om de reguliere beheermaatregelen om te vormen naar een fasering in tijd en ruimte. Bij deze analyse kon geen rekening gehouden met de opbrengst in termen van biodiversiteit; het betreft puur de investering per oppervlakte hellingschraalland.

Tijdens het project is aan alle beheerders en herders gevraagd om de kosten en tijdsinvestering bij te houden in een logboek. De belangrijkste tijdsinvestering betreft het plaatsen van de vaste rasters (eenmalig) of tijdelijke flexnetten (jaarlijks verzetten) en daarnaast het dagelijks inzetten en weer uithalen van de schapen om de afvoer van nutriënten verder te verhogen.

Voor fasering van begrazingsbeheer waarbij de schapen dagelijks van het terrein af worden gehaald, moet worden uitgegaan van een investering van 10 tot 20 mandagen per jaar (tabel 1.2). De meeste uren worden gedraaid op de Winkelberg (326 uur) en de Wrakelberg (211 uur) en aanzienlijk minder op de Laamhei (129 uur) en het Popelmondedal (117 uur). Wanneer er gecorrigeerd wordt voor de oppervlakte van de terreinen die gefaseerd worden beheerd, blijkt de Wrakelberg het meest kosteneffectief (kosten per hectare), gevolgd door de Laamhei en het Popelmondedal (ongeveer 25% meer investering). De Winkelberg blijft het minst efficiënt met 87% meer uurbesteding per hectare dan de Wrakelberg.

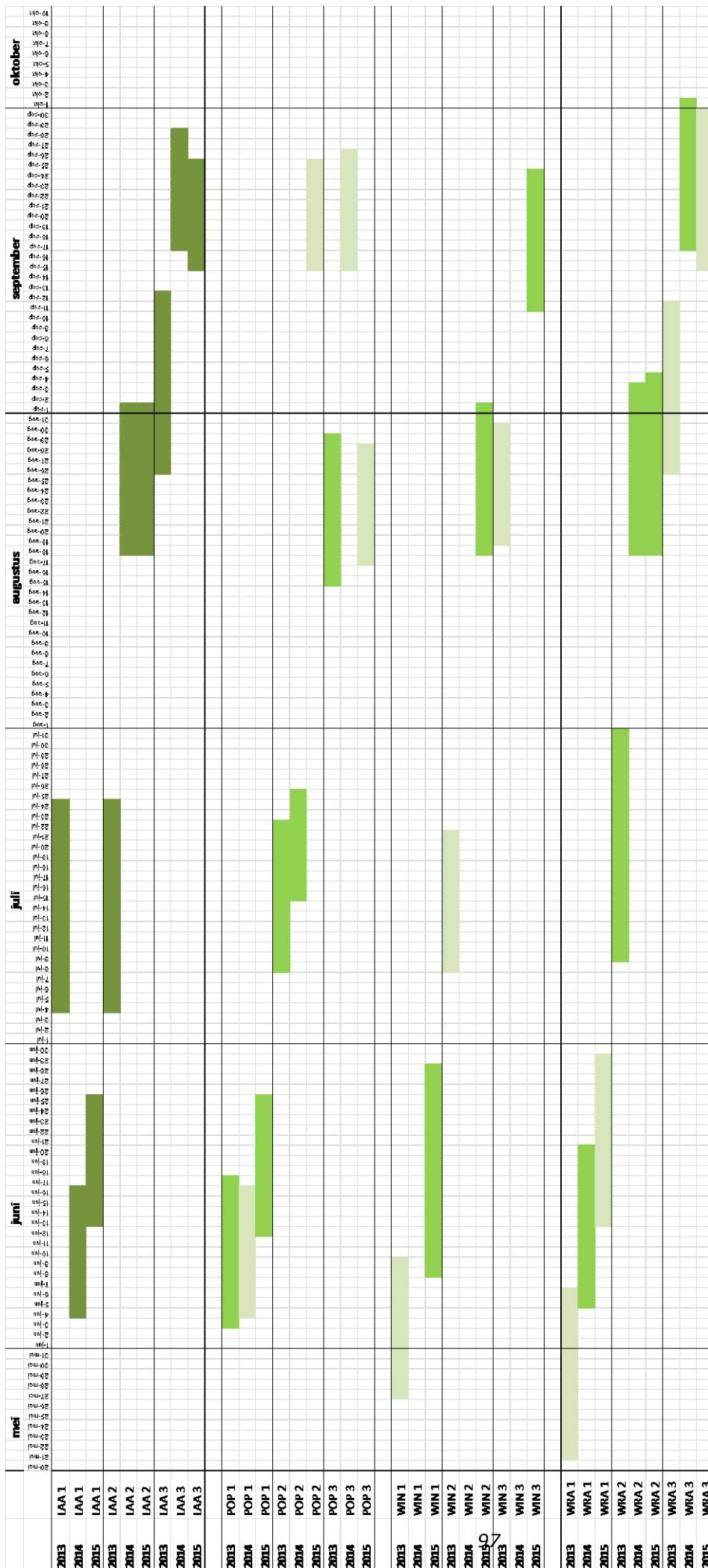
Belangrijke redenen voor deze verschillen zijn 1) de toegankelijkheid van het terrein, waarbij de Winkelberg verreweg het lastigste te beklimmen is, 2) de afstand van het terrein tot de werkplek van de beheerder en tot de overnachtingsplek (stal of parkeerweide) en 3) de oppervlakte van de proefvlakken: grote proefvlakken (0,30 ha op Wrakelberg) zijn efficiënter te beheren dan kleine proefvlakken (0,13 ha op Laamhei).

Tabel 7.2 Overzicht van het aantal uren dat voor de beheerders nodig was om in 2013, 2014 en 2015 de gefaseerde begrazing uit te voeren, uitgedrukt in totaal aantal uren voor het terrein (boven) en omgerekend naar uur per hectare (onder). In de laatste kolom is de efficiëntie tussen terreinen vergeleken, waarbij het terrein met de minste inspanning op 100% is geschaald.

Table 7.2 Overview of total time investment (hours) necessary for applying rotational grazing management in 2013, 2014 and 2015, given in total hours (top) and hours/ha (below). Right column: efficiency per area expressed in percentage of most efficient area (scaled to 100%).

| Totaal uren | | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|
| | 2013 | 2014 | 2015 | totaal uren | efficiëntie |
| Winkelberg | 89 | 117 | 120 | 326 | 280% |
| Wrakelberg | 76 | 68 | 67 | 211 | 181% |
| Laamhei | 37 | 40 | 52 | 129 | 110% |
| Popelmondedal | 56 | 27 | 35 | 117 | 100% |

| totaal # uren/ ha | | | | | |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|
| | 2013 | 2014 | 2015 | totaal uren | efficiëntie |
| Winkelberg | 124 | 163 | 167 | 453 | 187% |
| Wrakelberg | 88 | 78 | 77 | 243 | 100% |
| Laamhei | 87 | 95 | 124 | 306 | 126% |
| Popelmondedal | 142 | 68 | 88 | 299 | 123% |



Figuur 7.2 Timing van begrazing in de verschillende proefvlakken en onderzoeksjaren. In elk jaar is een duidelijke driedeling te zien, maar tussen 2013 en 2014 is de zomer grasperiode verschoven van half juli naar half augustus en de herfst grasperiode naar half september. De kleur geeft de graasdruk (schapen/ha) aan: lichtgroen = lage druk, donkergroen = hoge druk: voor aantallen per hectare zie tabel 7.1. LAA = Laamhei, POP = Popelmondedal, WIN = Winkelberg, WRA = Wrakelberg

Figure 7.2 Timing of grazing regime in different plots and years. Between 2013 and 2014 summer grazing shifted from mid-July to mid-August and autumn grazing to mid-September. Light green = low grazing pressure, dark green = high grazing pressure. For exact grazing data see table 7.1. LAA = Laamhei, POP = Popelmondedal, WIN = Winkelberg, WRA = Wrakelberg

8 Synthese

8.1 Opzet van de synthese

In dit project zijn gedurende drie jaar de effecten van gefaseerde begrazing op de bodem, vegetatie en fauna van Zuid-Limburgse kalkgraslanden onderzocht. De aanleiding voor dit onderzoek was de constatering dat vooral een aantal karakteristieke diersoorten met het vigerende beheer – eenmalige begrazing of maaien in herfst – niet werd gefaciliteerd. Ook een aantal karakteristieke plantensoorten gaat nog steeds achteruit, wat vooral wordt gekoppeld aan een te lage afvoer van nutriënten (Smits *et al.*, 2009, Van Noordwijk *et al.*, 2012). Tussen het vaststellen van deze problemen en de uitvoering en afronding van dit onderzoek zit 8 jaar, een tijd waarin de beheerders en onderzoekers niet stil hebben gezeten. Via onderzoek werden concrete knelpunten voor de fauna opgehelderd (Van Noordwijk *et al.*, 2013, Van Noordwijk 2014, Weijters *et al.*, 2015) en verschillende beheerders zijn in de loop van de afgelopen jaren hun terrein al deels gefaseerd gaan beheren. Bovendien is in het kader van de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) de beleidsrelevantie voor het mitigeren van effecten van stikstofdepositie toegenomen. Het huidige onderzoek is met deze ontwikkelingen alleen maar relevanter geworden.

De effecten van gefaseerde begrazing op bodem, vegetatie en fauna worden in deze synthese aan elkaar gekoppeld. Op basis van deze synthese zijn in hoofdstuk 8 puntsgewijs aanbevelingen voor het beheer van hellingschraallanden gegeven.

8.2 Effecten van gefaseerde begrazing in de tijd

Voor deze synthese is gekozen om de effecten in de loop van de tijd (direct, binnen één seizoen en tussen de onderzoekjaren) centraal te stellen, waarbinnen telkens de effecten op verschillende ruimtelijke schaalniveaus worden behandeld (per proefvlak, gefaseerd-niet gefaseerd, terrein). Op basis hiervan worden de resultaten waar mogelijk geëxtrapoleerd naar de lange termijn en op landschapsschaal.

8.2.1 Directe effecten

De directe effecten van begrazing zijn enerzijds faciliterend doordat warmte en mest beschikbaar komt en anderzijds versturend voor planten en dieren. De extra warmte op de bodem wordt gebruikt door warmtebehoevende diersoorten. Doordat planten worden opgegeten treedt schade op aan planten en is er een directe afname van plantaardige biomassa (concurrentie met ongewervelde herbivoren) en bloemaanbod en er treedt verstoring en sterfte op onder fauna (Van Klink *et al.*, 2014). In dit onderzoek op hellingschraallanden is dit effect te zien, aangezien bloembezoekers, sprinkhanen en vegetatiebewonende wantsen direct na begrazing niet of in zeer lage aantallen waargenomen (conform Farruggia *et al.*, 2012, Scohier *et al.*, 2014, Morris 1973). Waarschijnlijk treedt door begrazing sterfte op onder diersoorten die tijdens begrazing in een niet of weinig mobiele fase in de vegetatie verkeren, zoals eieren en rupsen (o.a. Van Noordwijk *et al.*, 2012). Dit is niet onderzocht in deze studie, maar dit kan een van de redenen zijn voor het ontbreken van rupsen van de Veldparelmoervlinder in proefvlakken die in voorjaar en zomer worden begraasd. Doordat de proefvlakken in dit experiment relatief klein zijn, vinden soorten met een mobiel stadium tijdens begrazing binnen enkele tientallen meters een geschikt habitat. Hierdoor is de kans zeer klein dat soorten bij gefaseerde begrazing uit het terrein verdwijnen.

Het microklimaat op de bodem en in de lage vegetatie wordt warmer en gevarieerder door begrazing. Doordat andere vlakken nog niet zijn begraasd neemt de totale variatie aan microklimaat binnen het gehele terrein direct sterk toe. Dit effect is groter wanneer het gebied homogeen is in reliëf (Wrakelberg en Laamhei) of een ruige vegetatie kent (Popelmondedal), maar kleiner wanneer de uitgangssituatie al gevarieerd is (Winkelberg).

De vegetatie die wordt opgegeten door schapen wordt opgenomen en deels binnen enkele uren omgezet in urine en mest die nog nutriënten zoals N en P bevatten. De mest vormt voedsel voor een groot aantal soorten mestfauna (o.a. mestkevers en vliegen; niet onderzocht in deze studie). De hoeveelheid nutriënten in deze uitwerpselen die terug komen in het graslandsysteem kon in deze studie grof worden geschat op maximaal 4 kilogram stikstof per hectare. Door de schapen dagelijks aan het einde van de middag weg te halen (zoals in het Popelmondedal) blijft er nauwelijks mest achter en is de effectieve afvoer van N en P veel groter dan wanneer de schapen 's nachts in het grasland blijven staan (voormalige beheer; incidenteel in dit experiment op Laamhei en Wrakelberg) of wanneer de schapen pas 's avonds naar de parkeerweide of stal worden overgebracht (Winkelberg).

8.2.2 Effecten binnen een seizoen

Direct nadat de begrazing is gestopt, treedt er hergroei op van de vegetatie en neemt de biomassa en het bloemaanbod weer toe. Hoewel er tussen proefvlakken sterke schommelingen ontstaan als direct effect verschilt het gemiddelde bloemaanbod (dichtheid en diversiteit) in de loop van het seizoen tussen gefaseerde en niet gefaseerde proefvlakken niet van elkaar. Tijdens het verminderde bloemaanbod direct na begrazen worden er tijdelijk minder soorten en individuen van bloembezoekers geteld, maar er zijn geen aanwijzingen dat hierdoor ongewervelde soorten geheel uit het terrein verdwijnen zolang er ook onbegraasde (bloemrijkere) delen aanwezig blijven. Loopkevers met larven in de zomer verlaten gedurende het seizoen de begraasde delen, waarschijnlijk vanwege het tijdelijk warme en droge microklimaat. Een aantal sprinkhaansoorten herkoloniseert de begraasde delen vrij snel, waarschijnlijk vanwege het warmere klimaat en wellicht ook door de hogere voedingswaarde van de jonge biomassa, hoewel dit niet specifiek is onderzocht in deze studie. Van de Veldparelmoervlinder zijn geen rupsennesten gevonden in de proefvlakken die in juni, juli en augustus zijn begraasd: omdat ook de eerste begrazing plaatsvond na de piek van de vliegtijd van de soort is het waarschijnlijk dat dit te wijten is aan een voor deze warmteminnende soort (Wallis de Vries, 2006) ongunstig microklimaat in de winter doordat de vegetatie te hoog blijft overstaan.

Met de toename van biomassa van de vegetatie neemt de zoninstraling op de bodem af en daarmee de gemiddelde temperatuur op de bodem, als ook de variatie in het microklimaat. Na acht weken zijn de effecten op het microklimaat zo goed als verdwenen, maar omdat binnen die periode weer een ander vlak wordt begraasd is de variatie in microklimaat in het gehele gefaseerde deel continu groot.

Binnen één seizoen is de variatie in vegetatiestructuur en microklimaat in het gefaseerd begraasde deel groter dan in het controledeel van het kalkgrasland. De afvoer van nutriënten via gefaseerde begrazing is hoger dan bij eenmalige begrazing in de herfst. Binnen een jaar verschilt het totaal aantal soorten en het voorkomen van karakteristieke diersoorten niet tussen gefaseerd begraasde en niet-gefaseerd begraasde delen van het terrein. Er zijn dan ook geen aanwijzingen dat bepaalde diersoorten binnen een jaar sterker achteruit gaan of juist profiteren onder invloed van gefaseerde begrazing. De afvoer van nutriënten via gefaseerde begrazing is hoger dan bij eenmalige begrazing in de herfst, voornamelijk omdat de concentratie van N en P in de bladeren in de zomer hoger is.

8.2.3 Effecten over meerdere jaren

Wanneer de effecten over de gehele onderzoeksperiode op een rij worden gezet, blijkt de gefaseerde begrazing te zorgen voor een hogere afvoer van nutriënten in het voorjaar (eind mei/begin juni) en het vroege herfst (september). Begrazing in de zomer (juli/augustus) levert waarschijnlijk het eerste jaar ook een hogere afvoer van nutriënten op. De groei van biomassa na drie jaar zomerbegrazing is echter lager dan op plekken met voorjaars- of herfstbegrazing, waarschijnlijk door de fysieke of fysiologische schade die de planten oplopen midden in het groeiseizoen. Na drie jaar is op locaties met zomerbegrazing dus een afname van de biomassa, maar worden er hierdoor juist minder nutriënten afgevoerd.

Voor de samenstelling van de vegetatie geldt dat er binnen drie jaar geen grote verschuivingen optreden. Per terrein gaan er een aantal plantensoorten vooruit bij gefaseerde begrazing en de meeste soorten blijven gelijk. Enkele laatbloeiende soorten als Duitse gentiaan en Grote muggenorchis gaan bij voorjaars- en zomerbegrazing achteruit, waarschijnlijk doordat de soorten niet of verminderd tot bloei en zaadzetting komen (aantallen in dit onderzoek te laag om dit vast te stellen). Voor de overige onderzochte soorten werden er na drie jaar geen effecten op zaadzetting, zaadgrootte en kiemkracht waargenomen. Het feit dat er meer plantensoorten gelijk blijven of vooruit gaan door gefaseerde begrazing heeft waarschijnlijk te maken met een lagere concurrentie van grassen en de meer open en gevarieerde vegetatiestructuur gedurende de zomer, waardoor de omstandigheden voor kruidachtigen om te kiemen, vestigen of overleven groter worden.

De verwachting was dat een aantal karakteristieke mierensoorten de gefaseerd begraasde plekken zou koloniseren of hun populaties hier zouden uitbreiden. Dit kon echter niet worden vastgesteld binnen de onderzoeksperiode. Waarschijnlijk is de reactietijd van twee jaar (2013-2015) te kort aangezien het microklimaat wel warmer en gevarieerder is geworden op deze locaties. Bij de dagvlinders lijkt de gefaseerde begrazing na drie jaar te leiden tot een zeer lichte stijging in de diversiteit, wellicht als gevolg van de meer gevarieerde structuur en bloemaanbod. Voor de overige onderzochte soortgroepen geldt dat de gefaseerde begrazing op de korte termijn wel een effect heeft op hun verspreiding binnen de terreinen, maar er is geen sprake van een toename van aantallen of van het verdwijnen van soorten uit een gebied. Wel zorgwekkend is het afwezig zijn van rupsen van de Veldparelmoervlinder in de proefvlakken die in voorjaar en zomer worden begraasd.

8.2.4 Verwachte lange termijn effecten

De onderzoeksperiode laat het niet toe om effecten van aangepast beheer vast te stellen die binnen twee á drie seizoenen optreden in terreinen die slechts voor de helft in alternatief, gefaseerd beheer zijn genomen. De verwachtingen voor gefaseerd beheer op de langere termijn en een groter schaalniveau kennen daarmee een grote mate van onzekerheid.

Tijdens het onderzoek zijn positieve effecten vastgesteld van fasering – of beter gezegd van het deels vroeg in het jaar uitvoeren van beheer – op de afvoer van nutriënten, de samenstelling van de vegetatie (diversiteit en abundantie van karakteristieke soorten), de warmteontwikkeling op de bodem en de variatie in microklimaat. De verwachting is dat door de hogere mate van verschraling er hogere dichtheden van karakteristieke plantensoorten groeien in een vegetatie die opener is van structuur en dus met een warmer microklimaat. Dit laatste is gunstig voor veel karakteristieke, thermofiele diersoorten. Of er ook daadwerkelijk meer diersoorten voor zullen komen in het terrein hangt meer af van de mate van versnippering en isolatie: zolang de terreinen klein zijn en geïsoleerd liggen ten opzichte van elkaar zal de kolonisatie van nieuwe soorten ook op lange termijn niet of weinig optreden.

Voor de meeste plantensoorten en diersoorten zal de kans op lokaal verdwijnen kleiner worden wanneer er sterkere verschraling optreedt, maar voor laatbloeiende plantensoorten, Veldparelmoervlinder en bloembezoekende insecten zijn er negatieve effecten vastgesteld in de gefaseerde delen. Deze negatieve effecten werden in het huidige onderzoek 'gebufferd' doordat

slechts de helft van het terrein in gefaseerd beheer is genomen en de andere helft pas laat in de herfst werd begraasd of gemaaid. Ook hier speelt terreingrootte een belangrijke rol: wanneer de kleine terreinen in hun geheel gefaseerd begraasd worden in drie periodes (voorjaar, zomer herfst) is de kans groot dat voor deze gevoelige soorten de populatiegrootte zodanig afneemt dat de kans op lokaal uitsterven juist toeneemt. Door bij fasering grotere delen van het terrein laat in het jaar te begrazen of maaien en door bij het vroeg uitvoeren van de maatregelen op deze kwetsbare populaties te letten, wordt verwacht dat op lange termijn de fasering voor vrijwel alle soorten een grotere kans biedt op duurzame instandhouding van populaties dan reguliere, integrale begrazing in de herfst. Of deze verwachting voor de lange termijn klopt kan – bij voortzetting van het ingezette beheer – met behulp van monitoring en gericht vervolgonderzoek worden vastgesteld.

8.3 Wijze van faseren en aanvullend beheer

Uit dit onderzoek blijkt dat gefaseerd begrazingsbeheer, zoals uitgevoerd in het Popelmondedal, op de Wrakelberg, Laamhei en Winkelberg een meerwaarde heeft boven regulier beheer wat bestaat uit integraal gras- of maaibeheer in het najaar. Dit geldt in principe voor alle terreinen met hellingschraallanden waar de oppervlakte het toelaat om een gefaseerd beheer uit te voeren. Wel kan er waarschijnlijk een verdere optimalisatie plaatsvinden als er een meer flexibele fasering zou plaatvinden, in plaats van de rigide benadering in de gebruikte onderzoeksopzet. Deze flexibiliteit kan worden ingebouwd door terreindelen niet ieder jaar op hetzelfde moment in het seizoen te begrazen, maar hierin te rouleren, óf door met een gescheperde kudde terreindelen af en toe gedurende het seizoen te begrazen en hierbij te variëren in graasdruk. Daarnaast zal voor alle terreinen aanvullend beheer nodig blijven in de vorm van het verwijderen van opslag en in voedselrijke terreinen (die nog in de herstelfase zitten) als een extra begrazingsronde. Voor de concrete invulling van de wijze van faseren en het uitvoeren van aanvullend beheer, zal er altijd met een ecologische blik naar de randvoorwaarden van een terrein moeten worden gekeken: wat is de uitgangssituatie in ligging, substraat, voedselrijkdom en aanwezigheid van (relict)soorten en welke soorten of gemeenschappen vormen het belangrijkste beheerdoel in het terrein?

Wanneer gesproken wordt over gefaseerde begrazing en over referentiebeelden van begrazing in het verleden of in buitenlandse hellingschraallanden, dan wordt vaak verwezen naar gescheperde kuddes die grote (complexen van kleinere) terreinen in de loop van het seizoen begrazen. Deze vorm van begrazing is een combinatie van een graasgradiënt in de ruimte en een fasering in de tijd en levert een subtiele vorm van fasering op, waarbij sommige terreindelen relatief vaker en intensief worden begraasd, grote delen van het terrein een- of tweemaalig extensief in de loop van het seizoen en sommige delen niet of nauwelijks. Dit is een wezenlijk andere vorm van fasering dan toegepast in het huidige onderzoeksproject, waarbij de fasering is uitgevoerd met een hoge graasdruk in vaste proefvlakken. Zowel voor de verwijdering van voedingsstoffen, de vegetatie als voor de fauna heeft dit intensieve, strikte begrazingsbeheer een veel grotere impact dan de subtiele fasering die mogelijk is met gescheperde begrazing.

De vraag is of deze subtielere fasering wenselijk is in alle terreinen. Ten eerste is de beschikbaarheid van nutriënten vaak zodanig hoog dat een lichtere graasdruk onvoldoende is om genoeg nutriënten af te voeren en verruiging tegen te gaan. Intensieve begrazing of maaibeheer is onder de huidige omstandigheden vaak simpelweg noodzakelijk. Ten tweede zijn veel terreinen klein en de aanwezige populaties van veel karakteristieke dier- en plantensoorten gering. Een verdeling in kleinere begrazingseenheden (indien mogelijk) die tussen jaren roteren in begrazingstijdstip (voorjaar, zomer, herfst, meerdere seizoenen) of in begrazingsvorm (intensief, extensief, niet) geeft meer variatie in het terrein. Fasering met behulp van verplaatsbare rasters geeft meer zekerheid dat terreindelen met kwetsbare populaties ontzien worden, dan het werken met een gescheperde kudde. Een subtiele fasering met een gescheperde kudde kan het beste plaatsvinden op grotere terreinen of complexen, zoals het Bemelerberg-complex en de Sint-

Pietersberg. Kleinere terreinen met kwetsbare relictpopulaties zijn waarschijnlijk meer gebaat bij fasering met flexibele rasters.

Op dit moment is op vrijwel alle hellingschraallanden aanvullend beheer nodig om opslag van houtige gewassen te bestrijden. Het betreft voornamelijk meidoorn, sleedoorn, brem en braam. Alleen bij maaibeheer (zoals tot op heden op de Wrakelberg) wordt houtige opslag duurzaam onderdrukt. Begrazing in voorjaar en zomer remt de opslag van houtige gewassen sterker dan begrazing in de herfst, maar gericht aanvullend beheer zal nodig blijven om de graslanden open te houden. Het lokaal toestaan van opslag heeft wel op de lange termijn een positieve invloed op de fauna, aangezien hierdoor meer landschappelijke variatie ontstaat wat leidt tot schuilmogelijkheden, broedgelegenheid en meer windluwe plekken.



Begrazing met mobiele rasters op het controlededeel van het Popelmondedal

Grazing with flexible electric fences at the control plots of Popelmondedal

9 Aanbevelingen beheer

Het programma Ontwikkeling en Beheer van Natuurkwaliteit (OBN) heeft als belangrijk doel om de kennis over natuurbeheer te ontwikkelen en deze te vertalen in adviezen teneinde beheerders te helpen met de optimalisatie van hun beheermaatregelen. In dit hoofdstuk staan puntsgewijs de conclusies en aanbevelingen voor het beheer die in dit project naar voren komen. Op basis van deze aanbevelingen kan per terrein of per combinatie van terreinen bepaald worden wat de meest optimale beheerstrategie is voor een verder herstel en beheer van hellingschraallanden en de karakteristieke plant- en diersoorten die hier voorkomen. Hoewel begrazing andere effecten heeft dan maaien en afvoeren (met name op variatie in vegetatiestructuur, microreliëf van de bodem en opslag van houtige gewassen) gelden de onderstaande adviezen voor fasering voor beide maatregelen.

- 1) Fasering van begrazing op hellingschraallanden over het seizoen heeft de voorkeur boven eenmalige begrazing in de herfst. Het wordt aanbevolen om overal waar de oppervlakte en ligging van het terrein het toe laten tot fasering over te gaan. Op welke manier deze fasering het best kan plaatsvinden is sterk afhankelijk van de lokale situatie; hiervoor is geen eenvoudige formule te geven. Uit dit onderzoek kan worden geconcludeerd dat wanneer het terrein voor de helft 'regulier' in de herfst wordt begraasd en de rest van het terrein gefaseerd wordt begraasd in de tijd, er op korte termijn geen karakteristieke planten- of diersoorten uit het terrein verloren. Door fasering treedt er een sterkere verschraling op en vindt er een toename in variatie van de vegetatie (structuur, bloemaanbod) plaats, waardoor op langere termijn gunstige effecten voor karakteristieke planten en diersoorten verwacht worden. Door goede monitoring van kwetsbare soorten (zie 2) kan fasering optimaal worden uitgevoerd en de kans op het verdwijnen van soorten op langere termijn worden geminimaliseerd.
- 2) Sommige laatbloeiende plantensoorten als Duitse gentiaan en Grote muggenorchi kunnen slecht tegen vervroegde begrazing omdat dit ingrijpt op hun reproductie en/of winteroverleving. Ook heeft de dip in bloemaanbod direct na begrazing een tijdelijk negatief effect op bloembezoekende insecten. Het is daarom voor deze soorten aan te bevelen om het terrein niet in drie even grote stukken te verdelen, maar om een groter deel van het terrein in herfst-beheer te houden. Wanneer maximaal een derde van het terrein vroeg wordt begraasd (mei-augustus) is de kans op het verliezen van deze soorten afwezig, terwijl zowel de afvoer van nutriënten (N en P) als de variatie in vegetatiestructuur, microklimaat en plantenrijkdom toeneemt. In terreinen waar deze soorten niet voorkomen en waar in de omgeving andere bloemrijke vegetaties aanwezig zijn kan een groter deel van het terrein vroeg worden begraasd. De fasering betreft daarmee maatwerk in relatie tot de gestelde doelen.
- 3) In theorie levert tussen-jaarlijkse rotatie van de graasperioden (voorjaar, zomer, herfst) over de verschillende terreindelen in grote terreinen (of complexen van meerdere kleine graslanden) een meerwaarde op ten opzichte van een vaste fasering door de jaren heen. Dit kon in deze studie niet onderzocht worden en betreft dus een nog te toetsen hypothese! Door te roteren wordt in het gehele terrein een hogere afvoer van nutriënten bereikt, waardoor er op grotere ruimtelijke schaal een lagere en meer open vegetatiestructuur kan ontstaan. In kleine terreinen (met vaak ook kleinere deelpopulaties van karakteristieke soorten) kan door deze verdere fasering in tijd en ruimte het areaal optimaal habitat voor soorten zodanig klein en versnipperd

raken dat de kans op verdwijnen van de soort juist toeneemt. Voor kleine terreinen wordt een sterke fasering van het beheer dan ook afgeraden, tenzij deze terreinen in een groter complex liggen op voor diersoorten overbrugbare afstanden van elkaar, die daarmee samen als één gebied gefaseerd beheerd kunnen worden.

- 4) Bij fasering hoeven niet alle terreindelen eenmalig begraasd te worden. Voor sommige diersoorten is het zeer gunstig wanneer delen van het terrein in de winter over blijven staan zodat er geschikte overwinteringsplekken overblijven, terwijl warmtebehoevende mierensoorten als Mergelmier en Mergeldraaigatje waarschijnlijk profiteren wanneer er meerdere begrazingsmomenten binnen een seizoen plaatsvinden, zodat het gehele jaar zon op de bodem doordringt. Met name zomerbegrazing (waarmee de staande biomassa voor meerdere jaren wordt verminderd) kan hier een belangrijk instrument zijn. Vooral in grote terreinen is er ruimte om deze aanvullende fasering toe te passen.
- 5) Voor het afvoeren van extra nutriënten geldt niet dat een langere graasdag ('s ochtends zeer vroeg inzetten, 's avonds laat uithalen) een meerwaarde heeft. Het dagelijks aan het einde van de middag verplaatsen van de schapen naar een parkeerweide of stal verhoogt de effectiviteit voor de afvoer van nutriënten aanzienlijk, omdat er dan veel minder mest achterblijft in het terrein. Daarnaast is het ook efficiënter, omdat voor het verplaatsen van schapen 's ochtends (8:00-9:00) en aan het einde van de werkdag (17:00-18:00) geen extra uren buiten reguliere werktijd gemaakt hoeven worden. Het 's nachts over laten staan van schapen - zoals in dit project soms gebeurde in weekenden - moet worden voorkomen, aangezien er dan nauwelijks nutriënten worden afgevoerd.



10 Literatuur

- Bobbink, R., 1988. De toename van Gevinde kortsteel in Zuidlimburgse kalkgraslanden. Oorzaak – Gevolg – Toekomstig beheer. Publicatie Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, XXXVII(2), 72
- Bobbink, R., 1991. Effects of nutrient enrichment in Dutch chalk grassland. *Journal of Applied Ecology* 28: 28-41.
- Bobbink, R. en L.P.M. Lamers, 1999. Effecten van stikstofhoudende luchtverontreiniging op vegetaties - een overzicht. Rapportnr: TCB R13(1999), Den Haag
- Bobbink, R. & J.H. Willems, 2001. OBN Preadvies Kalkgraslanden. Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Wageningen.
- Bobbink R. & Hettelingh J.P. (eds.), 2011. Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships, Coordination Centre for Effects, National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), RIVM report 680359002/2011 (244 pp).
- Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), 1991. Botanisch basisregister 1991. Voorburg/Heerlen
- Farruggia, A., Dumont, B., Scohier, A., Leroy, T., Pradel, P. & Garel, J.-P. (2012). An alternative rotational stocking management designed to favour butterflies in permanent grasslands. *Grass and Forage Science* 67, 136–149.
- Morris, M. G., 1973. The effects of seasonal grazing on the Heteroptera and Auchenorrhyncha (Hemiptera) of chalk grassland. *Journal of Applied Ecology*, 761-780.
- Nijssen, M., Wouters, B., Vogels, J., Kooijman, A., Oosten, H. V., Turnhout, C. V., Dekker, J. & Janssen, I., 2014. Begrazingsbeheer in relatie tot herstel van faunagemeenschappen in droge duingraslanden: OBN eindrapportage 2009-2013.
- Nijssen & Van Noordwijk, 2015 Herstel van de rijke fauna van Limburgse kalkgraslanden. De Levende natuur 116-6.
- Schaminée, J.H.J., N.A.C. Smits 2009. De Berghofweide: het mooiste zorgenkind van Zuid-Limburg. *Stratiotes* 38: 18-31.
- Scohier, A., Ouin, A., Farruggia, A. & Dumont, B. (2013). Is there a benefit of excluding sheep from pastures at flowering peak on flower-visiting insect diversity? *Journal of Insect Conservation* 17, 287–294.
- Smits, N.A.C., Schaminée, J.H.J. 2004. Heischrale hellingen in Zuid-Limburg. Een inventarisatie van bodem en vegetatie. Alterra-rapport 1010. Alterra, Wageningen.
- Smits, N.A.C., Van Noordwijk, C.G.E., Huiskes, H.P.J., Bobbink, R., Esselink, H., Kuiters, A.T., Schaminée, J.H.J., Siepel, H., Willems, J.H. 2006. Herstel van hellingschraallanden in Zuid-Limburg. *Natuurhistorisch Maandblad* 95: 181-185.
- Smits, N.A.C., Bobbink, R., Schaminée, J.H.J., Willems, J.H. 2007. Evaluatie van een kwart eeuw schapenbegrazing op de Bemelerberg. *Natuurhistorisch Maandblad* 96: 114-121.
- Smits, N.A.C., Willems, J.H., Bobbink, R., 2008. Long-term after-effects of fertilization on the restoration of calcareous grasslands, *Applied Vegetation Science* 11: 279-286.
- Smits, N.A.C., Huiskes, H.P.J., Willems, J.H., Bobbink, R. 2008. Heischraal grasland op Zuid-Limburgse hellingen: mogelijkheden voor versnelde ontwikkeling? *De Levende Natuur* 109: 169-175.
- Smits, N.A.C., R. Bobbink, L. Kuiters, C.G.E. van Noordwijk, J.H.J. Schaminée & W.C.E.P. Verberk 2009. Sleutelfactoren en toekomstperspectief voor herstel van het Limburgse heuvelland. *De Levende Natuur* 110: 111-115.

- Smits, N.A.C., R. Bobbink, T. van Noordwijk, H. Siepel, H. Esselink, L. Kuiters, H.P.J. Huiskes, W.A. Ozinga & J.H.J. Schaminée, 2009. Onderzoek naar de ecologische achteruitgang en het herstel van Zuid-Limburgse hellingschraallandcomplexen. OBN rapport DKI 2009/dk118-O, 228 pp.
- Smits, N.A.C. 2010. Restoration of nutrient-poor grasslands in Southern Limburg. Vegetation development and the role of soil processes. PhD-thesis Universiteit Utrecht.
- Smits, N.A.C., A.S. Adams, D. Bal, H.M. Beije, A.J.M. Jansen & H.F. van Dobben (red.), 2013, in prep. Herstelstrategieën stikstofgevoelige habitats. Ecologische onderbouwing van de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS). Deel I: Algemene inleiding herstelstrategieën: beleid, kennis en maatregelen. Alterra Wageningen UR & Programmadirectie Natura 2000 van het Ministerie van Economische zaken, Landbouw en Innovatie.
- Pons, T. L., 1991 Dormancy, Germination and Mortality of Seeds in a Chalk-Grassland Flora. *Journal of Ecology* Vol. 79, No. 3 (Sep., 1991), pp. 765-780
- van Klink, R., van der Plas, F., van Noordwijk, C. G. E., WallisDeVries, M. F., & Olf, H., 2015. Effects of large herbivores on grassland arthropod diversity. *Biological reviews*, 90(2), 347-366.
- van Noordwijk, C. G. E. "Through arthropod eyes: gaining mechanistic understanding of calcareous grassland diversity." 2014. PhD Thesis Radboud University Nijmegen.
- Noordwijk, C.G.E. van & M. Nijssen, 2012. Graslandbeheer bekeken door insectenogen. Stikstof en versnippering vragen om een nieuwe aanpak in kalkgraslanden. *Vakblad Natuur Bos en Landschap* 9 (11): 24-27.
- Noordwijk C.G.E. van, Boer P., Mabelis A.A., Verberk W.C.E.P. & Siepel H., 2012. Life-history strategies as a tool to identify conservation constraints: A case-study on ants in chalk grasslands. *Ecological Indicators* 13 (1): 303-313.
- Noordwijk, C.G.E. van, J.T. Kuper, W. Floor-Zwart, K. Alders, H. Turin, T. Heijerman, B. Aukema & H. Siepel, 2012. Knelpunten voor loopkevers, wantsen en sprinkhanen in hellingschraallanden. OBN rapport nr: OBN 2012-162-HE.
- Noordwijk, C.G.E. van, Flierman, D.E., Remke, E., Wallis de Vries, M.F. & Berg, M.P., 2012. Impact of grazing management on hibernating caterpillars of the butterfly *Melitaea cinxia* in calcareous grasslands. *Journal of Insect Conservation* **16**: 909-920.
- Van Noordwijk, C.G.E. Weijters, M.J. Smits, N.A.C. Kuper, J. Loeb, R. Huiskes, H.P.J. Dimmers, W.J. Bobbink, R. Siepel, H., 2013. Eindrapportage 2e fase O+BN hellingschraallanden onderzoek. Nijmegen: Stichting Bargerveen.
- Wallis de Vries, M.F., 2006 Larval habitat quality and its significance for the conservation of *Melitaea cinxia* in northwestern Europe. In: *Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa*. (Fartmann, T. & Hermann, G., eds). Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde, Heft 68(3/4), 281-294.
- Weijters, M.J. N.A.C. Smits & R. Bobbink, 2015. Herstel van de heischrale vegetatie van de Zuid-Limburgse hellingen. *De Levende Natuur* 116-6.
- Willems, J.H., 1987. Ons Krijtland Zuid-Limburg VI. Kalkgrasland in Zuid-Limburg. Wetenschappelijke Mededeling KNNV nr.184. KNNV-uitgeverij, Hoogwoud.

Bijlage 1. Overzicht bodemchemische gegevens.

| nr | code | gebied | Destructie (mmol/l bodem) | | | | | | | | | | Zoutextract 0,2M NaCl (µmol/l bodem) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--------|---------|---------------------------|--------|--------|------------------|-----|------|-----|----|-----|----|--------------------------------------|----|----|----|-----|----|-------|-----|------|------|------|-----|-----|------|-----|-----|------------|-------|
| | | | V (%) | MV (%) | OS (%) | Olsen-P (µmol/l) | Al | Ca | Fe | K | Mg | Mn | P | S | Si | Zn | Al | Ca | Fe | K | Mg | Mn | P | S | Si | Zn | NO3 | NH4 | BC (µeq/l) | |
| 1 | LA-1-1 | Laamhei | 30 | 0,71 | 14 | 417 | 220 | 2198 | 221 | 34 | 93 | 4 | 8 | 14 | 11 | 2 | 7,4 | 10 | 30157 | 0,5 | 427 | 1058 | 0,2 | 0,9 | 351 | 517 | 0,2 | 17 | 55 | 62857 |
| 2 | 1-2 | Laamhei | 31 | 0,68 | 14 | 397 | 103 | 3260 | 114 | 19 | 84 | 3 | 8 | 14 | 11 | 2 | 7,5 | 18 | 24562 | 0,8 | 399 | 850 | 0,2 | 1,7 | 291 | 462 | 0,2 | 23 | 28 | 51224 |
| 3 | 1-3 | Laamhei | 28 | 0,74 | 11 | 325 | 76 | 3913 | 91 | 16 | 87 | 2 | 7 | 12 | 10 | 1 | 7,6 | 11 | 23353 | 0,8 | 473 | 758 | 0,7 | 0,8 | 290 | 465 | 0,3 | 29 | 42 | 48695 |
| 4 | 1-4 | Laamhei | 27 | 0,74 | 12 | 379 | 108 | 3652 | 118 | 18 | 91 | 2 | 10 | 13 | 10 | 2 | 7,6 | 22 | 25225 | 0,6 | 181 | 854 | 0,2 | 1,4 | 303 | 504 | 0,4 | 28 | 25 | 52338 |
| 5 | 1-5 | Laamhei | 29 | 0,68 | 14 | 414 | 171 | 3511 | 113 | 26 | 93 | 3 | 9 | 14 | 11 | 1 | 7,6 | 13 | 23984 | 0,7 | 1192 | 920 | 0,2 | 0,9 | 301 | 572 | 0,3 | 63 | 46 | 50999 |
| 6 | 1-6 | Laamhei | 31 | 0,68 | 15 | 404 | 195 | 3370 | 122 | 29 | 96 | 2 | 8 | 15 | 11 | 2 | 7,5 | 10 | 26125 | 0,7 | 1468 | 1015 | 0,1 | 0,8 | 319 | 621 | 0,4 | 48 | 50 | 55748 |
| 7 | 1-7 | Laamhei | 31 | 0,63 | 16 | 417 | 125 | 2930 | 111 | 19 | 72 | 2 | 8 | 15 | 9 | 2 | 7,5 | 8 | 24684 | 0,6 | 662 | 889 | 0,4 | 0,7 | 306 | 506 | 0,2 | 14 | 80 | 51810 |
| 8 | 1-8 | Laamhei | 29 | 0,65 | 14 | 346 | 162 | 2982 | 99 | 20 | 79 | 2 | 7 | 12 | 8 | 1 | 7,5 | 10 | 24004 | 0,5 | 394 | 772 | 0,1 | 0,9 | 300 | 503 | 0,3 | 23 | 112 | 49946 |
| 9 | 1-9 | Laamhei | 32 | 0,62 | 14 | 445 | 132 | 2883 | 101 | 19 | 75 | 2 | 8 | 14 | 23 | 2 | 7,5 | 8 | 23466 | 0,4 | 674 | 792 | 0,1 | 0,8 | 286 | 431 | 0,2 | 10 | 47 | 49191 |
| 10 | 1-10 | Laamhei | 30 | 0,69 | 14 | 384 | 204 | 3176 | 132 | 25 | 95 | 2 | 8 | 14 | 10 | 2 | 7,5 | 15 | 26108 | 0,4 | 257 | 807 | 0,3 | 6,4 | 342 | 399 | 0,3 | 33 | 245 | 54087 |
| 11 | LA-2-1 | Laamhei | 31 | 0,74 | 11 | 384 | 145 | 3780 | 114 | 23 | 91 | 2 | 7 | 12 | 10 | 1 | 7,7 | 32 | 23664 | 0,7 | 1748 | 908 | 0,7 | 1,2 | 293 | 552 | 0,4 | 50 | 79 | 50893 |
| 12 | 2-2 | Laamhei | 31 | 0,86 | 12 | 342 | 467 | 1934 | 303 | 42 | 117 | 5 | 9 | 14 | 13 | 2 | 7,5 | 11 | 40300 | 0,1 | 141 | 1149 | 0,3 | 0,7 | 471 | 475 | 0,3 | 51 | 17 | 83039 |
| 13 | 2-3 | Laamhei | 30 | 0,69 | 11 | 309 | 193 | 3292 | 147 | 22 | 89 | 3 | 7 | 12 | 10 | 1 | 7,5 | 5 | 33245 | 1,3 | 596 | 1112 | 0,3 | 1,1 | 406 | 591 | 0,4 | 29 | 18 | 69311 |
| 14 | 2-4 | Laamhei | 26 | 0,75 | 11 | 391 | 188 | 3562 | 130 | 23 | 93 | 3 | 8 | 13 | 12 | 1 | 7,6 | 6 | 34968 | 0,6 | 782 | 1217 | 0,2 | 1,5 | 431 | 688 | 0,3 | 37 | 64 | 73152 |
| 15 | 2-5 | Laamhei | 28 | 0,78 | 12 | 348 | 217 | 3300 | 153 | 26 | 95 | 3 | 9 | 14 | 11 | 2 | 7,6 | 46 | 37319 | 2,3 | 2023 | 1278 | 1,4 | 0,8 | 465 | 667 | 1,3 | 85 | 160 | 79219 |
| 16 | 2-6 | Laamhei | 30 | 0,68 | 14 | 379 | 229 | 2128 | 156 | 24 | 80 | 4 | 9 | 13 | 9 | 2 | 7,5 | 20 | 34371 | 1,1 | 259 | 1189 | 0,8 | 1,1 | 414 | 471 | 0,8 | 38 | 49 | 71379 |
| 17 | 2-7 | Laamhei | 29 | 0,72 | 13 | 359 | 121 | 3722 | 117 | 20 | 92 | 3 | 9 | 13 | 10 | 2 | 7,6 | 13 | 32216 | 0,7 | 475 | 1020 | 0,4 | 1,1 | 416 | 710 | 0,4 | 79 | 38 | 66946 |
| 18 | 2-8 | Laamhei | 27 | 0,76 | 12 | 364 | 116 | 3524 | 105 | 20 | 90 | 2 | 8 | 13 | 15 | 1 | 7,6 | 17 | 33067 | 0,8 | 540 | 1068 | 1,9 | 1,4 | 400 | 611 | 0,2 | 29 | 60 | 68809 |
| 19 | 2-9 | Laamhei | 28 | 0,75 | 13 | 369 | 130 | 3428 | 117 | 23 | 92 | 3 | 9 | 13 | 16 | 1 | 7,6 | 30 | 34922 | 1,1 | 620 | 1666 | 1,0 | 1,6 | 423 | 739 | 0,5 | 10 | 9 | 73797 |
| 20 | 2-10 | Laamhei | 26 | 0,83 | 11 | 337 | 161 | 4653 | 118 | 28 | 120 | 3 | 9 | 13 | 17 | 2 | 7,6 | 21 | 32411 | 2,1 | 468 | 1078 | 2,7 | 1,2 | 402 | 620 | 1,7 | 40 | 36 | 67446 |
| 21 | LA-3-1 | Laamhei | 29 | 0,77 | 13 | 369 | 206 | 2914 | 213 | 32 | 97 | 3 | 9 | 13 | 20 | 2 | 7,5 | 10 | 40578 | 1,2 | 1165 | 1194 | 0,2 | 0,8 | 497 | 813 | 0,2 | 23 | 26 | 84709 |
| 22 | 3-2 | Laamhei | 31 | 0,80 | 13 | 389 | 139 | 3889 | 150 | 22 | 97 | 3 | 9 | 14 | 17 | 2 | 7,5 | 14 | 38138 | 1,4 | 1408 | 1326 | 1,3 | 1,4 | 474 | 1084 | 0,4 | 29 | 50 | 80335 |
| 23 | 3-3 | Laamhei | 31 | 0,78 | 13 | 420 | 118 | 4521 | 100 | 23 | 106 | 3 | 8 | 14 | 16 | 2 | 7,6 | 8 | 33345 | 2,0 | 628 | 1354 | 0,6 | 1,5 | 448 | 568 | 0,4 | 127 | 39 | 70026 |
| 24 | 3-4 | Laamhei | 29 | 0,76 | 12 | 655 | 161 | 3509 | 120 | 32 | 104 | 4 | 8 | 12 | 15 | 2 | 7,4 | 12 | 33270 | 1,1 | 2773 | 1507 | 1,4 | 5,3 | 531 | 982 | 1,4 | 210 | 806 | 72327 |
| 25 | 3-5 | Laamhei | 28 | 0,88 | 11 | 416 | 113 | 5030 | 116 | 24 | 111 | 4 | 9 | 14 | 17 | 2 | 7,6 | 19 | 34512 | 1,4 | 1788 | 1530 | 0,9 | 2,9 | 461 | 798 | 0,9 | 331 | 161 | 73873 |
| 26 | 3-6 | Laamhei | 28 | 0,78 | 11 | 402 | 144 | 3708 | 137 | 26 | 100 | 3 | 9 | 13 | 16 | 2 | 7,6 | 18 | 33837 | 0,9 | 1430 | 1209 | 0,5 | 2,2 | 441 | 931 | 0,4 | 121 | 87 | 71522 |
| 27 | 3-7 | Laamhei | 28 | 0,74 | 12 | 341 | 131 | 3527 | 130 | 24 | 91 | 3 | 8 | 13 | 14 | 2 | 7,6 | 19 | 32843 | 1,2 | 1293 | 1188 | 0,1 | 2,1 | 417 | 712 | 0,3 | 53 | 35 | 69355 |
| 28 | 3-8 | Laamhei | 28 | 0,68 | 11 | 354 | 85 | 3619 | 86 | 16 | 81 | 2 | 7 | 12 | 12 | 1 | 7,6 | 45 | 27918 | 1,6 | 684 | 895 | 0,5 | 1,7 | 357 | 556 | 0,4 | 20 | 34 | 58308 |
| 29 | 3-9 | Laamhei | 28 | 0,73 | 11 | 355 | 107 | 4363 | 79 | 25 | 100 | 1 | 7 | 11 | 13 | 1 | 7,6 | 20 | 27427 | 1,0 | 1031 | 881 | 3,3 | 3,1 | 360 | 653 | 0,5 | 15 | 81 | 57648 |
| 30 | 3-10 | Laamhei | 30 | 0,75 | 11 | 466 | 112 | 4562 | 90 | 26 | 105 | 2 | 8 | 12 | 17 | 1 | 7,7 | 15 | 29330 | 1,0 | 896 | 758 | 0,3 | 1,8 | 390 | 608 | 0,4 | 5 | 62 | 61071 |
| 31 | LA-4-1 | Laamhei | 32 | 0,65 | 14 | 406 | 80 | 3491 | 70 | 13 | 80 | 2 | 7 | 13 | 11 | 1 | 7,5 | 34 | 28801 | 1,1 | 167 | 955 | 0,2 | 0,9 | 361 | 464 | 0,4 | 34 | 41 | 59679 |
| 32 | 4-2 | Laamhei | 34 | 0,60 | 16 | 439 | 128 | 3138 | 77 | 24 | 90 | 2 | 7 | 14 | 11 | 2 | 7,5 | 10 | 27436 | 1,1 | 756 | 1307 | 0,2 | 1,9 | 403 | 599 | 0,6 | 65 | 100 | 58244 |
| 33 | 4-3 | Laamhei | 27 | 0,77 | 11 | 346 | 117 | 4559 | 90 | 21 | 104 | 3 | 9 | 13 | 10 | 1 | 7,7 | 17 | 27301 | 2,1 | 650 | 979 | 1,2 | 1,6 | 341 | 404 | 0,1 | 30 | 110 | 57211 |
| 34 | 4-4 | Laamhei | 28 | 0,72 | 13 | 430 | 103 | 3877 | 90 | 18 | 90 | 3 | 8 | 13 | 11 | 1 | 7,6 | 17 | 30688 | 0,8 | 387 | 1068 | 0,2 | 1,1 | 381 | 461 | 0,3 | 26 | 80 | 63900 |
| 35 | 4-5 | Laamhei | 30 | 0,70 | 15 | 401 | 144 | 2706 | 138 | 23 | 87 | 4 | 8 | 13 | 12 | 2 | 7,5 | 13 | 35127 | 0,9 | 277 | 1294 | 0,2 | 1,5 | 417 | 544 | 1,1 | 38 | 20 | 73119 |
| 36 | 4-6 | Laamhei | 30 | 0,70 | 14 | 456 | 150 | 3453 | 135 | 26 | 97 | 3 | 9 | 14 | 12 | 2 | 7,5 | 51 | 33167 | 0,9 | 2049 | 1379 | 0,2 | 1,7 | 420 | 1042 | 0,4 | 40 | 105 | 71140 |
| 37 | 4-7 | Laamhei | 33 | 0,65 | 17 | 458 | 112 | 2746 | 107 | 20 | 78 | 2 | 8 | 13 | 11 | 1 | 7,4 | 20 | 32470 | 1,0 | 818 | 1231 | 2,0 | 3,0 | 482 | 879 | 0,5 | 19 | 327 | 68219 |
| 38 | 4-8 | Laamhei | 30 | 0,88 | 14 | 466 | 146 | 4121 | 136 | 23 | 106 | 3 | 9 | 13 | 14 | 2 | 7,5 | 37 | 39640 | 6,7 | 414 | 1388 | 31,1 | 4,0 | 506 | 798 | 0,8 | 35 | 101 | 82470 |
| 39 | 4-9 | Laamhei | 27 | 0,82 | 13 | 442 | 151 | 4219 | 137 | 25 | 108 | 3 | 9 | 14 | 19 | 2 | 7,6 | 14 | 36925 | 4,0 | 776 | 1076 | 3,8 | 2,7 | 453 | 684 | 0,7 | 15 | 66 | 76777 |
| 40 | 4-10 | Laamhei | 28 | 0,78 | 13 | 346 | 133 | 3664 | 114 | 21 | 96 | 2 | 10 | 13 | 14 | 2 | 7,6 | 48 | 33291 | 1,3 | 715 | 1224 | 3,4 | 2,0 | 417 | 846 | 0,6 | 30 | 116 | 69745 |

| nr | code | gebied | V MV OS | | | Destructie (mmol//bodem) | | | | | | | | | | Zoutextract 0,2M NaCl (µmol//bodem) | | | | | | | | | | BC | | | | |
|----|--------|------------|---------|------|-----|--------------------------|-----|------|-----|----|-----|----|----|----|----|-------------------------------------|-----|----|-------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|------|-----|------|-------|
| | | | (%) | kg/l | (%) | Al | Ca | Fe | K | Mg | Mn | P | S | Si | Zn | pH | Al | Ca | Fe | K | Mg | Mn | P | S | Si | | Zn | NO3 | NH4 | µeq/l |
| 41 | W1 1-1 | Winkelberg | 14 | 0,84 | 9 | 325 | 107 | 420 | 106 | 13 | 31 | 3 | 10 | 13 | 8 | 2 | 7,3 | 19 | 21688 | 1,5 | 617 | 1429 | 0,1 | 3,2 | 292 | 226 | 0,3 | 129 | 40 | 46850 |
| 42 | 1-2 | Winkelberg | 13 | 0,88 | 10 | 308 | 116 | 1677 | 121 | 18 | 64 | 6 | 11 | 14 | 9 | 2 | 7,6 | 14 | 22300 | 1,0 | 1234 | 1613 | 0,1 | 4,2 | 301 | 145 | 0,3 | 120 | 38 | 49059 |
| 43 | 1-3 | Winkelberg | 15 | 0,95 | 9 | 320 | 156 | 2034 | 182 | 22 | 81 | 13 | 14 | 15 | 12 | 2 | 7,6 | 11 | 27688 | 0,3 | 214 | 1471 | 0,0 | 2,1 | 345 | 201 | 0,2 | 66 | 24 | 58533 |
| 44 | 1-4 | Winkelberg | 14 | 0,90 | 9 | 261 | 231 | 685 | 237 | 33 | 71 | 14 | 13 | 14 | 14 | 2 | 7,5 | 9 | 29421 | 0,2 | 237 | 1163 | 0,0 | 2,1 | 365 | 142 | 0,2 | 52 | 16 | 61405 |
| 45 | 1-5 | Winkelberg | 15 | 0,86 | 10 | 300 | 146 | 1329 | 158 | 19 | 61 | 16 | 14 | 13 | 12 | 1 | 7,6 | 13 | 24895 | 1,3 | 190 | 1586 | 0,1 | 2,5 | 309 | 169 | 0,2 | 74 | 31 | 53151 |
| 46 | 1-6 | Winkelberg | 18 | 0,77 | 16 | 339 | 162 | 1986 | 143 | 30 | 84 | 4 | 12 | 16 | 8 | 2 | 7,6 | 19 | 22208 | 0,7 | 1069 | 1146 | 0,4 | 2,8 | 308 | 175 | 0,3 | 74 | 87 | 47778 |
| 47 | 1-7 | Winkelberg | 13 | 0,87 | 8 | 329 | 131 | 2308 | 127 | 21 | 83 | 8 | 11 | 14 | 9 | 2 | 7,6 | 39 | 21424 | 1,4 | 1346 | 1451 | 1,1 | 3,4 | 288 | 188 | 0,6 | 55 | 61 | 47096 |
| 48 | 1-8 | Winkelberg | 12 | 0,93 | 7 | 258 | 122 | 3089 | 117 | 18 | 105 | 4 | 11 | 14 | 12 | 1 | 7,8 | 11 | 20215 | 0,6 | 193 | 894 | 0,1 | 1,6 | 263 | 97 | 0,1 | 65 | 39 | 42412 |
| 49 | 1-9 | Winkelberg | 14 | 0,88 | 10 | 313 | 202 | 1300 | 181 | 29 | 73 | 13 | 14 | 15 | 11 | 2 | 7,6 | 19 | 25903 | 0,7 | 224 | 1438 | 0,1 | 3,1 | 326 | 141 | 0,3 | 94 | 37 | 54906 |
| 50 | 1-10 | Winkelberg | 16 | 0,81 | 10 | 327 | 171 | 797 | 174 | 25 | 63 | 15 | 15 | 14 | 11 | 1 | 7,6 | 13 | 25358 | 0,7 | 900 | 1854 | 0,1 | 2,0 | 315 | 115 | 0,1 | 67 | 25 | 55325 |
| 51 | W1 2-1 | Winkelberg | 13 | 0,83 | 7 | 289 | 86 | 3173 | 132 | 13 | 93 | 7 | 10 | 13 | 8 | 1 | 7,7 | 15 | 18437 | 0,6 | 1138 | 1144 | 0,1 | 4,7 | 243 | 358 | 0,2 | 129 | 56 | 40300 |
| 52 | 2-2 | Winkelberg | 19 | 0,72 | 9 | 331 | 102 | 65 | 102 | 15 | 26 | 3 | 6 | 8 | 9 | 1 | 7,0 | 21 | 15749 | 0,9 | 1380 | 2164 | 3,8 | 1,7 | 207 | 237 | 1,3 | 81 | 173 | 37206 |
| 53 | 2-3 | Winkelberg | 14 | 0,78 | 8 | 265 | 160 | 31 | 114 | 15 | 33 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 5,2 | 65 | 10520 | 1,3 | 434 | 1568 | 13,6 | 0,7 | 161 | 32 | 67,2 | 0 | 65 | 24609 |
| 54 | 2-4 | Winkelberg | 17 | 0,76 | 8 | 216 | 145 | 44 | 117 | 14 | 35 | 4 | 6 | 8 | 8 | 1 | 5,6 | 10 | 11290 | 1,3 | 1685 | 2730 | 4,2 | 1,5 | 172 | 66 | 11,4 | 17 | 241 | 29725 |
| 55 | 2-5 | Winkelberg | 14 | 0,82 | 7 | 198 | 140 | 58 | 112 | 13 | 34 | 4 | 6 | 7 | 8 | 1 | 6,4 | 8 | 15198 | 1,8 | 348 | 1902 | 2,0 | 4,2 | 193 | 99 | 1,2 | 6 | 119 | 34548 |
| 56 | 2-6 | Winkelberg | 14 | 0,82 | 6 | 169 | 32 | 5839 | 59 | 7 | 153 | 2 | 6 | 11 | 8 | 1 | 7,8 | 13 | 12010 | 1,4 | 1249 | 725 | 0,3 | 9,1 | 188 | 175 | 0,3 | 73 | 219 | 26719 |
| 57 | 2-7 | Winkelberg | 15 | 0,75 | 9 | 254 | 51 | 4589 | 80 | 10 | 122 | 6 | 10 | 14 | 8 | 1 | 7,9 | 11 | 11328 | 1,3 | 1178 | 641 | 0,5 | 7,3 | 185 | 143 | 0,4 | 66 | 218 | 25117 |
| 58 | 2-8 | Winkelberg | 18 | 0,76 | 10 | 285 | 87 | 4013 | 112 | 13 | 115 | 6 | 12 | 16 | 9 | 2 | 7,7 | 19 | 18252 | 0,9 | 629 | 909 | 0,3 | 3,0 | 274 | 151 | 0,3 | 138 | 132 | 38951 |
| 59 | 2-9 | Winkelberg | 16 | 0,80 | 8 | 255 | 159 | 50 | 124 | 16 | 38 | 4 | 6 | 6 | 7 | 1 | 6,2 | 10 | 12813 | 1,2 | 425 | 2163 | 1,9 | 0,7 | 169 | 107 | 8,6 | 22 | 121 | 30375 |
| 60 | 2-10 | Winkelberg | 13 | 0,93 | 5 | 565 | 162 | 93 | 193 | 17 | 39 | 5 | 10 | 10 | 8 | 2 | 7,0 | 12 | 22748 | 0,8 | 290 | 1617 | 0,5 | 3,0 | 288 | 157 | 0,4 | 103 | 82 | 49020 |
| 61 | W1 3-1 | Winkelberg | 16 | 0,78 | 10 | 398 | 147 | 1280 | 127 | 23 | 61 | 13 | 10 | 12 | 8 | 1 | 7,7 | 13 | 20316 | 1,0 | 1003 | 1371 | 0,3 | 2,9 | 309 | 289 | 0,6 | 122 | 172 | 44377 |
| 62 | 3-2 | Winkelberg | 16 | 0,81 | 8 | 246 | 86 | 75 | 81 | 11 | 20 | 2 | 7 | 10 | 7 | 1 | 6,9 | 9 | 17161 | 1,1 | 1695 | 1925 | 0,9 | 1,7 | 272 | 139 | 1,1 | 344 | 1230 | 39868 |
| 63 | 3-3 | Winkelberg | 13 | 0,88 | 7 | 231 | 96 | 3419 | 116 | 13 | 104 | 3 | 9 | 13 | 8 | 2 | 7,7 | 17 | 20191 | 1,0 | 850 | 929 | 0,2 | 4,2 | 291 | 322 | 0,5 | 125 | 107 | 43090 |
| 64 | 3-4 | Winkelberg | 15 | 0,88 | 7 | 241 | 75 | 4890 | 105 | 10 | 134 | 7 | 11 | 15 | 4 | 2 | 7,8 | 11 | 19771 | 1,1 | 401 | 944 | 0,1 | 5,6 | 286 | 181 | 0,3 | 110 | 90 | 41829 |
| 65 | 3-5 | Winkelberg | 21 | 0,77 | 11 | 266 | 181 | 872 | 157 | 24 | 58 | 3 | 10 | 14 | 6 | 2 | 7,5 | 12 | 26131 | 0,6 | 464 | 1249 | 0,3 | 1,8 | 363 | 428 | 0,2 | 49 | 73 | 55224 |
| 66 | 3-6 | Winkelberg | 14 | 0,83 | 7 | 214 | 99 | 98 | 118 | 13 | 29 | 2 | 7 | 8 | 4 | 1 | 7,3 | 12 | 19329 | 1,5 | 1903 | 1743 | 0,5 | 1,4 | 280 | 152 | 0,4 | 224 | 140 | 44046 |
| 67 | 3-7 | Winkelberg | 16 | 0,86 | 10 | 315 | 196 | 353 | 251 | 25 | 55 | 15 | 13 | 13 | 9 | 2 | 7,5 | 16 | 31362 | 0,7 | 158 | 1843 | 0,4 | 3,1 | 440 | 492 | 0,3 | 119 | 54 | 66567 |
| 68 | 3-8 | Winkelberg | 20 | 0,79 | 11 | 402 | 201 | 877 | 197 | 28 | 70 | 13 | 11 | 12 | 8 | 1 | 7,5 | 17 | 29942 | 1,0 | 217 | 1541 | 0,3 | 2,2 | 394 | 162 | 0,3 | 48 | 21 | 63182 |
| 69 | 3-9 | Winkelberg | 19 | 0,83 | 24 | 308 | 193 | 530 | 201 | 25 | 58 | 7 | 11 | 14 | 8 | 2 | 7,0 | 12 | 24299 | 0,9 | 721 | 2350 | 0,5 | 1,9 | 370 | 246 | 0,9 | 116 | 95 | 54018 |
| 70 | 3-10 | Winkelberg | 17 | 0,85 | 11 | 337 | 143 | 144 | 143 | 17 | 37 | 4 | 9 | 12 | 5 | 2 | 7,6 | 50 | 26654 | 1,1 | 2422 | 1627 | 0,5 | 2,7 | 356 | 260 | 0,4 | 165 | 172 | 58984 |
| 71 | W1 4-1 | Winkelberg | 9 | 0,96 | 6 | 206 | 183 | 2997 | 239 | 28 | 115 | 15 | 21 | 19 | 8 | 2 | 7,8 | 18 | 23786 | 3,1 | 234 | 983 | 2,9 | 2,8 | 307 | 232 | 0,2 | 50 | 37 | 49772 |
| 72 | 4-2 | Winkelberg | 10 | 0,92 | 7 | 470 | 134 | 3421 | 148 | 15 | 109 | 5 | 8 | 11 | 6 | 1 | 7,8 | 14 | 25247 | 0,6 | 273 | 798 | 0,2 | 3,5 | 314 | 315 | 0,3 | 83 | 32 | 52364 |
| 73 | 4-3 | Winkelberg | 12 | 0,91 | 8 | 244 | 140 | 2299 | 157 | 21 | 90 | 4 | 10 | 11 | 6 | 2 | 7,7 | 16 | 27071 | 0,7 | 425 | 1292 | 0,1 | 1,8 | 342 | 226 | 0,4 | 55 | 27 | 57151 |
| 74 | 4-4 | Winkelberg | 12 | 0,87 | 8 | 317 | 146 | 2104 | 189 | 22 | 90 | 2 | 8 | 10 | 7 | 1 | 7,7 | 18 | 22627 | 0,9 | 959 | 1608 | 2,1 | 3,0 | 301 | 209 | 0,3 | 35 | 117 | 49429 |
| 75 | 4-5 | Winkelberg | 15 | 0,81 | 9 | 315 | 100 | 3253 | 108 | 17 | 105 | 2 | 9 | 12 | 4 | 1 | 7,7 | 16 | 24230 | 0,7 | 309 | 1737 | 0,1 | 2,1 | 322 | 139 | 0,3 | 47 | 41 | 52244 |
| 76 | 4-6 | Winkelberg | 18 | 0,73 | 9 | 248 | 102 | 2770 | 113 | 12 | 93 | 3 | 10 | 13 | 4 | 1 | 7,7 | 9 | 21208 | 0,7 | 210 | 1472 | 0,1 | 1,6 | 301 | 252 | 0,3 | 42 | 62 | 45569 |
| 77 | 4-7 | Winkelberg | 16 | 0,78 | 10 | 272 | 89 | 3880 | 94 | 11 | 118 | 3 | 9 | 14 | 4 | 1 | 7,6 | 10 | 20454 | 0,9 | 448 | 1334 | 0,1 | 3,8 | 268 | 101 | 0,3 | 55 | 51 | 44024 |
| 78 | 4-8 | Winkelberg | 18 | 0,77 | 9 | 344 | 115 | 3313 | 120 | 19 | 111 | 4 | 11 | 14 | 5 | 1 | 7,6 | 8 | 21516 | 0,8 | 722 | 1210 | 0,5 | 2,6 | 301 | 128 | 0,2 | 46 | 41 | 46173 |
| 79 | 4-9 | Winkelberg | 17 | 0,85 | 9 | 405 | 161 | 2501 | 171 | 27 | 99 | 4 | 13 | 15 | 6 | 1 | 7,6 | 26 | 27227 | 1,8 | 893 | 1608 | 0,4 | 2,5 | 367 | 154 | 0,5 | 107 | 55 | 58564 |
| 80 | 4-10 | Winkelberg | 20 | 0,76 | 10 | 383 | 93 | 3323 | 96 | 17 | 104 | 3 | 11 | 15 | 5 | 1 | 7,7 | 17 | 22383 | 1,2 | 389 | 1190 | 0,2 | 2,7 | 311 | 142 | 0,3 | 82 | 33 | 47535 |

| nr | code | gebied | V | | | MV | OS | Olsen-P umol/l | Destructie (mmol/l bodem) | | | | | | | | | | Zoutextract 0,2M NaCl (µmol/l bodem) | | | | | | | | | | | |
|-----|--------|------------|-----|------|-----|-----|-----|-------------------|---------------------------|----|-----|---|----|----|----|---|-----|----|--------------------------------------|-----|------|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|--------|
| | | | (%) | kg/l | (%) | | | | Al | Ca | Fe | K | Mg | Mn | P | S | Zn | pH | Al | Ca | Fe | K | Mg | Mn | P | S | Zn | NO3 | NH4 | BC |
| 81 | WR 1-1 | Wrakelberg | 27 | 0,71 | 15 | 455 | 155 | 2574 | 149 | 21 | 95 | 3 | 9 | 14 | 6 | 1 | 7,5 | 16 | 38588 | 2,0 | 202 | 1640 | 1,1 | 1,0 | 482 | 834 | 1,0 | 43 | 31 | 80658 |
| 82 | 1-2 | Wrakelberg | 24 | 0,71 | 14 | 370 | 183 | 3015 | 134 | 24 | 110 | 3 | 9 | 13 | 6 | 1 | 7,5 | 10 | 36951 | 0,5 | 341 | 1529 | 0,4 | 1,4 | 466 | 987 | 0,3 | 31 | 42 | 77300 |
| 83 | 1-3 | Wrakelberg | 26 | 0,73 | 15 | 367 | 215 | 2815 | 158 | 26 | 118 | 4 | 10 | 13 | 8 | 1 | 7,5 | 16 | 39069 | 0,6 | 344 | 2013 | 0,2 | 1,2 | 498 | 936 | 0,5 | 27 | 26 | 82507 |
| 84 | 1-4 | Wrakelberg | 23 | 0,73 | 12 | 268 | 124 | 3747 | 108 | 18 | 106 | 3 | 7 | 11 | 5 | 1 | 7,6 | 43 | 34362 | 1,5 | 1073 | 1205 | 4,7 | 1,5 | 466 | 1033 | 0,3 | 24 | 173 | 72207 |
| 85 | 1-5 | Wrakelberg | 25 | 0,71 | 14 | 326 | 179 | 3120 | 132 | 21 | 105 | 3 | 8 | 12 | 7 | 1 | 7,5 | 17 | 37769 | 0,8 | 410 | 1404 | 0,4 | 1,0 | 493 | 904 | 0,3 | 35 | 54 | 78756 |
| 86 | 1-6 | Wrakelberg | 25 | 0,75 | 13 | 306 | 166 | 3238 | 151 | 18 | 104 | 4 | 9 | 13 | 10 | 1 | 7,6 | 11 | 37614 | 0,5 | 217 | 1141 | 0,4 | 1,5 | 498 | 824 | 0,3 | 45 | 115 | 77727 |
| 87 | 1-7 | Wrakelberg | 23 | 0,73 | 14 | 308 | 167 | 2629 | 151 | 19 | 92 | 4 | 8 | 12 | 12 | 1 | 7,6 | 8 | 36666 | 0,7 | 344 | 1432 | 0,1 | 1,0 | 461 | 675 | 0,3 | 53 | 26 | 76541 |
| 88 | 1-8 | Wrakelberg | 24 | 0,75 | 15 | 352 | 171 | 2361 | 174 | 20 | 87 | 4 | 10 | 14 | 14 | 2 | 7,5 | 11 | 40511 | 0,3 | 650 | 1930 | 0,2 | 1,1 | 505 | 596 | 0,3 | 61 | 60 | 85531 |
| 89 | 1-9 | Wrakelberg | 23 | 0,75 | 14 | 307 | 172 | 2843 | 168 | 18 | 94 | 4 | 10 | 14 | 16 | 2 | 7,5 | 21 | 38589 | 0,9 | 341 | 1656 | 0,3 | 1,0 | 492 | 502 | 2,0 | 34 | 16 | 80829 |
| 90 | 1-10 | Wrakelberg | 25 | 0,68 | 15 | 342 | 207 | 2458 | 153 | 27 | 99 | 4 | 9 | 13 | 12 | 1 | 7,5 | 19 | 35997 | 2,3 | 1683 | 2111 | 4,5 | 1,5 | 474 | 803 | 1,3 | 35 | 68 | 77898 |
| 91 | WR 2-1 | Wrakelberg | 24 | 0,77 | 14 | 312 | 206 | 1463 | 231 | 23 | 76 | 4 | 9 | 13 | 16 | 2 | 7,6 | 19 | 38996 | 0,5 | 362 | 1588 | 3,5 | 1,2 | 511 | 595 | 0,5 | 55 | 114 | 81531 |
| 92 | 2-2 | Wrakelberg | 26 | 0,75 | 15 | 318 | 278 | 1928 | 249 | 32 | 103 | 4 | 9 | 14 | 12 | 2 | 7,5 | 20 | 42296 | 1,2 | 425 | 2018 | 1,0 | 1,1 | 517 | 702 | 1,3 | 166 | 29 | 89053 |
| 93 | 2-3 | Wrakelberg | 23 | 0,81 | 15 | 296 | 206 | 2293 | 215 | 22 | 91 | 4 | 9 | 13 | 15 | 2 | 7,5 | 11 | 45200 | 0,7 | 293 | 1988 | 0,3 | 1,1 | 572 | 454 | 0,2 | 80 | 57 | 94669 |
| 94 | 2-4 | Wrakelberg | 26 | 0,73 | 14 | 292 | 198 | 2280 | 200 | 21 | 93 | 4 | 9 | 12 | 19 | 1 | 7,5 | 13 | 43050 | 1,0 | 922 | 1769 | 3,9 | 1,5 | 576 | 969 | 0,5 | 44 | 179 | 90560 |
| 95 | 2-5 | Wrakelberg | 25 | 0,71 | 14 | 280 | 202 | 1792 | 209 | 21 | 85 | 4 | 8 | 12 | 12 | 1 | 7,5 | 8 | 41555 | 0,9 | 560 | 1484 | 0,4 | 1,0 | 525 | 827 | 0,5 | 59 | 37 | 86637 |
| 96 | 2-6 | Wrakelberg | 24 | 0,77 | 15 | 287 | 248 | 2262 | 224 | 27 | 105 | 5 | 9 | 13 | 12 | 2 | 7,5 | 19 | 43404 | 0,6 | 1737 | 2080 | 6,2 | 1,7 | 556 | 1294 | 0,5 | 83 | 222 | 92706 |
| 97 | 2-7 | Wrakelberg | 24 | 0,86 | 14 | 306 | 246 | 2434 | 240 | 28 | 109 | 5 | 10 | 14 | 14 | 2 | 7,5 | 22 | 46898 | 1,2 | 763 | 2076 | 0,2 | 2,0 | 589 | 904 | 0,7 | 86 | 37 | 98709 |
| 98 | 2-8 | Wrakelberg | 24 | 0,83 | 15 | 340 | 267 | 1880 | 260 | 33 | 110 | 6 | 11 | 15 | 14 | 2 | 7,5 | 18 | 47059 | 0,5 | 1318 | 2376 | 0,2 | 1,9 | 584 | 1206 | 0,4 | 152 | 37 | 100187 |
| 99 | 2-9 | Wrakelberg | 26 | 0,76 | 16 | 375 | 199 | 2091 | 199 | 26 | 96 | 4 | 9 | 14 | 12 | 1 | 7,5 | 9 | 42061 | 0,8 | 1125 | 1805 | 7,7 | 2,0 | 552 | 1034 | 0,5 | 66 | 64 | 88856 |
| 100 | 2-10 | Wrakelberg | 25 | 0,78 | 14 | 343 | 198 | 2297 | 183 | 24 | 101 | 4 | 9 | 13 | 13 | 1 | 7,6 | 11 | 41987 | 0,6 | 502 | 1785 | 0,4 | 1,2 | 548 | 829 | 0,4 | 99 | 35 | 88044 |
| 101 | WR 3-1 | Wrakelberg | 22 | 0,87 | 12 | 350 | 178 | 2574 | 186 | 23 | 93 | 4 | 9 | 11 | 11 | 1 | 7,5 | 16 | 40970 | 0,7 | 913 | 2070 | 0,1 | 1,9 | 550 | 952 | 0,3 | 121 | 67 | 86992 |
| 102 | 3-2 | Wrakelberg | 22 | 0,82 | 11 | 343 | 164 | 2028 | 180 | 21 | 82 | 4 | 8 | 10 | 12 | 1 | 7,6 | 12 | 36980 | 0,5 | 1081 | 1815 | 2,7 | 1,6 | 544 | 876 | 0,5 | 265 | 159 | 78671 |
| 103 | 3-3 | Wrakelberg | 25 | 0,85 | 13 | 411 | 200 | 2171 | 205 | 25 | 97 | 5 | 10 | 13 | 14 | 2 | 7,4 | 13 | 43115 | 1,2 | 807 | 2675 | 0,3 | 3,2 | 552 | 774 | 0,4 | 71 | 53 | 92387 |
| 104 | 3-4 | Wrakelberg | 25 | 0,70 | 14 | 409 | 171 | 1545 | 181 | 23 | 75 | 4 | 9 | 13 | 12 | 1 | 7,5 | 42 | 36295 | 1,4 | 288 | 1401 | 2,9 | 1,2 | 490 | 817 | 0,5 | 45 | 57 | 75679 |
| 105 | 3-5 | Wrakelberg | 24 | 0,80 | 13 | 334 | 205 | 1574 | 218 | 24 | 81 | 4 | 8 | 12 | 11 | 2 | 7,6 | 9 | 39682 | 0,5 | 2174 | 1644 | 0,3 | 1,6 | 700 | 790 | 0,3 | 84 | 25 | 84825 |
| 106 | 3-6 | Wrakelberg | 23 | 0,78 | 13 | 328 | 191 | 1515 | 196 | 23 | 74 | 3 | 7 | 11 | 10 | 2 | 7,5 | 11 | 36813 | 0,5 | 693 | 1234 | 0,2 | 0,8 | 479 | 710 | 0,4 | 66 | 34 | 76789 |
| 107 | 3-7 | Wrakelberg | 23 | 0,75 | 12 | 293 | 177 | 1532 | 200 | 20 | 73 | 4 | 8 | 11 | 11 | 2 | 7,5 | 9 | 36152 | 0,5 | 217 | 1164 | 1,2 | 0,8 | 464 | 721 | 0,3 | 39 | 46 | 74850 |
| 108 | 3-8 | Wrakelberg | 22 | 0,81 | 12 | 336 | 183 | 1555 | 207 | 24 | 73 | 3 | 8 | 12 | 16 | 2 | 7,5 | 13 | 35090 | 0,6 | 269 | 1262 | 0,1 | 1,3 | 465 | 446 | 0,7 | 54 | 52 | 72972 |
| 109 | 3-9 | Wrakelberg | 23 | 0,78 | 13 | 338 | 210 | 560 | 253 | 26 | 60 | 4 | 8 | 12 | 11 | 2 | 7,4 | 14 | 37825 | 0,9 | 613 | 1785 | 0,3 | 1,5 | 495 | 458 | 0,7 | 84 | 30 | 79833 |
| 110 | 3-10 | Wrakelberg | 26 | 0,79 | 14 | 365 | 219 | 1060 | 222 | 27 | 73 | 4 | 8 | 12 | 12 | 2 | 7,4 | 14 | 39228 | 0,4 | 446 | 1651 | 0,2 | 1,4 | 556 | 538 | 0,5 | 51 | 44 | 82204 |
| 111 | WR 4-1 | Wrakelberg | 24 | 0,80 | 13 | 318 | 349 | 145 | 262 | 45 | 84 | 7 | 8 | 10 | 10 | 2 | 7,1 | 30 | 37103 | 0,7 | 578 | 1953 | 1,4 | 1,3 | 462 | 610 | 0,4 | 23 | 73 | 78690 |
| 112 | 4-2 | Wrakelberg | 25 | 0,74 | 13 | 311 | 198 | 1652 | 196 | 28 | 75 | 5 | 8 | 11 | 16 | 1 | 7,4 | 63 | 35647 | 0,7 | 422 | 1316 | 0,1 | 0,9 | 445 | 284 | 0,8 | 36 | 23 | 74348 |
| 113 | 4-3 | Wrakelberg | 23 | 0,83 | 13 | 278 | 370 | 2575 | 249 | 30 | 104 | 4 | 10 | 14 | 21 | 2 | 7,5 | 16 | 39093 | 0,5 | 176 | 1254 | 1,3 | 1,1 | 522 | 118 | 0,5 | 15 | 101 | 80870 |
| 114 | 4-4 | Wrakelberg | 24 | 0,69 | 14 | 348 | 216 | 2077 | 164 | 19 | 74 | 4 | 8 | 12 | 14 | 1 | 7,5 | 10 | 32707 | 0,6 | 345 | 1005 | 0,2 | 1,1 | 430 | 794 | 0,3 | 45 | 43 | 67768 |
| 115 | 4-5 | Wrakelberg | 25 | 0,75 | 14 | 339 | 349 | 1469 | 234 | 28 | 84 | 5 | 9 | 12 | 12 | 2 | 7,4 | 35 | 38320 | 0,7 | 900 | 1604 | 0,7 | 1,5 | 561 | 1274 | 0,3 | 57 | 58 | 80749 |
| 116 | 4-6 | Wrakelberg | 24 | 0,84 | 12 | 323 | 412 | 1803 | 279 | 33 | 100 | 6 | 11 | 15 | 15 | 2 | 7,4 | 29 | 42359 | 1,1 | 174 | 1518 | 0,2 | 1,4 | 557 | 592 | 0,7 | 21 | 20 | 87928 |
| 117 | 4-7 | Wrakelberg | 24 | 0,80 | 12 | 338 | 360 | 1251 | 231 | 30 | 85 | 6 | 8 | 11 | 14 | 2 | 7,3 | 16 | 37873 | 0,7 | 507 | 1409 | 2,4 | 1,4 | 530 | 557 | 0,4 | 30 | 224 | 79071 |
| 118 | 4-8 | Wrakelberg | 25 | 0,74 | 13 | 477 | 455 | 676 | 220 | 39 | 86 | 6 | 7 | 11 | 10 | 1 | 7,3 | 14 | 36793 | 0,6 | 492 | 1656 | 0,3 | 1,8 | 487 | 563 | 0,3 | 35 | 66 | 77388 |
| 119 | 4-9 | Wrakelberg | 23 | 0,81 | 12 | 355 | 353 | 699 | 225 | 32 | 78 | 6 | 9 | 13 | 15 | 2 | 7,3 | 12 | 39962 | 0,5 | 417 | 1505 | 5,4 | 1,5 | 595 | 749 | 0,2 | 25 | 111 | 83353 |
| 120 | 4-10 | Wrakelberg | 25 | 0,79 | 14 | 359 | 371 | 1549 | 231 | 32 | 93 | 6 | 9 | 11 | 16 | 2 | 7,4 | 17 | 35195 | 0,9 | 628 | 1501 | 0,5 | 1,3 | 507 | 522 | 0,1 | 24 | 134 | 74020 |

| nr | code | gebied | V MV OS (%) kg/l (%) | | | | Olsen-P μmol/l | Destructie (mmol/l bodem) | | | | | | | | | | Zoutextract 0,2M NaCl (μmol/l bodem) | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------|-------------|----------------------|------|----|------|----------------|---------------------------|-----|----|-----|----|----|----|----|----|-----|--------------------------------------|-------|------|------|------|------|-------|-----|-----|-----|------|-----|-------|
| | | | V | MV | OS | (%) | | Al | Ca | Fe | K | Mg | Mn | P | S | Si | Zn | pH | Al | Ca | Fe | K | Mg | Mn | P | S | Si | Zn | NO3 | NH4 |
| 121 | P1.1 | Poppelmonde | 18 | 0,92 | 8 | 599 | 345 | 3565 | 234 | 33 | 127 | 5 | 11 | 18 | 20 | 2 | 6,6 | 14 | 25881 | 1,2 | 644 | 2463 | 0,3 | 909,3 | 334 | 386 | 1,7 | 102 | 33 | 57332 |
| 122 | P1.2 | Poppelmonde | 23 | 0,75 | 12 | 817 | 294 | 96 | 206 | 29 | 56 | 7 | 15 | 11 | 9 | 2 | 6,5 | 14 | 19723 | 1,7 | 6315 | 3318 | 1,6 | 858,6 | 304 | 457 | 1,7 | 113 | 28 | 52398 |
| 123 | P1.3 | Poppelmonde | 24 | 0,66 | 13 | 772 | 289 | 86 | 187 | 45 | 55 | 5 | 16 | 13 | 6 | 2 | 6,5 | 18 | 16782 | 4,8 | 6827 | 3183 | 7,8 | 31,7 | 268 | 335 | 2,4 | 92 | 101 | 46757 |
| 124 | P1.4 | Poppelmonde | 21 | 0,77 | 10 | 496 | 278 | 103 | 200 | 44 | 57 | 6 | 18 | 16 | 8 | 2 | 6,0 | 12 | 20924 | 1,9 | 522 | 3075 | 1,2 | 4,7 | 299 | 221 | 6,3 | 168 | 110 | 48521 |
| 125 | P1.5 | Poppelmonde | 23 | 0,73 | 11 | 435 | 291 | 66 | 174 | 29 | 51 | 4 | 10 | 9 | 6 | 2 | 6,1 | 23 | 19084 | 1,7 | 3149 | 2335 | 1,0 | 2,4 | 245 | 258 | 6,3 | 121 | 39 | 45989 |
| 126 | P1.6 | Poppelmonde | 22 | 0,85 | 11 | 491 | 475 | 110 | 285 | 47 | 84 | 7 | 16 | 15 | 11 | 3 | 6,1 | 15 | 25119 | 1,4 | 438 | 2883 | 2,3 | 5,5 | 336 | 298 | 4,0 | 115 | 83 | 56440 |
| 127 | P1.7 | Poppelmonde | 19 | 0,73 | 12 | 463 | 420 | 102 | 246 | 44 | 73 | 6 | 13 | 13 | 8 | 2 | 6,1 | 11 | 23890 | 3,6 | 525 | 2373 | 1,2 | 3,7 | 303 | 314 | 3,4 | 136 | 37 | 53052 |
| 128 | P1.8 | Poppelmonde | 24 | 0,77 | 11 | 616 | 262 | 83 | 181 | 25 | 54 | 5 | 13 | 12 | 8 | 2 | 6,0 | 16 | 22692 | 2,0 | 913 | 3434 | 1,6 | 4,6 | 309 | 256 | 5,4 | 95 | 73 | 53165 |
| 129 | P1.9 | Poppelmonde | 21 | 0,73 | 11 | 474 | 241 | 72 | 158 | 23 | 48 | 5 | 11 | 11 | 6 | 2 | 6,4 | 8 | 20913 | 1,0 | 241 | 2727 | 0,4 | 2,7 | 260 | 185 | 2,4 | 100 | 28 | 47522 |
| 130 | P1.10 | Poppelmonde | 19 | 0,77 | 11 | 520 | 308 | 78 | 188 | 33 | 55 | 6 | 13 | 12 | 6 | 2 | 6,1 | 16 | 22037 | 1,3 | 366 | 3029 | 2,6 | 4,4 | 279 | 261 | 3,8 | 75 | 63 | 50496 |
| 131 | P2.1 | Poppelmonde | 20 | 0,87 | 9 | 1170 | 293 | 99 | 205 | 28 | 59 | 8 | 18 | 12 | 10 | 2 | 6,7 | 10 | 21424 | 1,3 | 313 | 3361 | 0,2 | 69,0 | 310 | 348 | 1,6 | 423 | 62 | 49883 |
| 132 | P2.2 | Poppelmonde | 23 | 0,90 | 8 | 985 | 320 | 99 | 229 | 36 | 64 | 8 | 19 | 13 | 11 | 2 | 6,3 | 12 | 21169 | 1,6 | 1469 | 3284 | 0,6 | 39,5 | 318 | 332 | 3,9 | 837 | 93 | 50375 |
| 133 | P2.3 | Poppelmonde | 20 | 0,91 | 7 | 1098 | 305 | 105 | 834 | 29 | 59 | 9 | 30 | 11 | 11 | 2 | 6,5 | 12 | 21226 | 1,6 | 513 | 3001 | 0,9 | 66,2 | 303 | 451 | 2,3 | 307 | 61 | 48968 |
| 134 | P2.4 | Poppelmonde | 21 | 0,89 | 8 | 527 | 295 | 112 | 220 | 32 | 60 | 9 | 17 | 12 | 9 | 2 | 6,7 | 14 | 20630 | 2,3 | 1519 | 2551 | 0,3 | 7,5 | 321 | 411 | 2,2 | 410 | 89 | 47880 |
| 135 | P2.5 | Poppelmonde | 23 | 0,85 | 9 | 876 | 286 | 96 | 217 | 41 | 59 | 9 | 18 | 12 | 8 | 2 | 6,3 | 10 | 23025 | 1,9 | 2155 | 2560 | 0,6 | 16,9 | 730 | 485 | 3,7 | 4200 | 33 | 53326 |
| 136 | P2.6 | Poppelmonde | 16 | 0,84 | 7 | 612 | 311 | 83 | 225 | 29 | 60 | 8 | 16 | 9 | 12 | 2 | 6,5 | 8 | 19679 | 1,6 | 171 | 2444 | 0,6 | 5,7 | 285 | 263 | 1,7 | 201 | 44 | 44418 |
| 137 | P2.7 | Poppelmonde | 20 | 0,74 | 11 | 897 | 278 | 81 | 177 | 33 | 52 | 6 | 15 | 11 | 7 | 2 | 6,4 | 8 | 20026 | 1,1 | 1219 | 2998 | 3,6 | 8,5 | 273 | 323 | 2,6 | 332 | 77 | 47267 |
| 138 | P2.8 | Poppelmonde | 26 | 0,90 | 12 | 578 | 424 | 100 | 246 | 44 | 74 | 8 | 16 | 14 | 13 | 3 | 6,2 | 21 | 23915 | 3,4 | 1447 | 3362 | 0,8 | 4,3 | 389 | 340 | 4,2 | 1491 | 112 | 56002 |
| 139 | P2.9 | Poppelmonde | 26 | 0,93 | 9 | 1267 | 337 | 90 | 210 | 48 | 67 | 7 | 16 | 13 | 8 | 2 | 6,6 | 18 | 23525 | 1,7 | 4026 | 3863 | 0,4 | 5,9 | 386 | 376 | 2,2 | 638 | 25 | 58801 |
| 140 | P2.10 | Poppelmonde | 29 | 0,89 | 11 | 999 | 304 | 99 | 185 | 48 | 61 | 6 | 15 | 14 | 7 | 2 | 6,9 | 16 | 23744 | 2,4 | 6749 | 3518 | 0,3 | 16,0 | 387 | 558 | 1,5 | 1108 | 86 | 61274 |
| 141 | P3.1 | Poppelmonde | 21 | 0,85 | 9 | 444 | 308 | 86 | 196 | 32 | 55 | 5 | 12 | 12 | 6 | 2 | 6,4 | 12 | 20856 | 1,0 | 1001 | 2943 | 0,7 | 3,4 | 271 | 285 | 2,2 | 73 | 54 | 48600 |
| 142 | P3.2 | Poppelmonde | 18 | 0,93 | 9 | 456 | 270 | 86 | 227 | 29 | 52 | 5 | 12 | 11 | 6 | 2 | 6,5 | 21 | 22758 | 2,1 | 640 | 3210 | 3,5 | 2,9 | 288 | 342 | 3,0 | 24 | 25 | 52575 |
| 143 | P3.3 | Poppelmonde | 18 | 0,88 | 10 | 449 | 282 | 90 | 224 | 35 | 51 | 3 | 11 | 12 | 8 | 2 | 6,7 | 16 | 21765 | 1,7 | 1809 | 2799 | 2,3 | 2,8 | 279 | 261 | 2,3 | 82 | 96 | 50939 |
| 144 | P3.4 | Poppelmonde | 25 | 0,80 | 11 | 425 | 320 | 88 | 194 | 32 | 55 | 4 | 10 | 12 | 7 | 2 | 6,5 | 9 | 22814 | 1,2 | 690 | 2879 | 0,8 | 2,8 | 299 | 223 | 1,8 | 80 | 69 | 52075 |
| 145 | P3.5 | Poppelmonde | 25 | 0,80 | 12 | 509 | 247 | 90 | 168 | 24 | 49 | 4 | 10 | 14 | 7 | 2 | 6,5 | 23 | 22833 | 2,8 | 394 | 3028 | 1,1 | 2,6 | 317 | 239 | 2,8 | 104 | 67 | 52115 |
| 146 | P3.6 | Poppelmonde | 25 | 0,77 | 12 | 552 | 229 | 89 | 156 | 21 | 46 | 4 | 11 | 13 | 3 | 2 | 6,6 | 10 | 21641 | 1,2 | 576 | 3336 | 1,0 | 4,3 | 307 | 252 | 1,8 | 100 | 69 | 50531 |
| 147 | P3.7 | Poppelmonde | 25 | 0,81 | 11 | 569 | 218 | 82 | 152 | 25 | 43 | 5 | 12 | 14 | 6 | 2 | 6,6 | 65 | 20612 | 2,4 | 1711 | 3139 | 2,9 | 4,9 | 288 | 283 | 2,6 | 314 | 198 | 49213 |
| 148 | P3.8 | Poppelmonde | 25 | 0,84 | 11 | 549 | 268 | 80 | 183 | 26 | 52 | 6 | 12 | 14 | 7 | 2 | 6,2 | 11 | 22009 | 0,9 | 1130 | 2870 | 1,5 | 3,2 | 304 | 179 | 3,9 | 60 | 296 | 50889 |
| 149 | P3.9 | Poppelmonde | 24 | 0,72 | 12 | 598 | 233 | 77 | 148 | 26 | 45 | 4 | 9 | 11 | 6 | 2 | 6,5 | 11 | 20951 | 1,2 | 1611 | 2970 | 1,6 | 2,2 | 272 | 213 | 2,2 | 117 | 127 | 49454 |
| 150 | P3.10 | Poppelmonde | 23 | 0,82 | 12 | 644 | 256 | 291 | 177 | 32 | 80 | 5 | 15 | 15 | 5 | 2 | 7,5 | 12 | 30700 | 1,3 | 659 | 2371 | 0,2 | 3,8 | 397 | 323 | 0,5 | 269 | 76 | 66800 |
| 151 | P4.1 | Poppelmonde | 17 | 1,04 | 7 | 523 | 325 | 75 | 173 | 31 | 48 | 3 | 10 | 10 | 7 | 2 | 6,3 | 16 | 25022 | 1,7 | 878 | 2878 | 11,2 | 6,0 | 343 | 266 | 3,0 | 36 | 351 | 56677 |
| 152 | P4.2 | Poppelmonde | 21 | 0,78 | 11 | 490 | 232 | 94 | 163 | 23 | 39 | 3 | 10 | 13 | 5 | 2 | 6,4 | 8 | 21919 | 1,8 | 1260 | 2616 | 0,4 | 2,9 | 298 | 139 | 2,7 | 55 | 44 | 50329 |
| 153 | P4.3 | Poppelmonde | 23 | 0,84 | 11 | 435 | 176 | 67 | 116 | 17 | 29 | 3 | 10 | 10 | 5 | 1 | 6,7 | 16 | 22503 | 1,5 | 688 | 3067 | 1,9 | 3,0 | 311 | 235 | 2,9 | 11 | 37 | 51826 |
| 154 | P4.4 | Poppelmonde | 20 | 0,90 | 9 | 586 | 267 | 89 | 178 | 21 | 52 | 7 | 11 | 12 | 6 | 2 | 6,4 | 16 | 26700 | 1,1 | 329 | 3097 | 0,4 | 2,8 | 350 | 257 | 2,6 | 155 | 106 | 59922 |
| 155 | P4.5 | Poppelmonde | 23 | 0,81 | 10 | 650 | 278 | 90 | 191 | 26 | 62 | 5 | 13 | 12 | 6 | 2 | 6,5 | 15 | 25506 | 1,6 | 559 | 3792 | 0,7 | 4,1 | 353 | 393 | 2,7 | 204 | 75 | 59155 |
| 156 | P4.6 | Poppelmonde | 27 | 0,80 | 13 | 764 | 278 | 233 | 191 | 29 | 56 | 5 | 13 | 16 | 10 | 2 | 7,3 | 41 | 32065 | 14,2 | 2406 | 2071 | 2,0 | 6,2 | 433 | 552 | 0,9 | 199 | 73 | 70678 |
| 157 | P4.7 | Poppelmonde | 22 | 0,91 | 9 | 531 | 256 | 77 | 173 | 23 | 41 | 4 | 10 | 11 | 15 | 2 | 6,3 | 14 | 27608 | 1,0 | 365 | 3162 | 0,9 | 1,8 | 367 | 218 | 4,9 | 82 | 60 | 61905 |
| 158 | P4.8 | Poppelmonde | 21 | 0,80 | 12 | 526 | 224 | 275 | 144 | 25 | 41 | 3 | 12 | 15 | 12 | 2 | 7,4 | 54 | 25656 | 1,3 | 1455 | 1563 | 0,3 | 3,6 | 345 | 270 | 0,5 | 121 | 90 | 55891 |
| 159 | P4.9 | Poppelmonde | 21 | 0,81 | 11 | 487 | 372 | 125 | 216 | 44 | 57 | 4 | 13 | 15 | 12 | 2 | 7,2 | 28 | 25774 | 1,5 | 2058 | 1786 | 0,5 | 2,3 | 345 | 185 | 1,1 | 87 | 23 | 57179 |
| 160 | P4.10 | Poppelmonde | 22 | 0,72 | 13 | 578 | 244 | 589 | 181 | 28 | 66 | 4 | 13 | 14 | 10 | 2 | 7,4 | 11 | 25069 | 0,9 | 1613 | 1613 | 0,2 | 3,6 | 358 | 342 | 0,3 | 142 | 58 | 54976 |

Bijlage 2. Aantalsontwikkeling plantensoorten

Verklaring van de gebruikte symbolen:

- dalende trend
- + positieve trend
- = gelijkblijvend
- ~ sterk schommelend
- * onduidelijk

Tansleyschattingen:

- R= zeldzaam
- O= occasional, hier en daar
- F= frequent
- A=abundant
- D=dominant

| Winkelberg relatieve verandering | voorjaar | zomer | najaar | controle | gemiddelde gefaseerd | controle |
|---|----------|----------|----------|----------|-------------------------|----------|
| <i>Agrimonia eupatoria</i> | | | | | | |
| 2013-2014 | -398,5% | -403,0% | -441,7% | 366,7% | -411,5% | 366,7% |
| 2013-2015 | -577,3% | -463,6% | -450,0% | 500,0% | -515,0% | 500,0% |
| ontwikkeling tov controle | - | - | - | | - | |
| <i>Arabis hirsuta</i> subsp. <i>hirsuta</i> | | | | | | |
| 2013-2014 | 699,5% | 51,5% | 458,1% | -87,5% | 258,6% | -87,5% |
| 2013-2015 | 495,2% | 109,2% | 1076,2% | -29,2% | 299,6% | -29,2% |
| ontwikkeling tov controle | + | + | + | | + | |
| <i>Briza media</i> | | | | | | |
| 2013-2014 | 377,9% | 77,9% | 155,0% | -75,0% | 154,2% | -75,0% |
| 2013-2015 | 52,9% | 26,1% | 36,7% | -37,5% | 34,7% | -37,5% |
| ontwikkeling tov controle | ~ | + | + | | + | |
| <i>Campanula rapunculus</i> | | | | | | |
| 2013-2014 | ∞ | -1083,3% | -1100,0% | 1000,00% | -1094,6% | 1000,0% |
| 2013-2015 | ∞ | 0,0% | 0,0% | -100,0% | 5,4% | -100,0% |
| ontwikkeling tov controle | = | - | - | | * | |
| <i>Clinopodium vulgare</i> | | | | | | |
| 2013-2014 | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | * | ∞ |
| 2013-2015 | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | * | ∞ |
| ontwikkeling tov controle | * | * | * | | * | |
| <i>Cuscuta epithymum</i> | | | | | | |
| 2013-2014 | ∞ | ∞ | ∞ | -16,0% | ∞ | -16,0% |
| 2013-2015 | ∞ | ∞ | ∞ | -80,0% | ∞ | -80,0% |
| ontwikkeling tov controle | * | * | * | | * | |
| <i>Jasione montana</i> | | | | | | |
| 2013-2014 | 38,8% | ∞ | * | -100,0% | 28,3% | -100,0% |
| 2013-2015 | 40,0% | ∞ | 94,3% | -100,0% | 57,8% | -100,0% |
| ontwikkeling tov controle | - | = | = | | + | |
| <i>Knautia arvensis</i> | | | | | | |
| 2013-2014 | 29,5% | 75,3% | * | -81,2% | 46,6% | -81,2% |
| 2013-2015 | 65,8% | 24,8% | 133,5% | -22,4% | 54,9% | -22,4% |
| ontwikkeling tov controle | + | + | + | | + | |
| <i>Koeleria macrantha</i> | | | | | | |
| 2013-2014 | -521,4% | -564,3% | -721,0% | 650,0% | -665,8% | 650,0% |
| 2013-2015 | -2689,3% | -2283,3% | -2723,8% | 2650,0% | -2660,7% | 2650,0% |
| ontwikkeling tov controle | ~ | + | - | | * | |
| <i>Linum catharticum</i> | | | | | | |
| 2013-2014 | 7,5% | 130,4% | 186,3% | -56,5% | 53,0% | -56,5% |
| 2013-2015 | -215,7% | -69,6% | 1194,7% | 178,3% | 6,7% | 178,3% |
| ontwikkeling tov controle | - | + | + | | = | |
| <i>Mentha suaveolens</i> | | | | | | |
| 2013-2014 | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ |
| 2013-2015 | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ |
| ontwikkeling tov controle | * | * | * | | * | |
| <i>Ononis repens</i> subsp. <i>repens</i> | | | | | | |
| 2013-2014 | * | * | * | * | * | * |
| 2013-2015 | -152,6% | 3,7% | -24,6% | 128,6% | -71,7% | 128,6% |
| ontwikkeling | ~ | + | + | | - | |

| aantallen per ha | | 2011/12 | 2012/13 | 2013/14 | 14/15 | | |
|---|------|----------|---------|---------|----------|-----------|----------|
| Winkelberg | | voorjaar | zomer | najaar | controle | gefaseerd | controle |
| <i>Agrimonia eupatoria</i> | 2013 | 97 | 48 | 55 | 46 | 67 | 46 |
| | 2014 | 66 | 30 | 14 | 212 | 37 | 212 |
| | 2015 | 22 | 65 | 82 | 273 | 57 | 273 |
| <i>Arabis hirsuta</i> subsp. <i>hirsuta</i> | 2013 | 220 | 544 | 78 | 607 | 281 | 607 |
| | 2014 | 1568 | 348 | 366 | 76 | 761 | 76 |
| | 2015 | 1246 | 978 | 893 | 430 | 1039 | 430 |
| <i>Briza media</i> | 2013 | 3082 | 9132 | 10991 | 6067 | 7735 | 6067 |
| | 2014 | 12417 | 9393 | 19784 | 1517 | 13865 | 1517 |
| | 2015 | 3558 | 8088 | 10899 | 3792 | 7515 | 3792 |
| <i>Campanula rapunculus</i> | 2013 | 0 | 26 | 55 | 5 | 27 | 5 |
| | 2014 | 0 | 4 | 0 | 56 | 1 | 56 |
| | 2015 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Clinopodium vulgare</i> | 2013 | 4 | 0 | 14 | 0 | 6 | 0 |
| | 2014 | 0 | 13 | 0 | 30 | 4 | 30 |
| | 2015 | 0 | 0 | 27 | 0 | 9 | 0 |
| <i>Cuscuta epithymum</i> | 2013 | 0 | 0 | 0 | 126 | 0 | 126 |
| | 2014 | 0 | 0 | 0 | 106 | 0 | 106 |
| | 2015 | 0 | 122 | 0 | 25 | 41 | 25 |
| <i>Jasione montana</i> | 2013 | 352 | 0 | 160 | 30 | 171 | 30 |
| | 2014 | 136 | 9 | * | 0 | * | 0 |
| | 2015 | 141 | 4 | 151 | 0 | 99 | 0 |
| <i>Knautia arvensis</i> | 2013 | 638 | 1413 | 453 | 430 | 835 | 430 |
| | 2014 | 308 | 1331 | * | 81 | * | 81 |
| | 2015 | 916 | 1448 | 957 | 334 | 1107 | 334 |
| <i>Koeleria macrantha</i> | 2013 | 123 | 91 | 490 | 20 | 235 | 20 |
| | 2014 | 282 | 170 | 142 | 152 | 198 | 152 |
| | 2015 | 75 | 426 | 128 | 556 | 210 | 556 |
| <i>Linum catharticum</i> | 2013 | 4183 | 1000 | 847 | 1163 | 2010 | 1163 |
| | 2014 | 2131 | 1739 | 1946 | 506 | 1939 | 506 |
| | 2015 | 2615 | 2087 | 12479 | 3236 | 5727 | 3236 |
| <i>Mentha suaveolens</i> | 2013 | 44 | 348 | 32 | 0 | 141 | 0 |
| | 2014 | 66 | 435 | 0 | 253 | 167 | 253 |
| | 2015 | 79 | 48 | 0 | 30 | 42 | 30 |
| <i>Ononis repens</i> subsp. <i>repens</i> | 2013 | 330 | 283 | 114 | * | 242 | * |
| | 2014 | 660 | 383 | * | 177 | * | 177 |
| | 2015 | 251 | 657 | 234 | 404 | 380 | 404 |

| aantallen per ha | | 2013/14 2014/15 2015/16 2017/18 | | | | | |
|-----------------------------------|------|---------------------------------|-------|--------|----------|-----------|----------|
| Winkelberg | | voorjaar | zomer | najaar | controle | gefaseerd | controle |
| <i>Origanum vulgare</i> | 2013 | 53 | 78 | 64 | 46 | 65 | 46 |
| | 2014 | 282 | 248 | * | 602 | * | 602 |
| | 2015 | 383 | 157 | 792 | 288 | 444 | 288 |
| <i>Platanthera montana</i> | 2013 | * | 74 | 46 | 46 | * | 46 |
| | 2014 | 0 | 26 | 18 | 10 | 15 | 10 |
| | 2015 | 0 | 35 | 110 | 20 | 48 | 20 |
| <i>Polygala comosa</i> | 2013 | * | 1200 | 522 | 738 | * | 738 |
| | 2014 | 260 | 1961 | 417 | 334 | 879 | 334 |
| | 2015 | 423 | 2261 | 1479 | 1274 | 1388 | 1274 |
| <i>Polygala serpyllifolia</i> | 2013 | * | 130 | 55 | 51 | * | 51 |
| | 2014 | 44 | 196 | 9 | 15 | 83 | 15 |
| | 2015 | 132 | 296 | 23 | 101 | 150 | 101 |
| <i>Rhinanthus alectorolophus</i> | 2013 | * | 61 | 27 | 5 | * | 5 |
| | 2014 | 0 | 870 | 0 | 278 | 290 | 278 |
| | 2015 | 0 | 870 | 1259 | 101 | 710 | 101 |
| <i>Rhinanthus minor</i> | 2013 | 92 | 109 | 55 | 0 | 85 | 0 |
| | 2014 | 88 | 522 | 1649 | 0 | 753 | 0 |
| | 2015 | 88 | 1652 | 595 | 51 | 779 | 51 |
| <i>Sanguisorba minor</i> | 2013 | a | a | a | a | a | a |
| | 2014 | a | a | f | a | a | a |
| | 2015 | a | a | a | a | a | a |
| <i>Scabiosa columbaria</i> | 2013 | 484 | 0 | 266 | 961 | 250 | 961 |
| | 2014 | 269 | 4 | * | 516 | * | 516 |
| | 2015 | 392 | 65 | 197 | 1810 | 218 | 1810 |
| <i>Stachys officinalis</i> | 2013 | 1057 | * | 1562 | 1795 | * | 1795 |
| | 2014 | 1841 | 1026 | 1113 | 1542 | 1327 | 1542 |
| | 2015 | 2140 | 3183 | 2129 | 1946 | 2484 | 1946 |
| <i>Ballota nigra</i> | 2014 | 0 | 0 | 5 | 5 | 2 | 5 |
| | 2015 | 0 | 22 | 0 | 101 | 7 | 101 |
| <i>Carlina vulgaris</i> | 2013 | 0 | 0 | 9 | 5 | 3 | 5 |
| <i>Erigeron acer</i> | 2015 | 0 | 222 | 224 | 0 | 149 | 0 |
| <i>Genista anglica</i> | 2014 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| <i>Galium pumilum</i> | 2013 | 132 | 130 | 69 | 76 | 110 | 76 |
| <i>Succisa pratensis</i> | 2014 | 0 | 109 | 0 | 420 | 36 | 420 |
| <i>Koeleria pyramidata</i> | 2014 | 0 | 13 | 0 | 10 | 4 | 10 |
| Tansleyschatting | | voorjaar | zomer | najaar | controle | | |
| <i>potentilla tabernaemontani</i> | 2015 | o | o | r | o | | |
| <i>carex caryophyllea</i> | 2015 | o | o | o | ? | | |
| <i>Daucus carota</i> | 2015 | - | f | f | o | | |
| <i>Centaurium erythraea</i> | 2015 | r | o | o | r | | |
| <i>Pimpinella saxifraga</i> | 2015 | o | o | o | o | | |
| <i>Thymus pulegioides</i> | 2015 | o | f | f | f | | |

| Winkelberg relatieve verandering | voorjaar | zomer | najaar | controle | gemiddelde gefaseerd | controle |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|-------------------------|----------------|
| Origanum vulgare | | | | | | |
| 2013-2014 | -788,9% | -1005,6% | * | 1222,2% | -1050,9% | 1222,2% |
| 2013-2015 ontwikkeling | 91,7% | -433,3% | 602,4% | 533,3% | 48,9% | 533,3% |
| | ~ | ~ | + | | ~ | |
| Platanthera montana | | | | | | |
| 2013-2014 | * | 13,1% | 17,8% | -77,8% | 14,9% | -77,8% |
| 2013-2015 ontwikkeling | * | 2,6% | 195,6% | -55,6% | 76,4% | -55,6% |
| | * | = | + | | + | |
| Polygala comosa | | | | | | |
| 2013-2014 | * | 118,2% | 34,6% | -54,8% | 107,9% | -54,8% |
| 2013-2015 ontwikkeling | * | 15,8% | 110,7% | 72,6% | 69,1% | 72,6% |
| | * | + | + | | + | |
| Polygala serpyllifolia | | | | | | |
| 2013-2014 | * | 120,0% | -13,3% | -70,0% | 104,2% | -70,0% |
| 2013-2015 ontwikkeling | * | 26,7% | -158,3% | 100,0% | 43,1% | 100,0% |
| | * | + | ~ | | + | |
| Rhinanthus alectorolophus | | | | | | |
| 2013-2014 | * | -4071,4% | -5500,0% | 5400,0% | -4515,7% | 5400,0% |
| 2013-2015 ontwikkeling | * | -571,4% | 2583,3% | 1900,0% | 409,6% | 1900,0% |
| | * | - | ~ | | ~ | |
| Rhinanthus minor | | | | | | |
| 2013-2014 | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ |
| 2013-2015 ontwikkeling | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ |
| | * | * | * | | | |
| Sanguisorba minor | | | | | | |
| 2013 | | | | | | |
| 2014 | | | | | | |
| 2015 | | | | | | |
| | = | = | = | = | = | |
| Scabiosa columbaria | | | | | | |
| 2013-2014 | 1,8% | ∞ | * | -46,3% | -17,3% | -46,3% |
| 2013-2015 ontwikkeling | -107,5% | ∞ | - | 88,4% | -101,2% | 88,4% |
| | ~ | * | | | * | |
| Stachys officinalis | | | | | | |
| 2013-2014 | 88,3% | * | -14,7% | -14,1% | 66,1% | -14,1% |
| 2013-2015 ontwikkeling | 94,0% | * | 27,9% | 8,5% | 176,2% | 8,5% |
| | + | * | ~ | | + | |

| Wrakelberg | | voorjaar | zomer | najaar | controle | gefaseerd | controle |
|---|--------------|----------|-------|--------|----------|-----------|----------|
| Aantallen per ha | | | | | | | |
| <i>Bromopsis erecta</i> | 2013 | 1806 | 993 | 426 | 25 | 1075 | 25 |
| | 2014 | 9876 | 2414 | 610 | 29 | 4300 | 29 |
| | 2015 | 19495 | 10097 | 2538 | 1863 | 10710 | 1863 |
| | ontwikkeling | | | | | | |
| <i>Carlina vulgaris</i> | 2013 | 350 | 150 | 153 | 197 | 218 | 197 |
| | 2014 | 332 | 2002 | 398 | 474 | 910 | 474 |
| | 2015 | 206 | 864 | 529 | 329 | 533 | 329 |
| | ontwikkeling | | | | | | |
| <i>Clinopodium vulgare</i> | 2013 | 298 | 39 | 185 | 239 | 174 | 239 |
| | 2014 | 74 | 145 | 188 | 343 | 136 | 343 |
| | 2015 | 15 | 130 | 277 | 317 | 140 | 317 |
| | ontwikkeling | | | | | | |
| <i>Galium pumilum</i> | 2013 | 4 | 161 | 845 | 2554 | 336 | 2554 |
| | 2014 | | | | | | |
| | 2015 | 2635 | 59 | 508 | 2704 | 1067 | 2704 |
| | ontwikkeling | | | | | | |
| <i>Gentianella germanica</i> | 2013 | 258 | 43 | 976 | 740 | 426 | 740 |
| | 2014 | 0 | 35 | 82 | 265 | 39 | 265 |
| | 2015 | 0 | 0 | 0 | 45 | 0 | 45 |
| | ontwikkeling | | | | | | |
| <i>Gymnadenia conopsea</i> | 2013 | 4 | 3141 | 2662 | 1955 | 1935 | 1955 |
| | 2014 | 206 | 365 | 1622 | 2189 | 731 | 2189 |
| | 2015 | 92 | 192 | 351 | 502 | 212 | 502 |
| | ontwikkeling | | | | | | |
| <i>Ophrys apifera</i> | 2013 | 0 | 0 | 11 | 15 | 4 | 15 |
| | 2014 | 228 | 39 | 110 | 13 | 126 | 13 |
| | 2015 | 254 | 106 | 0 | 3 | 120 | 3 |
| | ontwikkeling | | | | | | |
| <i>Orchis militaris</i> | 2013 | * | 8 | 121 | 379 | * | 379 |
| | 2014 | 11 | 12 | 50 | 218 | 24 | 218 |
| | 2015 | 33 | 67 | 103 | 380 | 68 | 380 |
| | ontwikkeling | | | | | | |
| <i>Plantago media</i> | 2013 | 41 | 177 | 0 | 91 | 72 | 91 |
| | 2014 | 7 | 43 | 0 | 3 | 17 | 3 |
| | 2015 | 7 | 342 | 53 | 97 | 134 | 97 |
| | ontwikkeling | | | | | | |
| <i>Platanthera bifolia</i> x <i>Platanthera montana</i> | 2013 | 0 | 989 | 912 | 646 | 634 | 646 |
| | 2014 | 44 | 345 | 589 | 367 | 326 | 367 |
| | 2015 | 125 | 118 | 373 | 242 | 205 | 242 |
| | ontwikkeling | | | | | | |
| <i>Rhinanthus minor</i> | 2013 | 133 | 1178 | 603 | 6788 | 638 | 6788 |
| | 2014 | 18 | 314 | 976 | 523 | 436 | 523 |
| | 2015 | 4 | 2893 | 1363 | 2371 | 1420 | 2371 |
| | ontwikkeling | | | | | | |
| <i>Salvia verticillata</i> | 2013 | 140 | 1653 | 2822 | 2891 | 1538 | 2891 |
| | 2014 | 177 | 726 | 6385 | 12016 | 2429 | 12016 |
| | 2015 | 615 | 2199 | 6105 | 3985 | 2973 | 3985 |
| | ontwikkeling | | | | | | |
| <i>Anthyllis vulneraria</i> | 2013 | 0 | 55 | 270 | 22 | 108 | 22 |
| | 2014 | 7 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 |
| | 2015 | 33 | 31 | 14 | 36 | 26 | 36 |
| | ontwikkeling | | | | | | |

| Wrakelberg relatieve ontwikkeling | voorjaar | zomer | najaar | controle | gemiddelde gefaseerd | controle |
|--|---------------|---------------|---------------|----------|-------------------------|----------------|
| Bromopsis erecta | | | | | | |
| 2013-2014 | 429,5% | 125,7% | 25,9% | 17,4% | 282,7% | 17,4% |
| 2013-2015 ontwikkeling | -6376,9% * | -6439,9% * | -6860,7% * | 7356,5% | -6460,2% * | 7356,5% |
| Carlina vulgaris | | | | | | |
| 2013-2014 | -146,1% | 1093,9% | 19,6% | 140,9% | 177,6% | 140,9% |
| 2013-2015 ontwikkeling | -108,5% - | 408,4% ~ | 179,1% + | 67,4% | 77,6% + | 67,4% |
| Clinopodium vulgare | | | | | | |
| 2013-2014 | -118,9% | 226,4% | -41,7% | 43,6% | -65,7% | 43,6% |
| 2013-2015 ontwikkeling | -127,8% - | 197,3% + | 17,3% + | 32,7% | -52,1% - | 32,7% |
| Galium pumilum | | | | | | |
| 2013-2014 | | | | | -100,0% | 0,0% |
| 2013-2015 ontwikkeling | 71394,1% + | -69,3% - | -45,8% - | 5,9% | 211,3% + | 5,9% |
| Gentianella germanica | | | | | | |
| 2013-2014 | -35,8% | 46,0% | -27,5% | -64,2% | -26,7% | -64,2% |
| 2013-2015 ontwikkeling | -6,0% - | -6,0% - | -6,0% - | -94,0% | -6,0% - | -94,0% |
| Gymnadenia conopsea | | | | | | |
| 2013-2014 | 5488,0% | -100,4% | -51,1% | 12,0% | -74,2% | 12,0% |
| 2013-2015 ontwikkeling | 2474,3% - | -19,5% - | -12,5% - | -74,3% | -14,7% - | -74,3% |
| Ophrys apifera | | | | | | |
| 2013-2014 | ∞ | ∞ | 947,6% | -14,3% | 3462,1% | -14,3% |
| 2013-2015 ontwikkeling | ∞ + | ∞ + | -19,7% ~ | -80,3% | 3363,9% + | -80,3% |
| Orchis militaris | | | | | | |
| 2013-2014 | | 92,4% | -16,4% | -42,4% | -1,2% | -42,4% |
| 2013-2015 ontwikkeling | = | 749,7% + | -15,0% ~ | 0,3% | 57,5% ~ | 0,3% |
| Plantago media | | | | | | |
| 2013-2014 | 14,6% | 20,9% | ∞ | -96,4% | 19,7% | -96,4% |
| 2013-2015 ontwikkeling | -87,8% - | 87,4% + | ∞ + | 6,0% | 79,2% + | 6,0% |
| Platanthera bifolia x Platanthera montana | | | | | | |
| 2013-2014 | ∞ | -21,9% | 7,8% | -43,2% | -5,3% | -43,2% |
| 2013-2015 ontwikkeling | ∞ + | -25,6% - | 3,4% = | -62,5% | -5,1% = | -62,5% |
| Rhinanthus minor | | | | | | |
| 2013-2014 | 6,2% | 19,0% | 154,1% | -92,3% | 60,7% | -92,3% |
| 2013-2015 ontwikkeling | -32,2% - | 210,7% + | 191,0% + | -65,1% | 187,7% + | -65,1% |
| Salvia verticillata | | | | | | |
| 2013-2014 | -289,3% | -371,7% | -189,3% | 315,6% | -257,7% | 315,6% |
| 2013-2015 ontwikkeling | 301,6% + | -4,8% ~ | 78,5% + | 37,8% | 55,4% ~ | 37,8% |
| Anthyllis vulneraria | | | | | | |
| 2013-2014 | ∞ | -5,0% | -5,0% | -95,0% | -2,7% | -95,0% |
| 2013-2015 ontwikkeling | ∞ + | -107,9% ~ | -159,7% - | 65,0% | -140,7% - | 65,0% |

| Wrakelberg | | | | | | | |
|-------------------------|------|----------|-------|--------|----------|-----------|----------|
| Aantallen per ha | | voorjaar | zomer | najaar | controle | gefaseerd | controle |
| Colchicum autumnale | 2015 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Valerianella dentata | 2015 | 0 | 0 | 0 | 22 | 0 | 22 |
| Clinopodium acinos | 2014 | 0 | 16 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| Koeleria macrantha | 2013 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 |
| Neottia ovata | 2013 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| | 2015 | 0 | 4 | 4 | 10 | 2 | 10 |
| Ophrys insectifera | 2015 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Ornithogalum umbellatum | 2015 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 |
| Orchis purpurea | 2014 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 10 |
| | 2015 | 0 | 4 | 0 | 27 | 1 | 27 |
| Tansleyschattingen | | | | | | | |
| | | voorjaar | zomer | najaar | controle | | |
| Knautia arvensis | 2015 | f | o | o | o | | |
| Genista tinctoria | 2015 | f | f | f | f | | |
| Briza media | 2015 | ? | f | f | f | | |
| Sanguisorba minor | 2015 | f | a | a | f | | |
| Scabiosa columbaria | 2015 | f | a | a | a | | |
| Origanum vulgare | 2015 | o | f | f | f | | |
| Leontodon hispidus | 2015 | o | f | o | o | | |
| Euphrasia stricta | 2015 | o | r | r | f | | |
| Thymus pulegioides | 2015 | o | a | a | f | | |
| Ononis repen | 2015 | r | o | o | f | | |
| Pimpinella saxifraga | 2015 | f | f | f | o | | |
| Agrimonia eupatoria | 2015 | - | s | r | o | | |
| Daucus carota | 2015 | s | a | a | f | | |

| Laamhei | 1323 | 1405 | 1026 | 1531 | 1678 | gemiddelde | gemiddelde |
|------------------------------|----------|---------|--------|------------|--------------|------------|----------------|
| Aantallen per ha | voorjaar | zomer | najaar | controle a | 'controle b" | gefaseerd | "controle a+b" |
| Agrimonia eupatoria | | per ha: | | | | | |
| 2014 | 1406 | * | 1286 | 790 | * | * | * |
| 2015 | 438 | 115 | 1276 | 1613 | 441 | 610 | 1027 |
| ontwikkeling | - | * | = | + | * | | |
| Bromopsis erecta | | | | | | | |
| 2014 | 227 | 2155 | 731 | 85 | 119 | 1038 | 102 |
| 2015 | 983 | 1920 | 361 | 0 | 0 | 1088 | 0 |
| ontwikkeling | + | = | - | - | - | + | - |
| Carex pallescens | | | | | | | |
| 2014 | 83 | 34 | 0 | 59 | 42 | 39 | 50 |
| 2015 | 106 | 61 | 156 | 65 | 274 | 107 | 170 |
| ontwikkeling | = | + | + | = | + | + | + |
| Carlina vulgaris | | | | | | | |
| 2014 | 76 | * | | 72 | * | * | * |
| 2015 | 227 | 344 | | 7 | 36 | 190 | 21 |
| ontwikkeling | + | * | = | - | * | | |
| Clinopodium vulgare | | | | | | | |
| 2014 | 620 | * | 1598 | 2521 | * | * | * |
| 2015 | 484 | 101 | 945 | 536 | 399 | 510 | 467 |
| ontwikkeling | = | * | - | - | * | | |
| Gentianella germanica | | | | | | | |
| 2014 | 91 | * | 1121 | 2358 | * | 404 | * |
| 2015 | 0 | 438 | 68 | 222 | 352 | 169 | 287 |
| ontwikkeling | - | * | - | - | * | | |
| Gymnadenia conopsea | | | | | | | |
| 2014 | 416 | 1078 | 1315 | 1143 | 947 | 936 | 1045 |
| 2015 | 15 | 512 | 565 | 98 | 578 | 364 | 338 |
| ontwikkeling | - | = | = | - | - | = | - |
| Neottia ovata | | | | | | | |
| 2014 | 491 | 640 | 1208 | 522 | 1186 | 780 | 854 |
| 2015 | 2638 | 1596 | 3206 | 1358 | 2652 | 2480 | 2005 |
| ontwikkeling | + | + | + | + | + | + | + |
| Ophrys insectifera | | | | | | | |
| 2014 | 15 | 34 | 0 | 52 | 6 | 16 | 29 |
| 2015 | 15 | 182 | 39 | 33 | 66 | 79 | 49 |
| ontwikkeling | = | + | + | - | + | + | + |
| Orchis militaris | | | | | | | |
| 2014 | 242 | 182 | 575 | 581 | 1674 | 333 | 1128 |
| 2015 | 249 | 182 | 624 | 1038 | 1829 | 352 | 1434 |
| ontwikkeling | = | = | = | + | = | = | = |
| Orchis purpurea | | | | | | | |
| 2014 | 166 | 209 | 331 | 33 | 346 | 235 | 189 |
| 2015 | 302 | 242 | 614 | 320 | 947 | 386 | 634 |
| ontwikkeling | + | = | + | + | + | + | + |
| Plantago media | | | | | | | |
| 2014 | 801 | * | 263 | 1803 | * | * | * |
| 2015 | 1981 | 49843 | 1315 | 30794 | 14593 | 17713 | 22693 |
| ontwikkeling | + | + | + | + | + | * | * |
| Polygala comosa | | | | | | | |
| 2014 | 295 | 2560 | 214 | 483 | 471 | 1023 | 477 |
| 2015 | 975 | 6587 | 1315 | 346 | 4308 | 2959 | 2327 |
| ontwikkeling | + | + | + | = | + | + | + |
| Primula veris | | | | | | | |
| 2014 | 68 | 397 | 1072 | 39 | 0 | 512 | 20 |
| 2015 | 325 | 1354 | 1705 | 588 | 0 | 1128 | 294 |
| ontwikkeling | + | + | + | + | = | + | + |
| Rhinanthus minor | | | | | | | |
| 2014 | 3780 | 4041 | 6821 | 5225 | 7150 | 4881 | 6188 |
| 2015 | 106 | 4850 | 3898 | 1110 | 6572 | 2951 | 3841 |
| ontwikkeling | - | + | = | - | = | = | - |
| Briza media (Tansley) | | | | | | | |
| 2014 | o | f | r | o | f | | |
| 2015 | r | a | o | f | o | | |
| ontwikkeling | - | + | + | + | - | + | = |
| Linum catharticum (Tansley) | | | | | | | |
| 2014 | r | r | r | r | f | | |
| 2015 | o | a | o | r | r | | |
| ontwikkeling | + | + | + | = | - | + | = |
| Avenula pubescens (Tansley) | | | | | | | |
| 2014 | a | o | r | f | o | | |
| 2015 | f | o | r | r | r | | |
| ontwikkeling | - | = | = | - | - | = | - |
| Centaurea scabiosa (Tansley) | | | | | | | |
| 2014 | o | o | | o | r | | |
| 2015 | f | f | o | f | o | | |
| ontwikkeling | + | + | + | + | + | + | + |

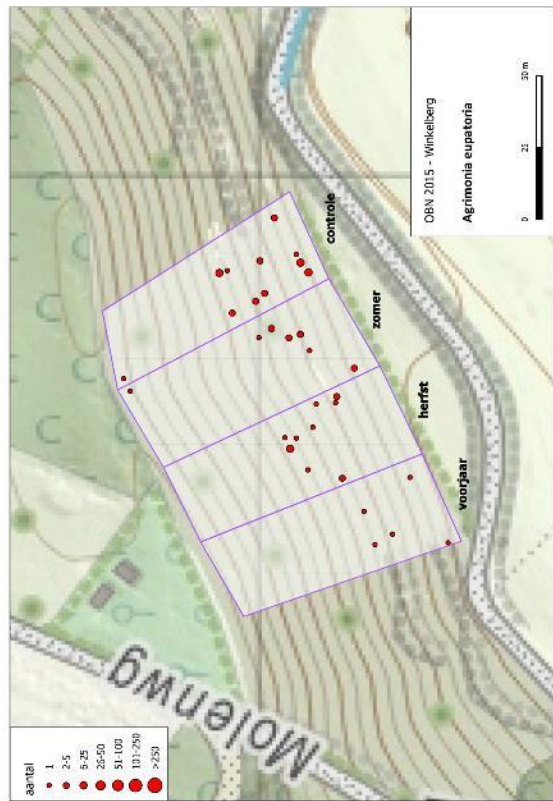
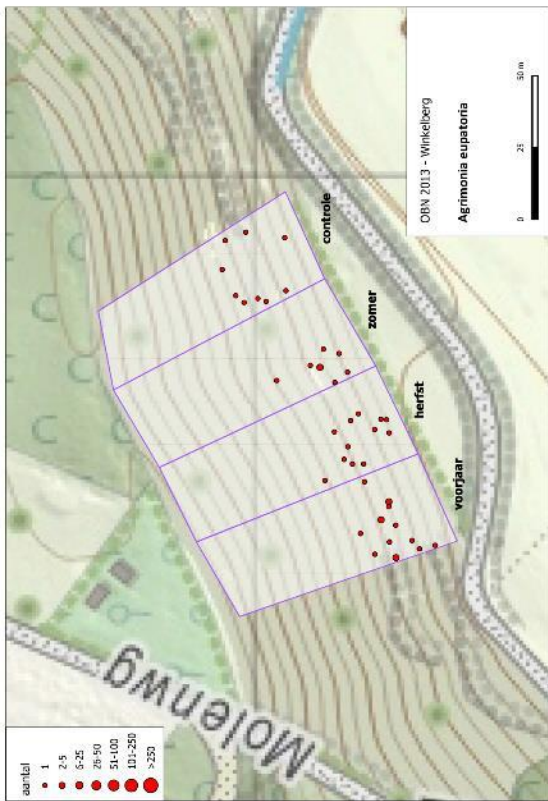
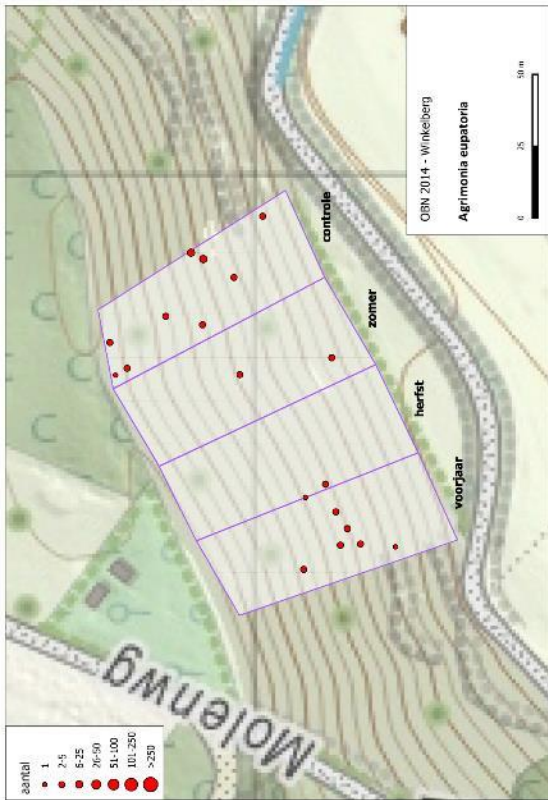
| relatieve ontwikkeling | voorjaar | zomer | najaar | controle a | "controle b" | gefaseerd | controle |
|--|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|----------|
| Agrimonia eupatoria 2014-2015 ontwikkeling | * | * | * | 104,1% | * | | |
| Bromopsis erecta 2014-2015 ontwikkeling | 433,3% + | 89,1% = | 49,3% + | -100,0% | -100,0% | 104,8% + | -100,0% |
| Carex pallescens 2014-2015 ontwikkeling | -256,9% | -204,1% | ∞ | 11,1% | 557,1% | | |
| Carlina vulgaris 2014-2015 ontwikkeling | * | * | ∞ | -90,9% | * | | |
| Clinopodium vulgare 2014-2015 ontwikkeling | * | * | * | -78,8% | * | | |
| Gentianella germanica 2014-2015 ontwikkeling | * | * | * | -90,6% | * | | |
| Gymnadenia conopsea 2014-2015 ontwikkeling | -31,2% - | 12,7% = | 8,2% = | -91,4% | -39,0% | 4,1% = | -65,2% |
| Neottia ovata 2014-2015 ontwikkeling | 295,1% + | 7,7% + | 23,5% + | 160,0% | 123,6% | 76,2% + | 141,8% |
| Ophrys insectifera 2014-2015 ontwikkeling | -481,3% | -41,2% | #DEEL/0! | -37,5% | 1000,0% | | |
| Orchis militaris 2014-2015 ontwikkeling | -40,8% | -44,0% | -35,5% | 78,7% | 9,3% | -38,3% | 44,0% |
| Orchis purpurea 2014-2015 ontwikkeling | -445,3% + | -510,9% = | -441,8% + | 880,0% | 174,1% | -463,0% + | 527,1% |
| Plantago media 2014-2015 ontwikkeling | * | * | * | 1608,3% | * | | |
| Polygala comosa 2014-2015 ontwikkeling | -162,6% + | -236,0% + | 120,2% + | -28,4% | 815,2% | -204,1% + | 393,4% |
| Primula veris 2014-2015 ontwikkeling | ∞ | ∞ | ∞ | 1400,0% | ∞ | | |
| Rhinanthus minor 2014-2015 ontwikkeling | -53,8% - | 63,4% + | 0,6% = | -78,8% | -8,1% | 3,9% = | -43,4% |
| Briza media 2014 2015 ontwikkeling | | | | | | | |
| Linum catharticum 2014 2015 ontwikkeling | | | | | | | |
| Avenula pubescens 2014 2015 ontwikkeling | | | | | | | |
| Centaurea scabiosa 2014 2015 ontwikkeling | | | | | | | |

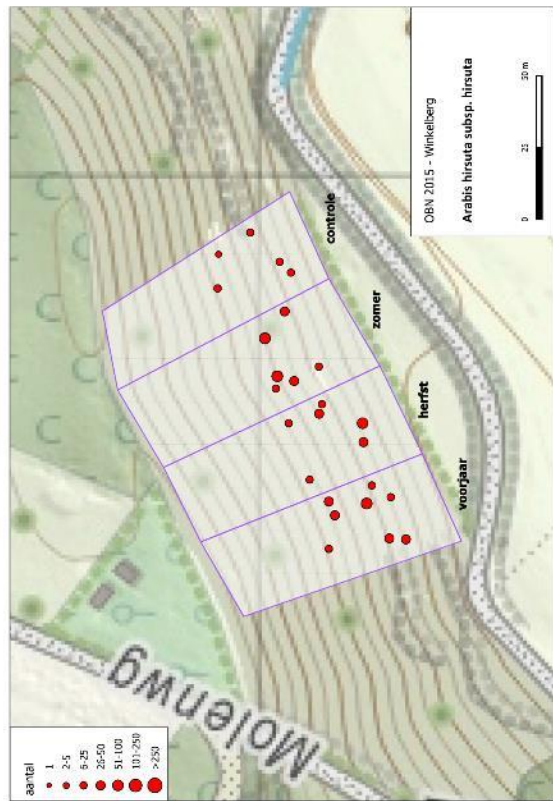
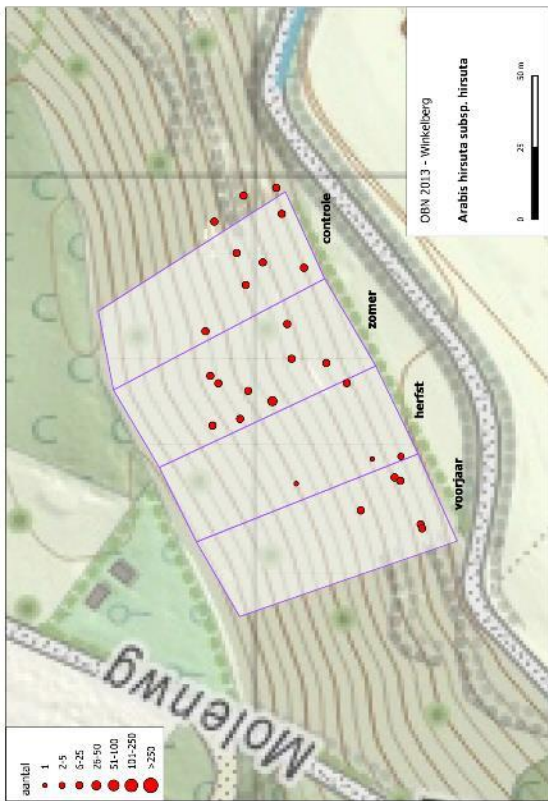
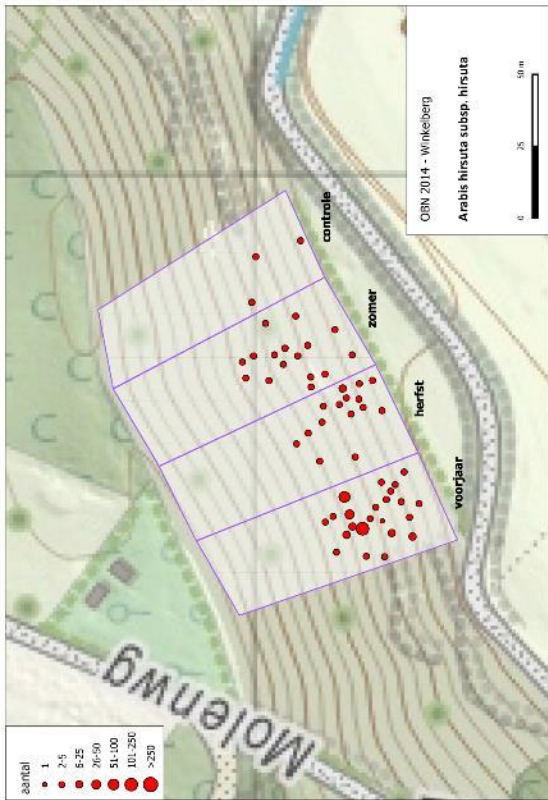
| Laamhei | | 1923 | 1485 | 1026 | 1931 | 1678 | gemiddelde | gemiddelde |
|------------------------------------|--------------|----------|-------|--------|------------|--------------|------------|----------------|
| Aantallen per ha | | voorjaar | zomer | najaar | controle a | 'controle b" | gefaseerd | "controle a+b" |
| Soorten met incidenteel voorkomen: | | | | | | | | |
| Anacamptis pyramidalis | | | | | | | | |
| | 2014 | | 54 | | 0 | | 18 | 0 |
| | 2015 | | 74 | | 7 | | 25 | 3 |
| | ontwikkeling | | = | | = | | = | = |
| Cirsium acaule | | | | | | | | |
| | 2014 | 8 | * | 136 | | * | * | * |
| | 2015 | | 0 | 0 | | 66 | 0 | 33 |
| | ontwikkeling | = | * | - | | * | | |
| Galium pumilum | 2015 | 121 | 0 | 390 | 0 | 149 | 170 | 74 |
| hypericum hirsutum | 2015 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| Hypericum pulchrum | 2015 | 8 | 20 | 0 | 202 | 0 | 9 | 101 |
| Koeleria macrantha | 2015 | 15 | 0 | 39 | 0 | 101 | 18 | 51 |
| Koeleria pyramidata | 2014 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 6 |
| algemene soorten (Tansley) | | | | | | | regulier | |
| Daucus carota | 2015 | - | o | o | o | r | | |
| Knautia arvensis | 2015 | o | r | o | f | o | | |
| Leontodon hispidus | 2015 | f | a | o | f | a | | |
| Melilotus altissima | 2015 | - | r | s | r | - | | |
| Origanum vulgare | 2015 | a | o | o | o | o | | |
| Rhinanthus alectorolophus | 2014 | r | f | lf | f | f | | |
| | 2015 | a | a | a | f | a | | |
| Scabiosa columbaria | 2015 | o | o | o | f | f | | |
| Succisa pratensis | 2015 | f | a | o | a | f | | |
| Sanguisorba minor | 2015 | o | f | a | f | o | | |

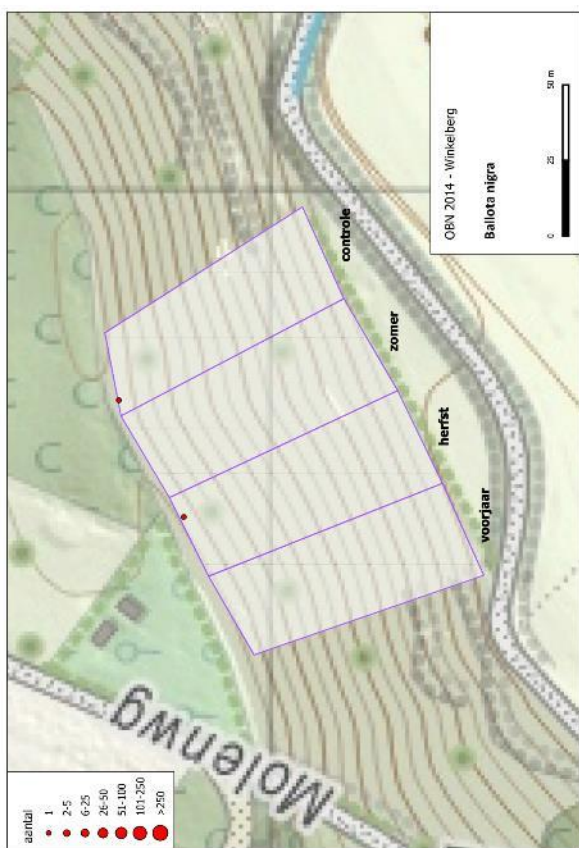
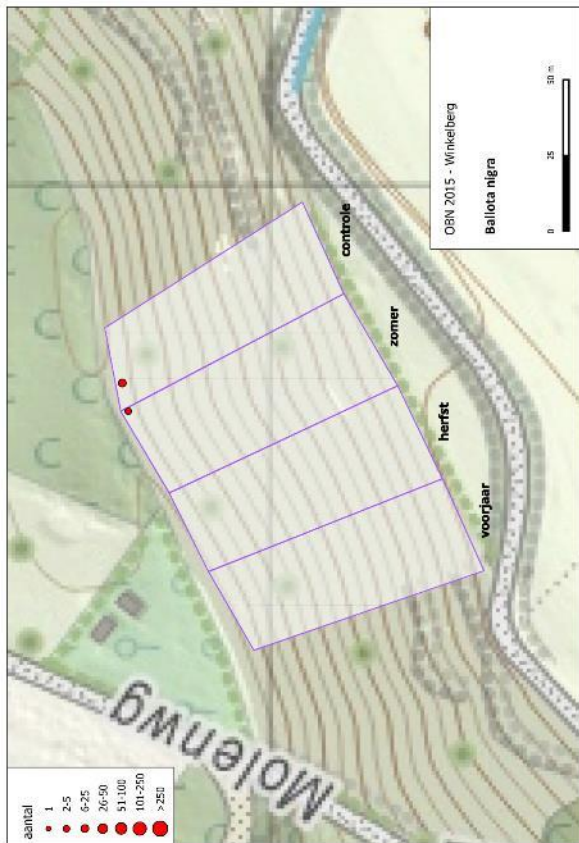
Bijlage 3. Verspreidingskaarten plantensoorten

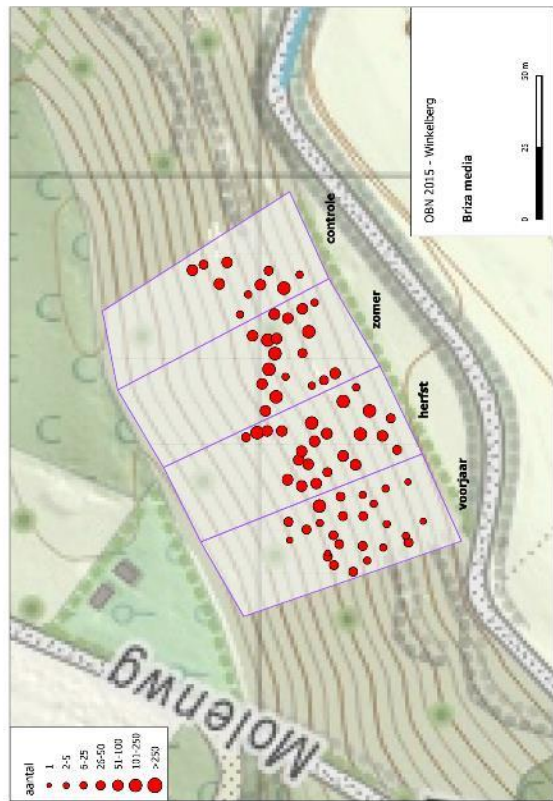
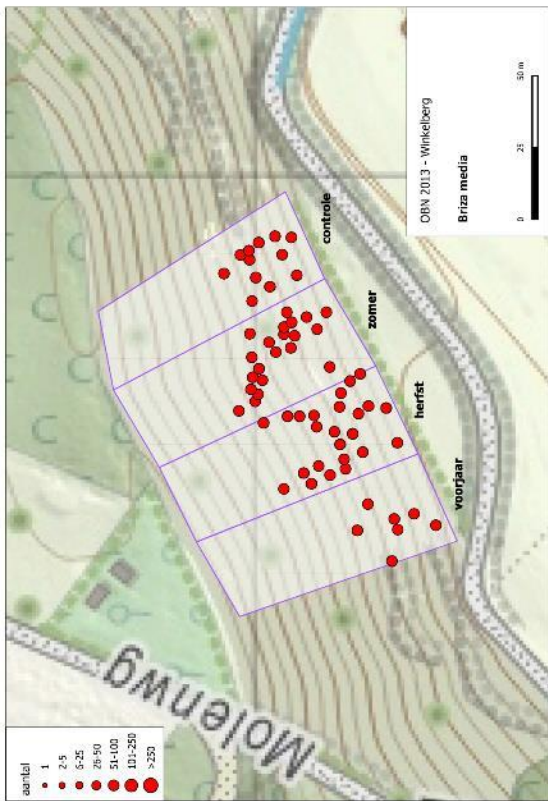
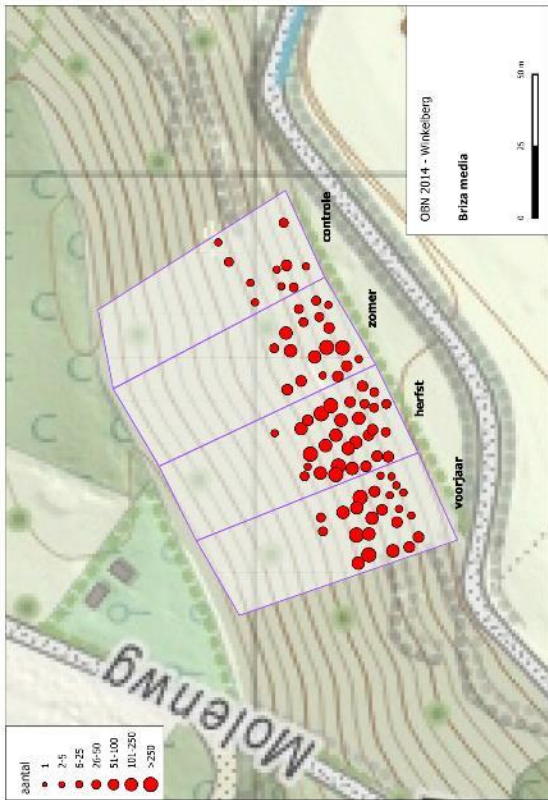
In deze bijlage staan alle verspreidingskaarten van geselecteerde plantensoorten die zijn gekarteerd binnen de proefvlakken op de hellingschraallanden Wrakelberg, Winkelberg en Laamhei in de jaren 2013-2014-2015. Indien een soort in een jaar niet voorkomt binnen de proefvlakken is er geen kaart opgenomen.

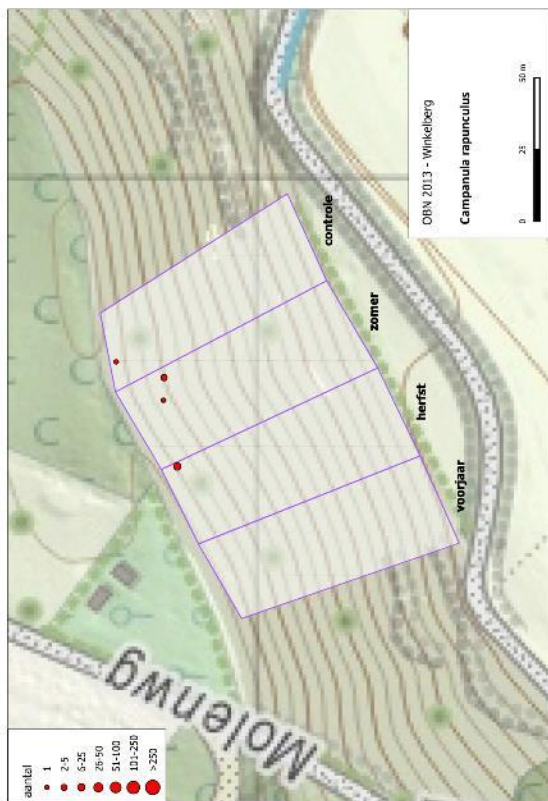
De selectie van soorten en de uitwerking van de gegevens staan in hoofdstuk 3 'Karakteristieke plantensoorten'. In Bijlage 2 zijn tabellen opgenomen met de aantallen van de gekarteerde plantensoorten.

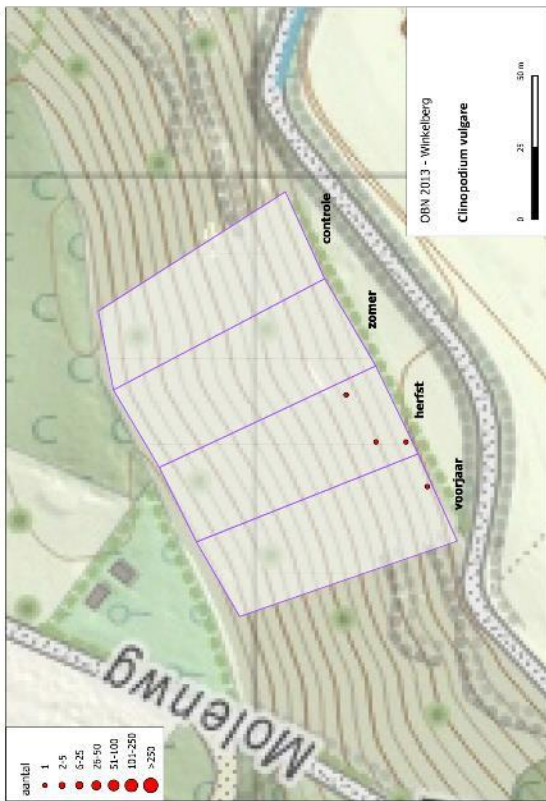
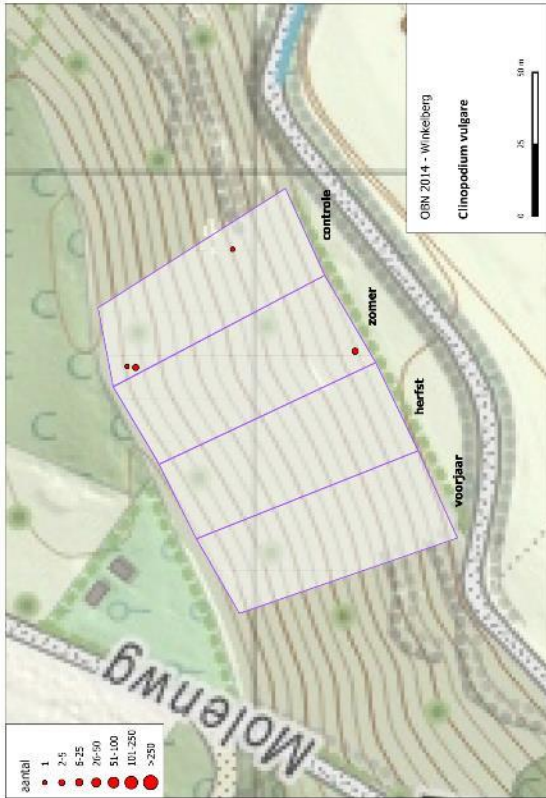


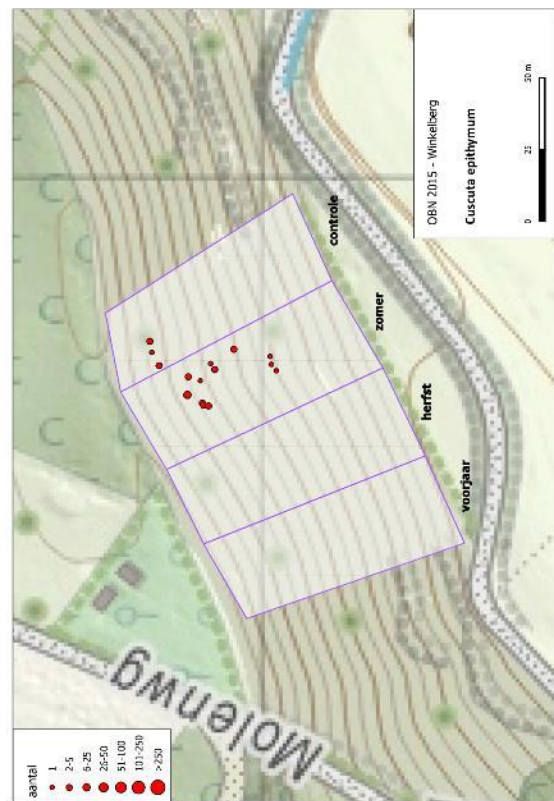
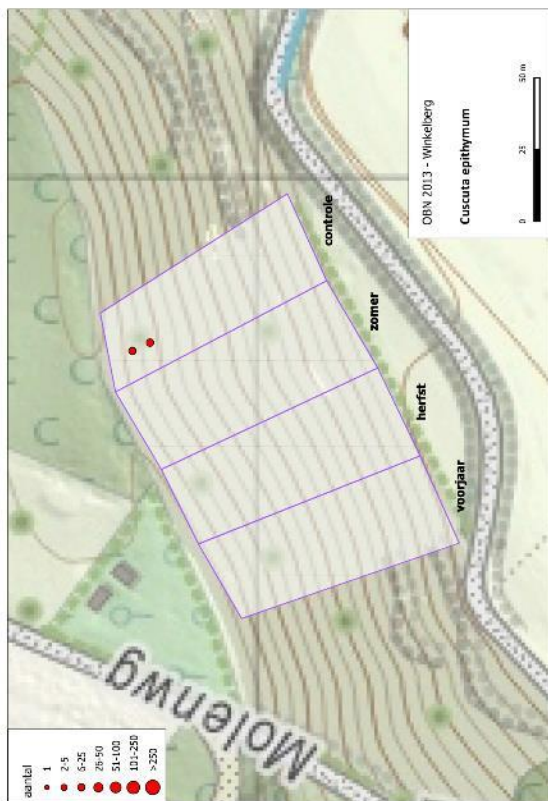
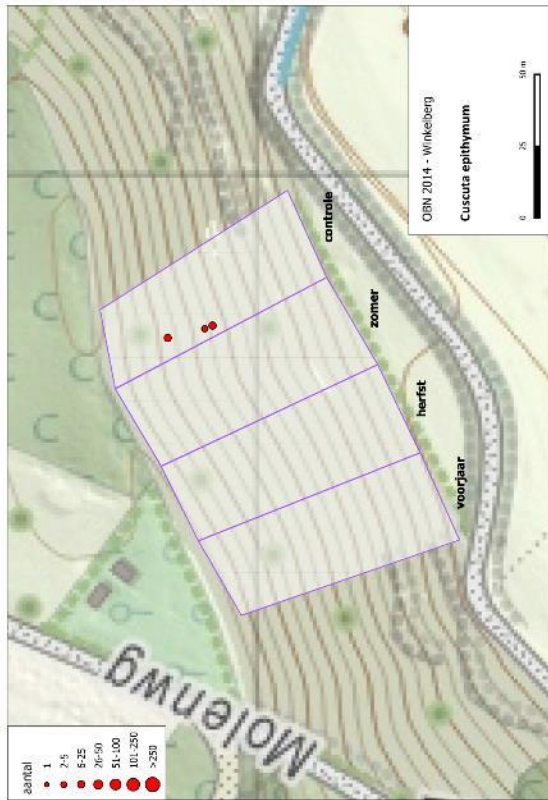


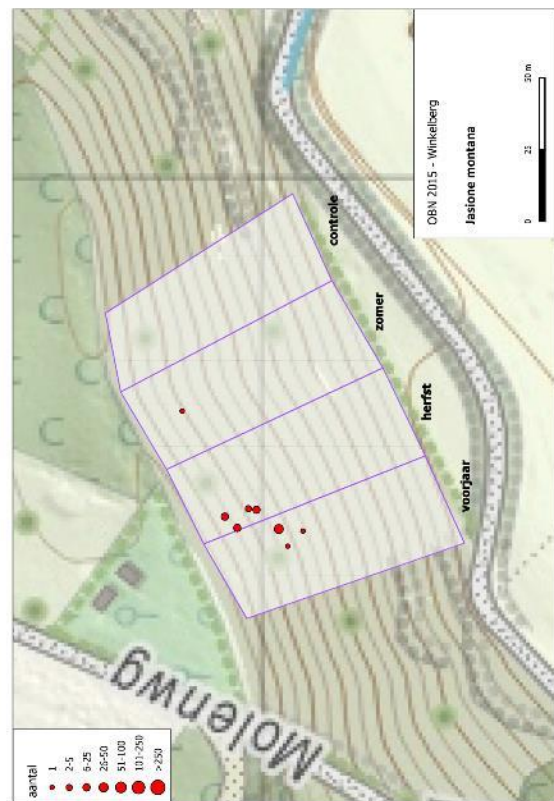
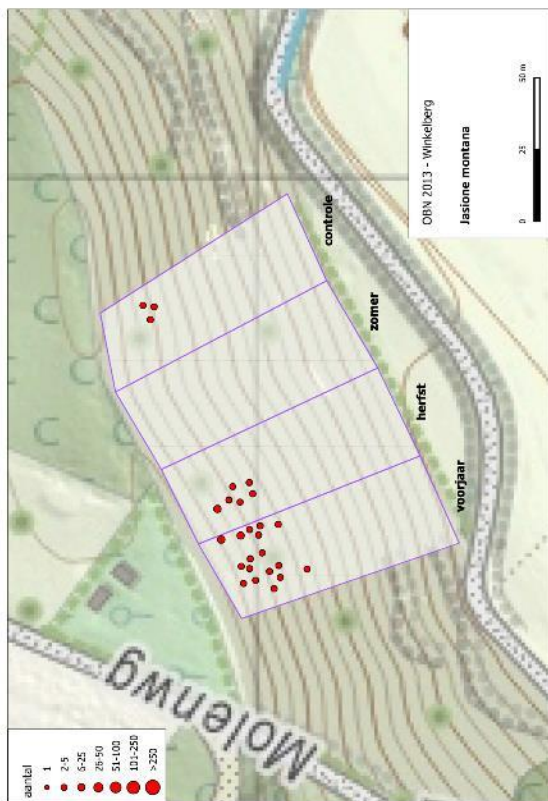
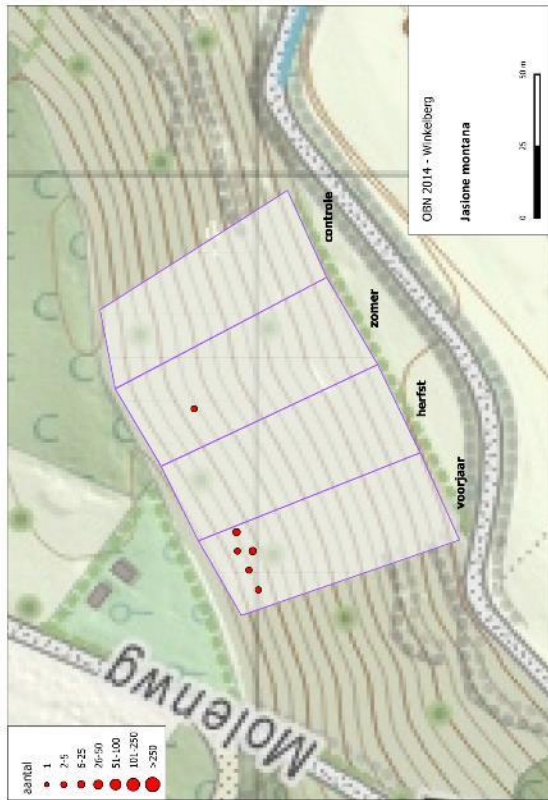


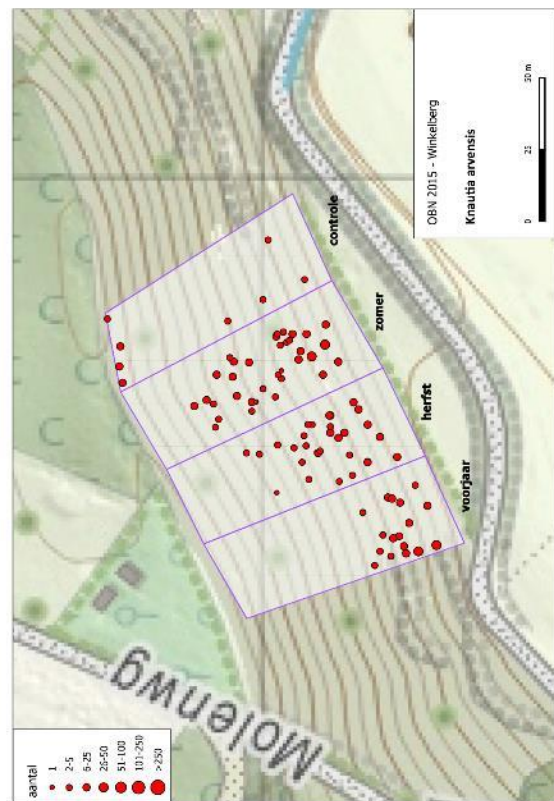
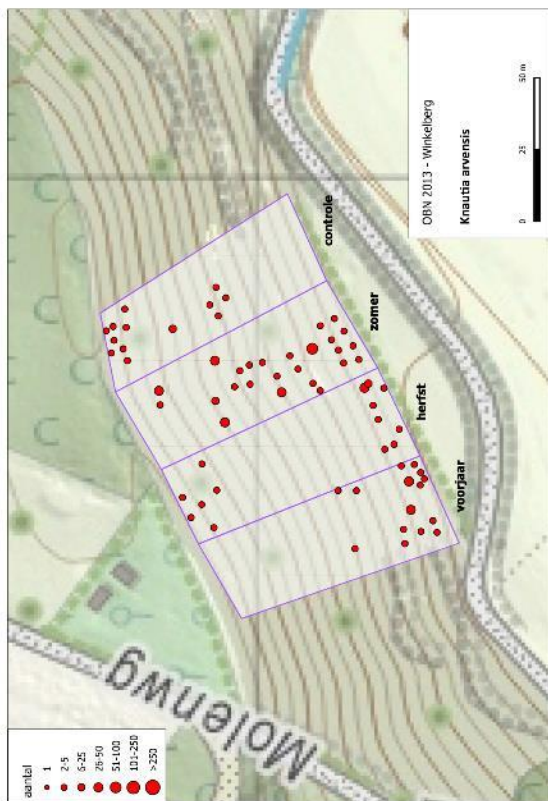
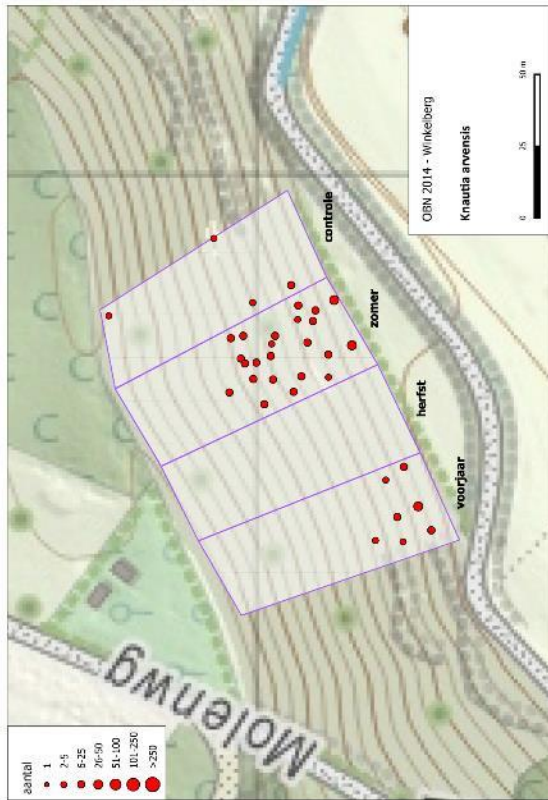


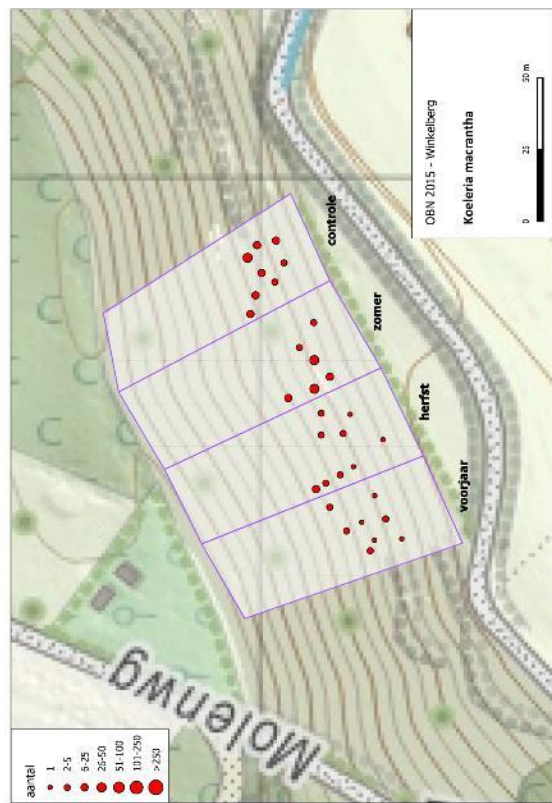
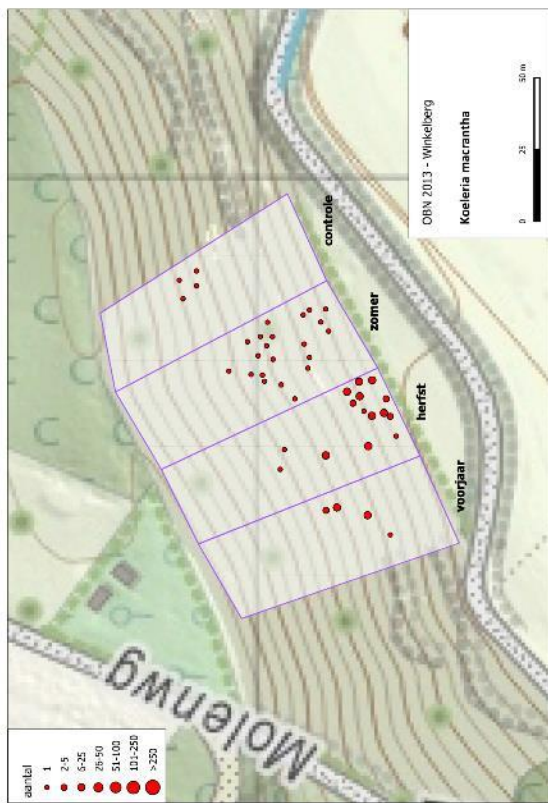
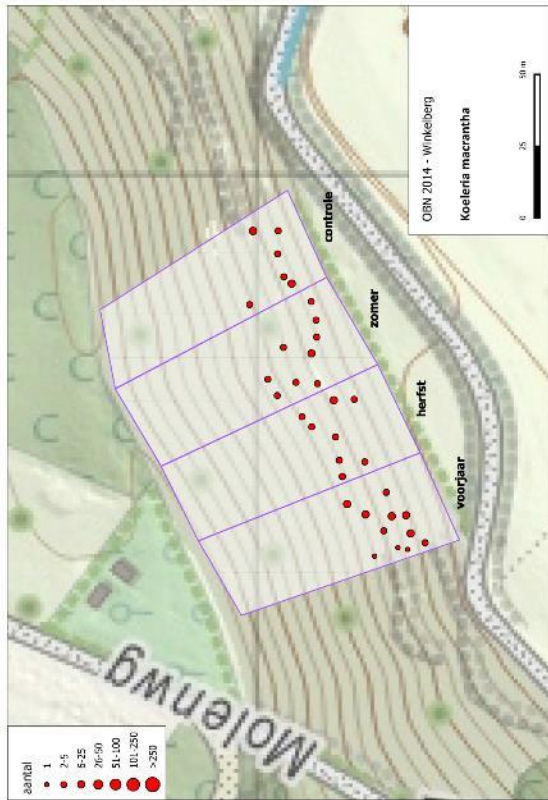


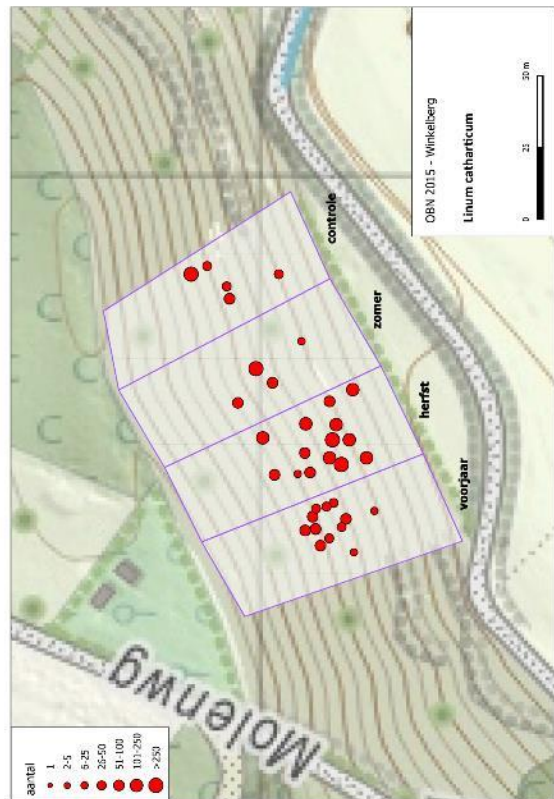
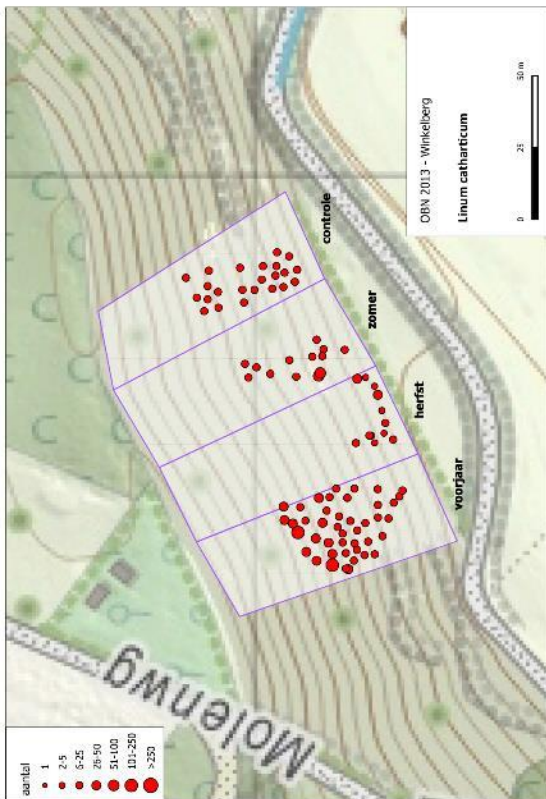
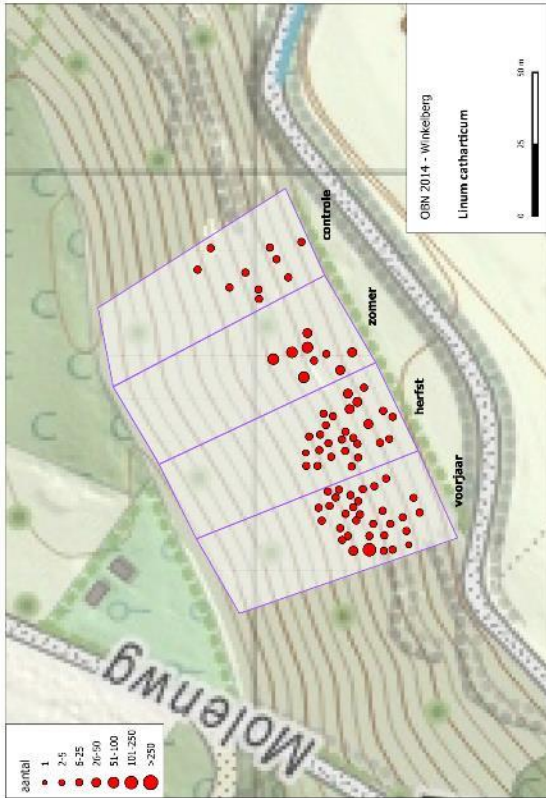


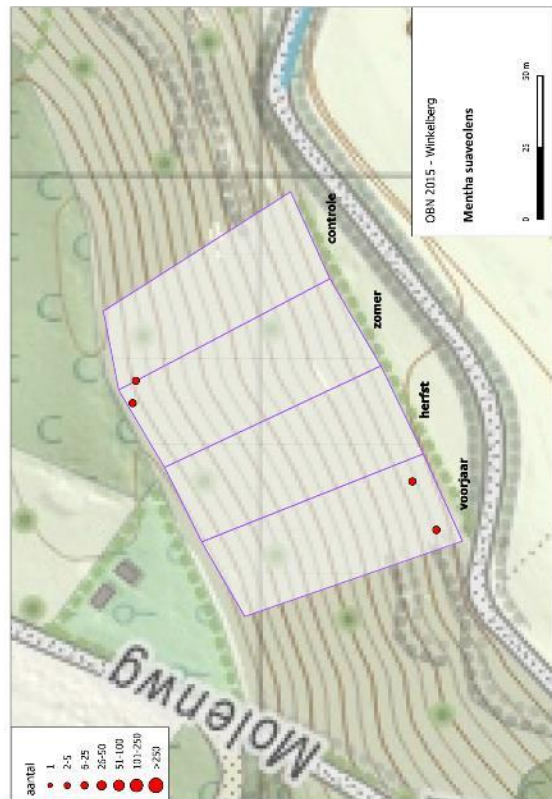
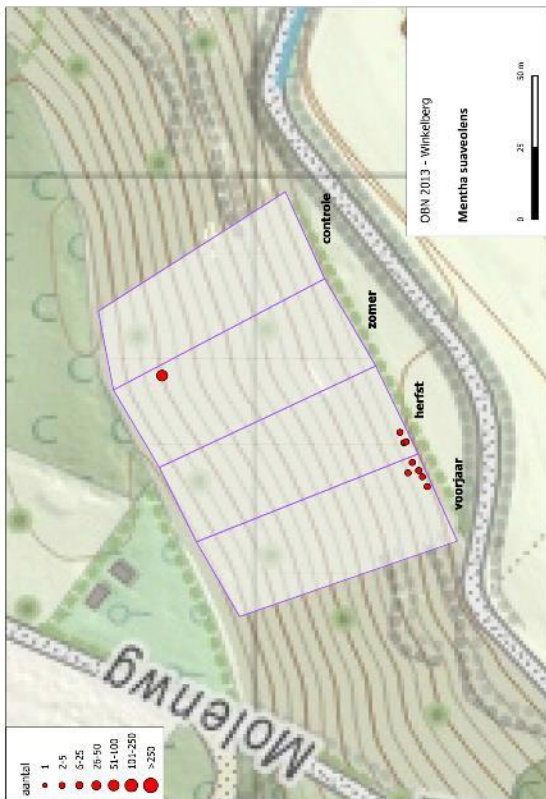
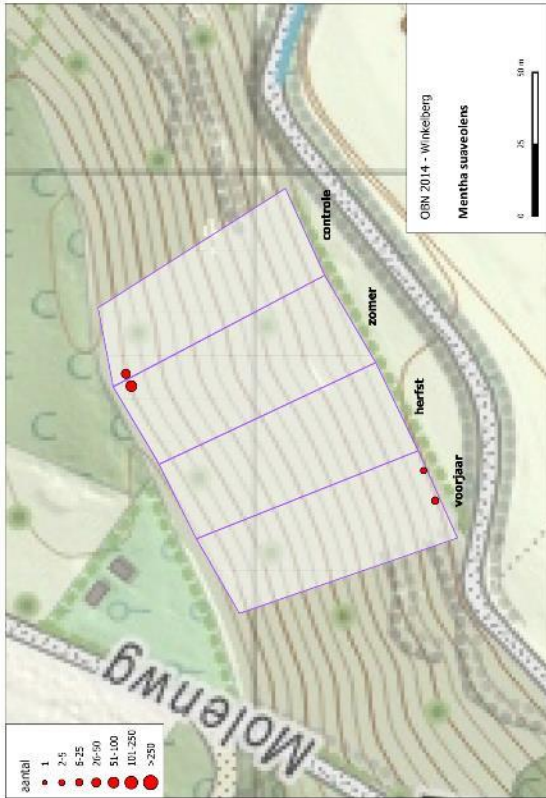


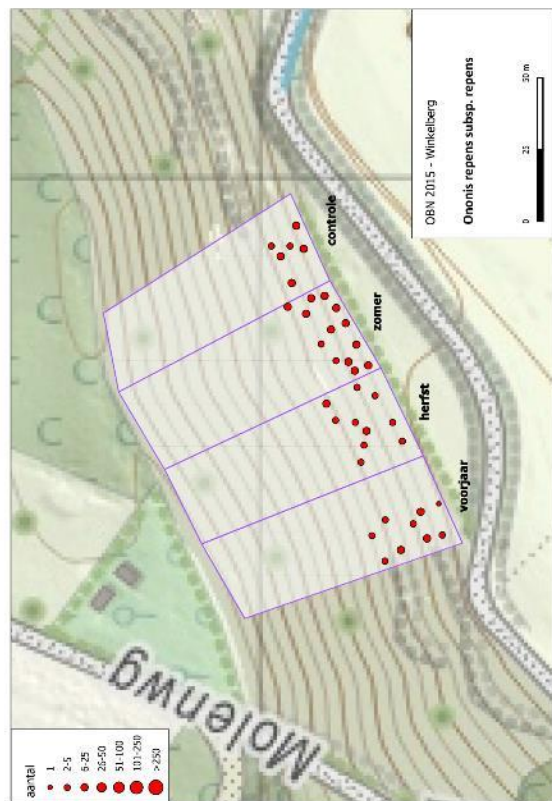
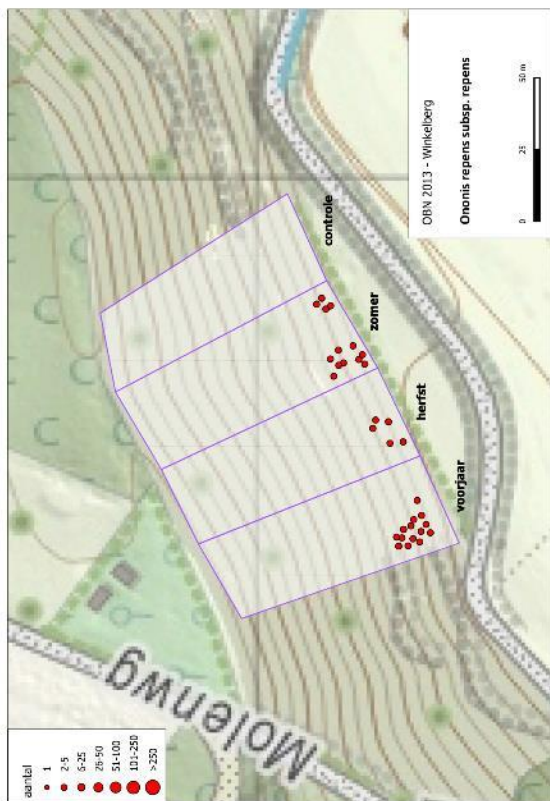
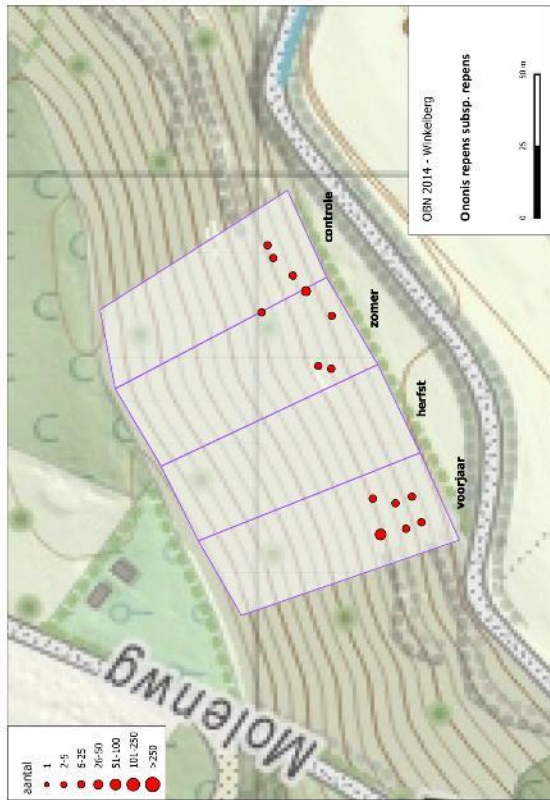


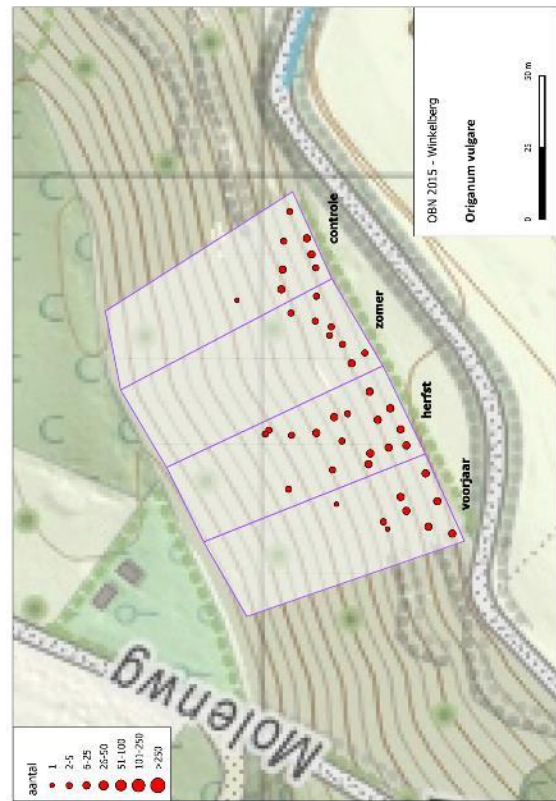
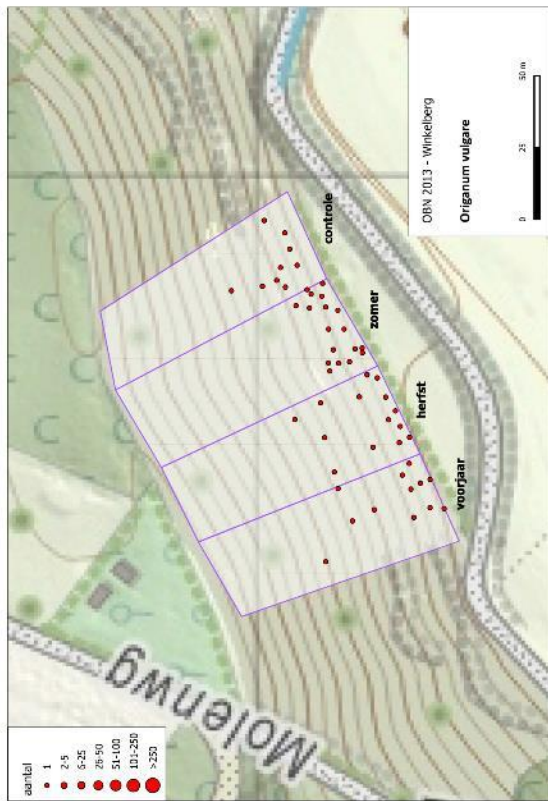
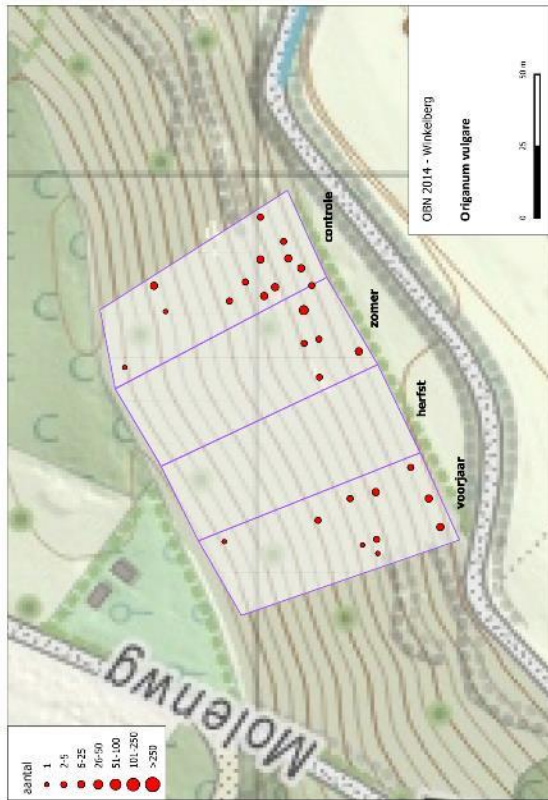


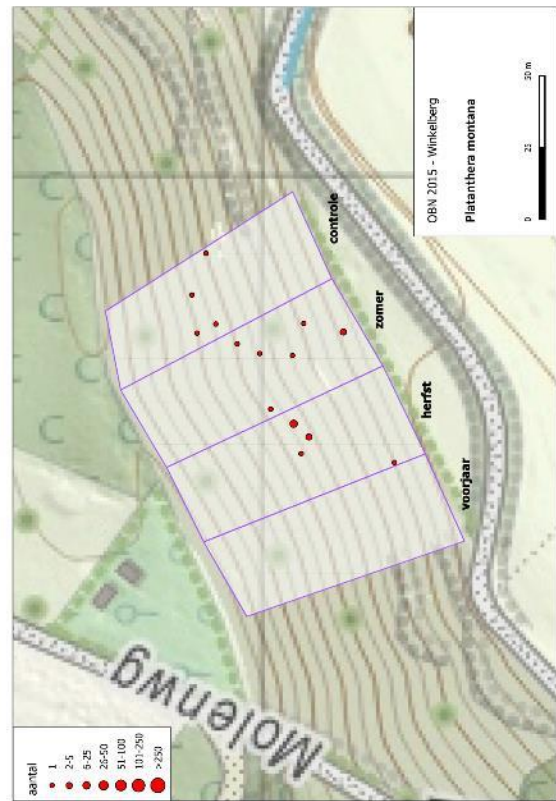
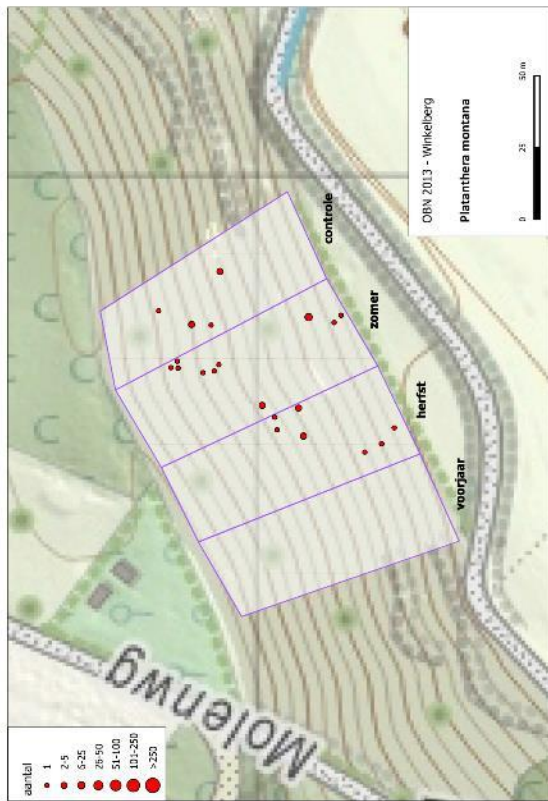
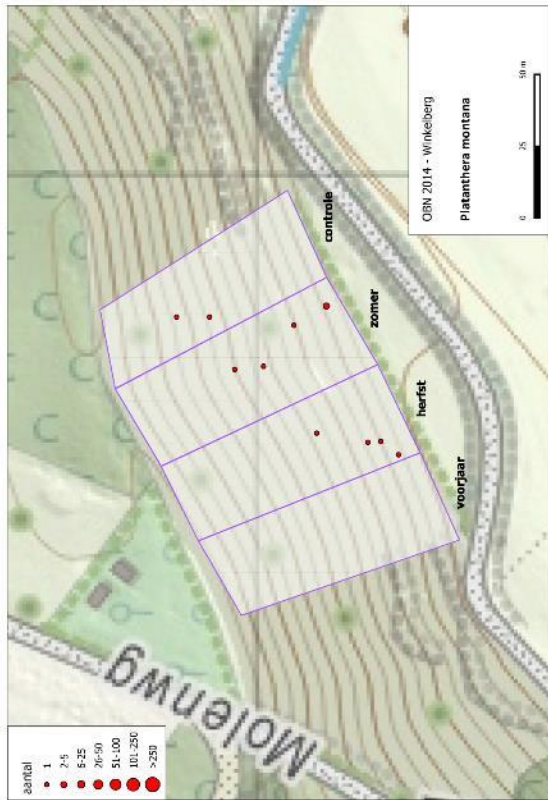


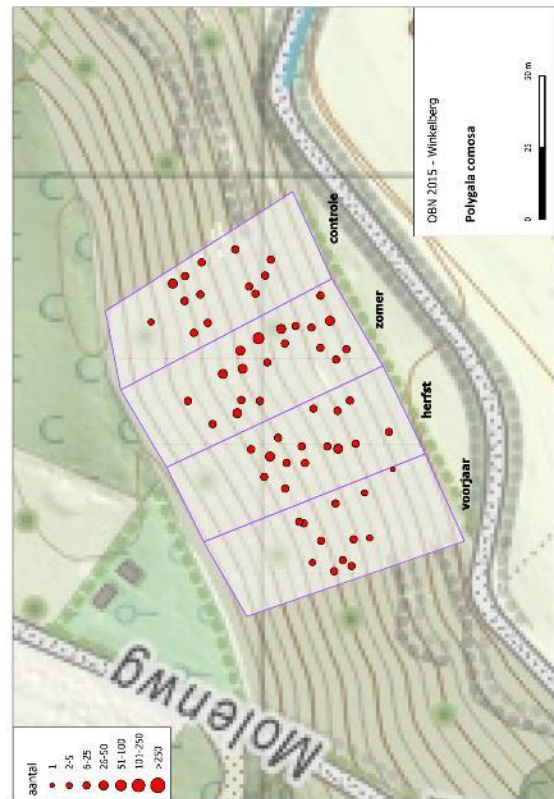
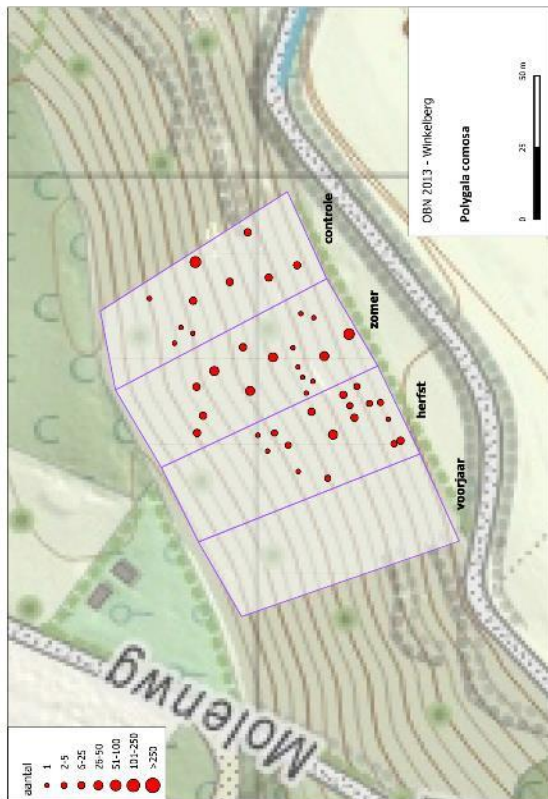
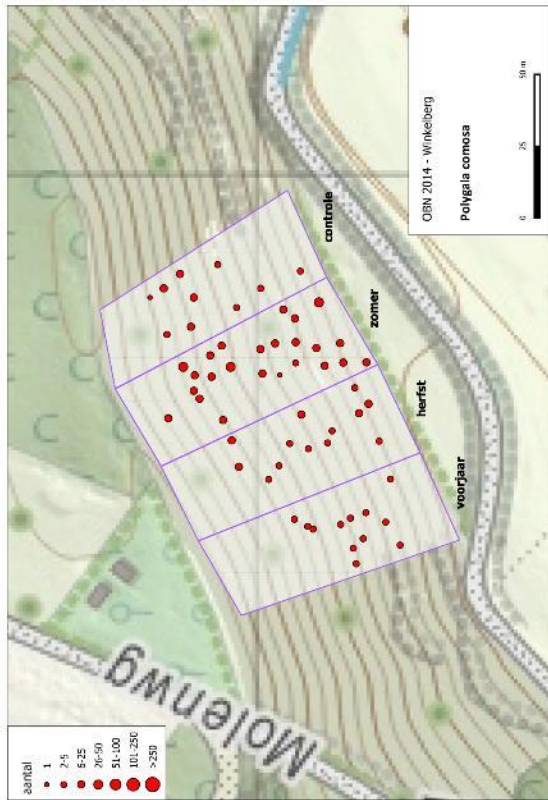


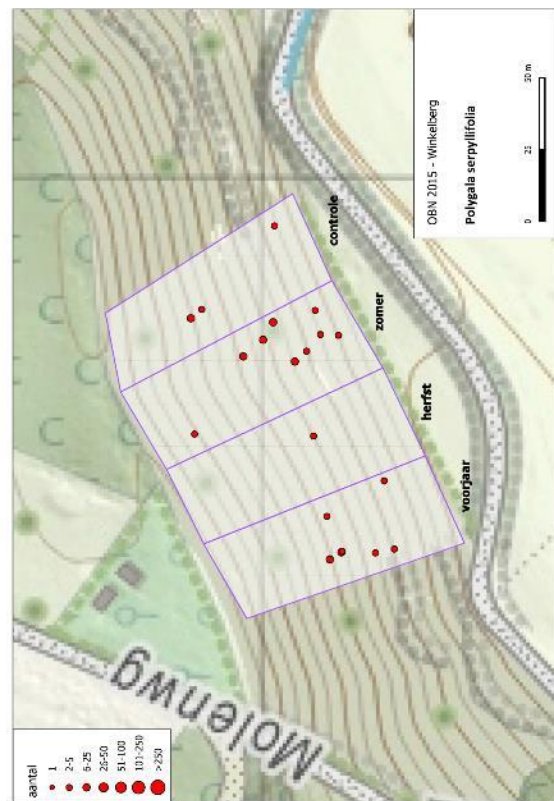
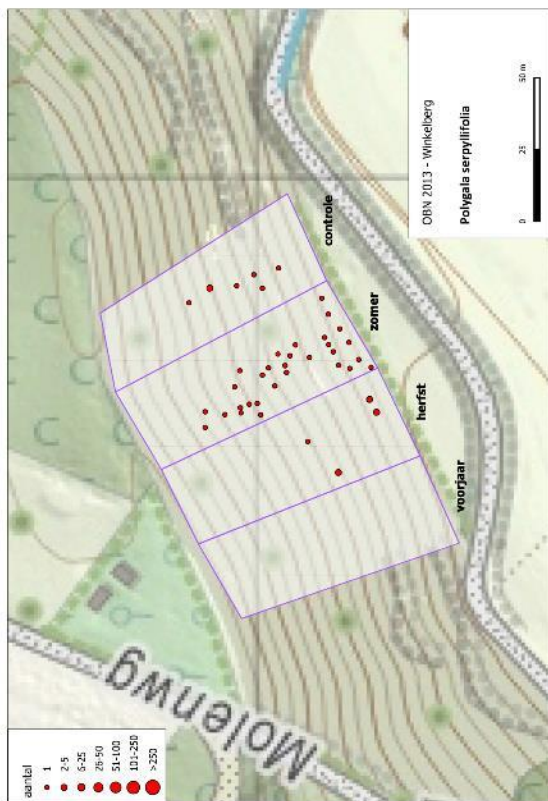
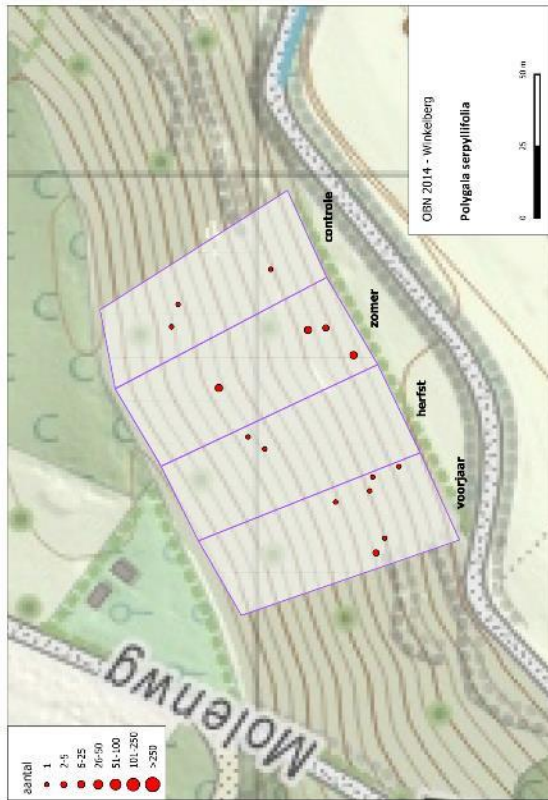


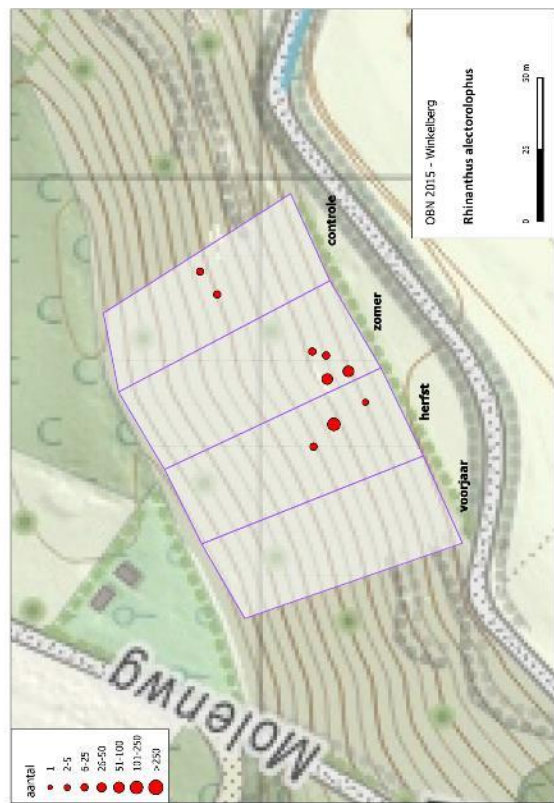
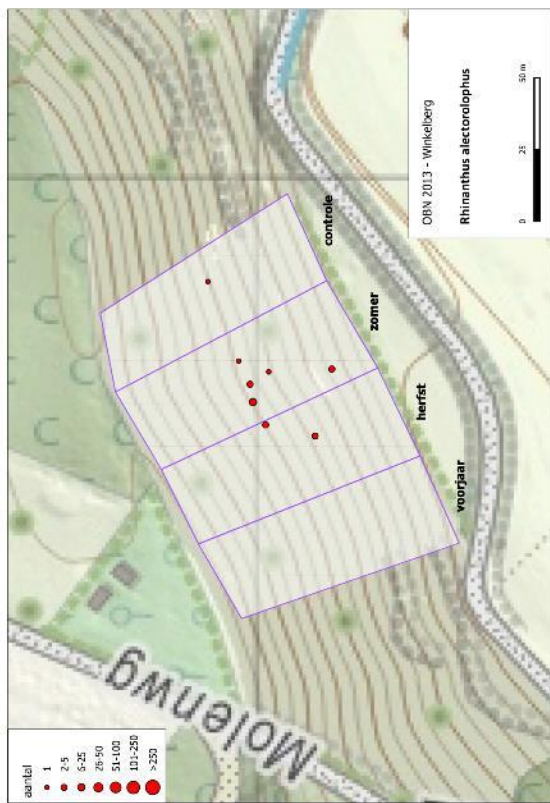
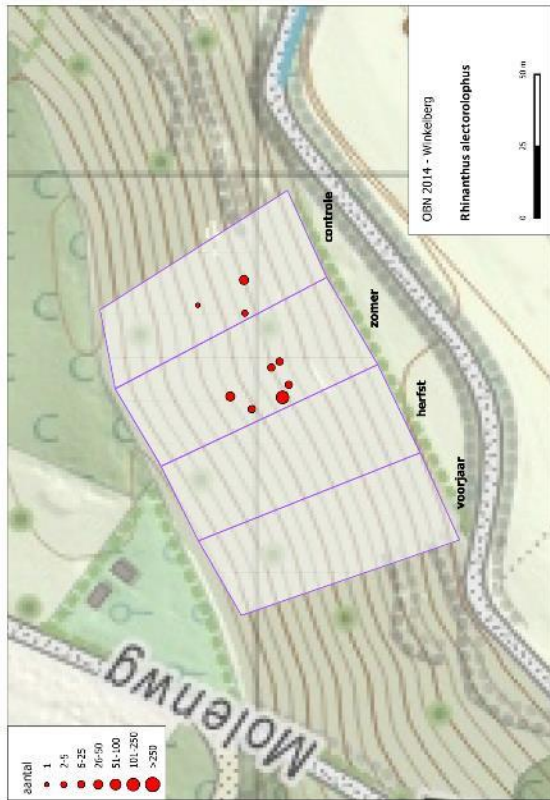


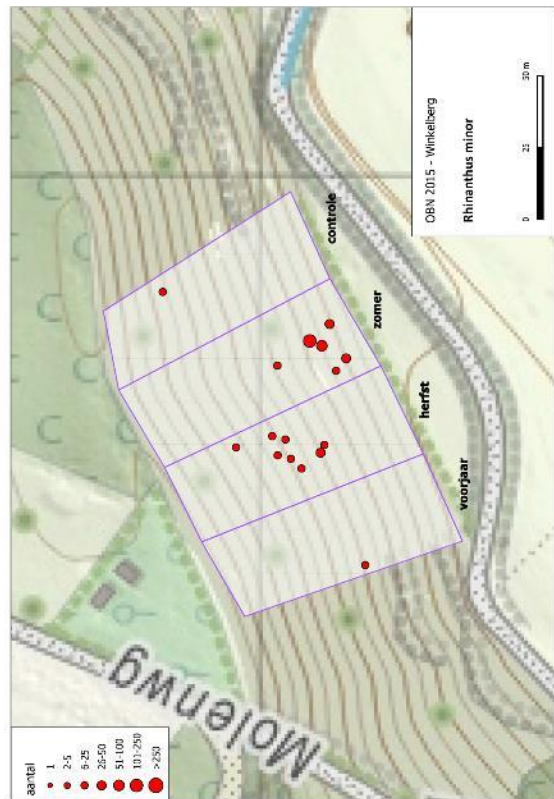
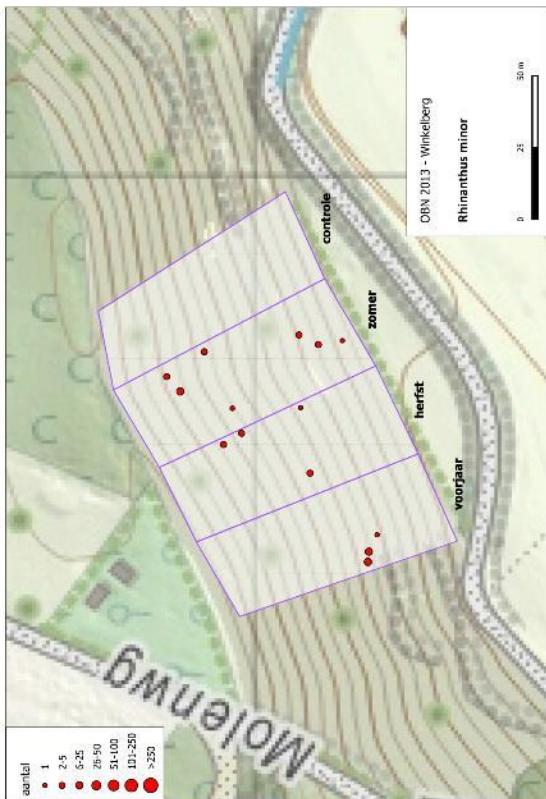
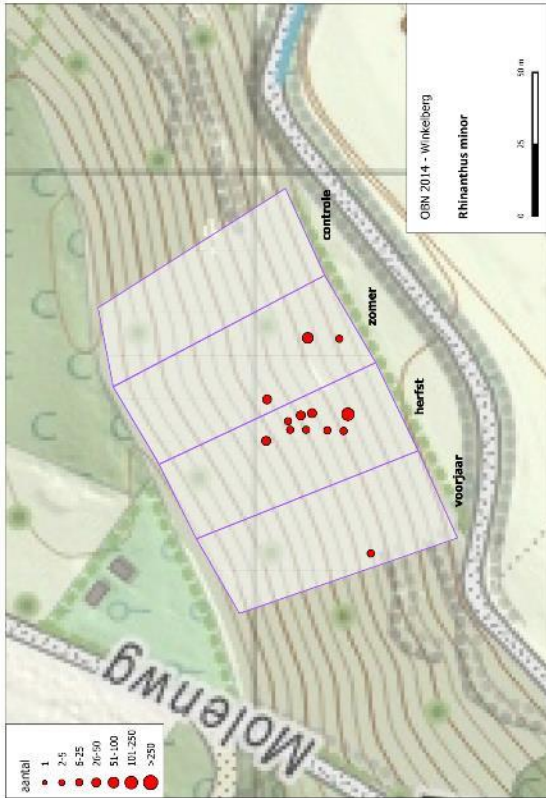


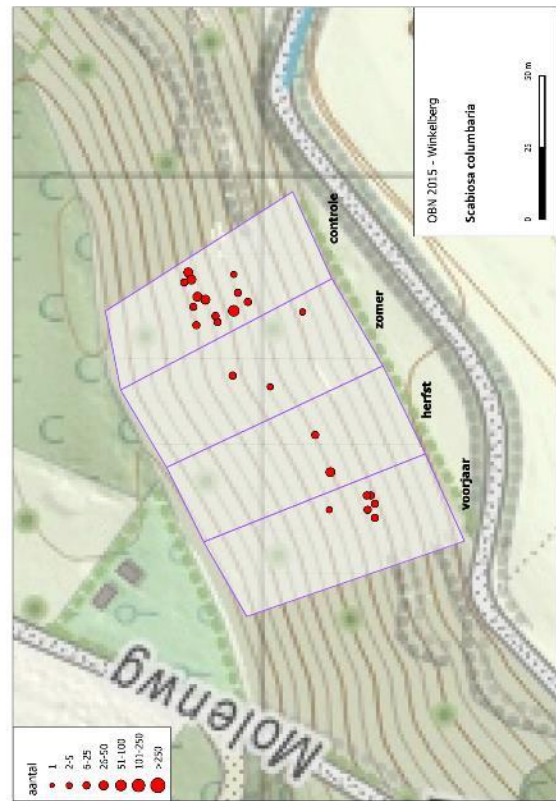
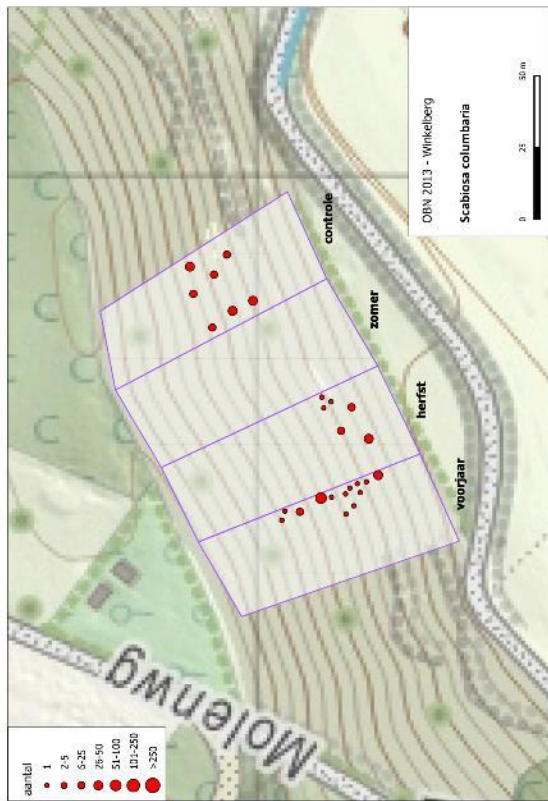
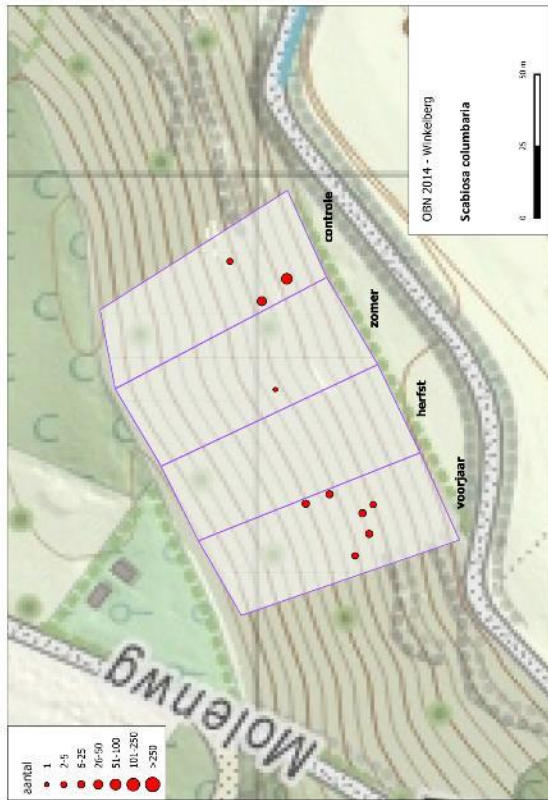


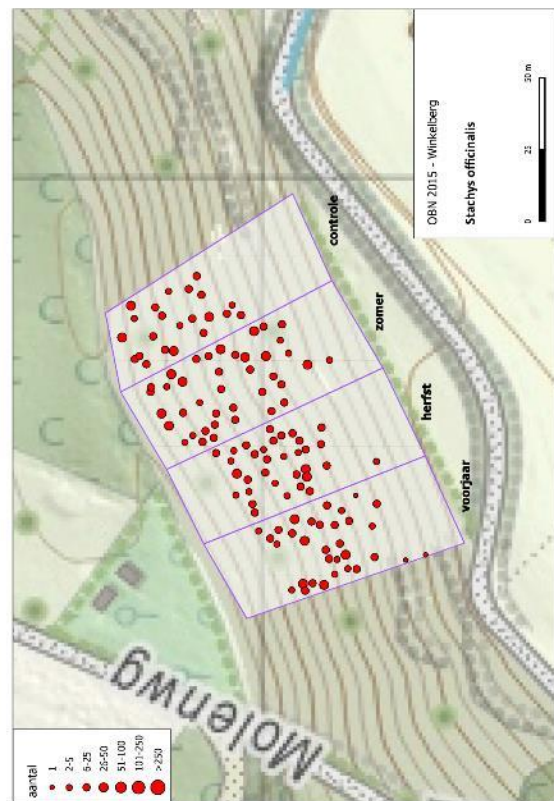
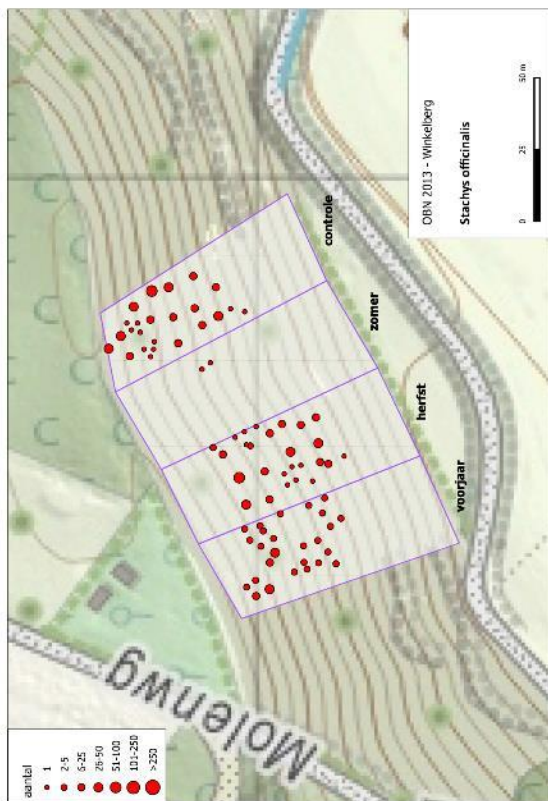
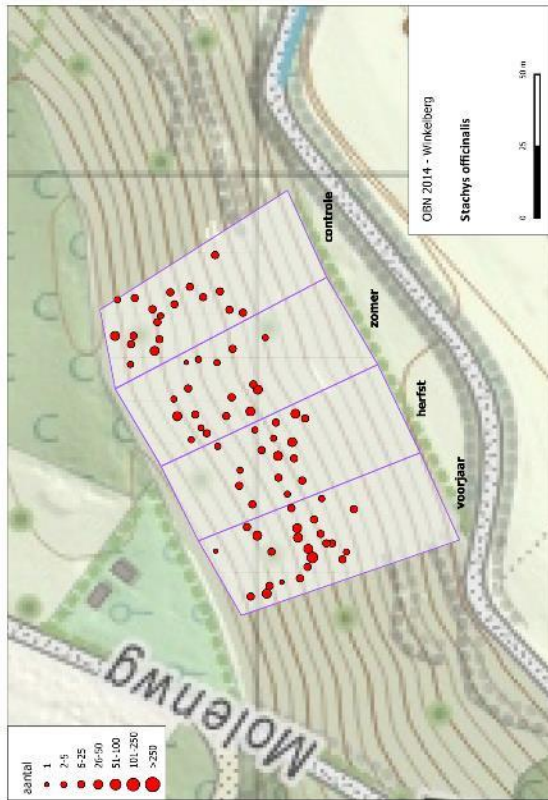


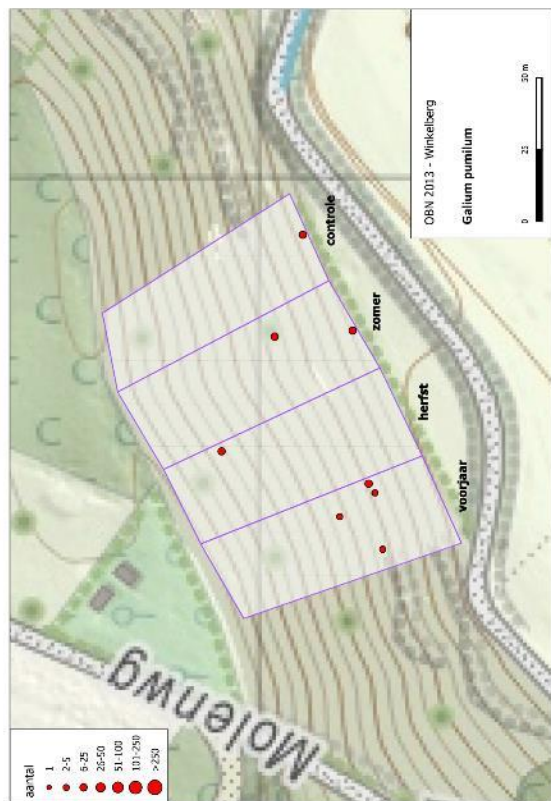
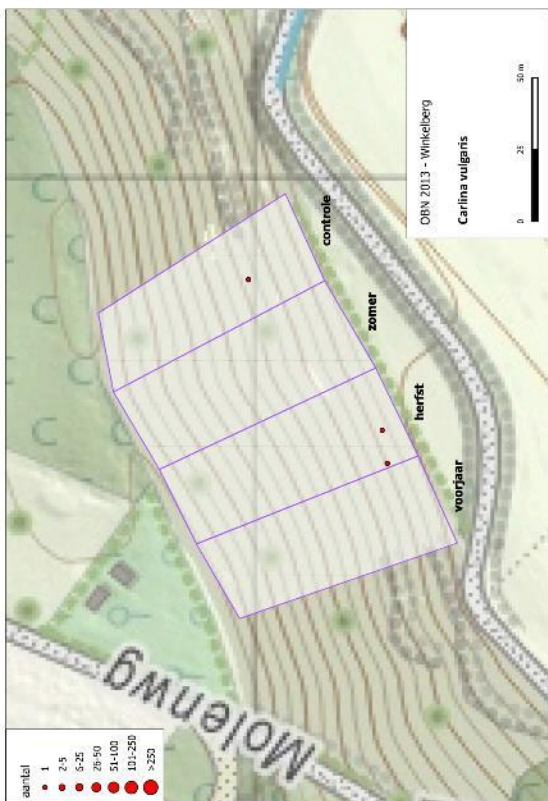
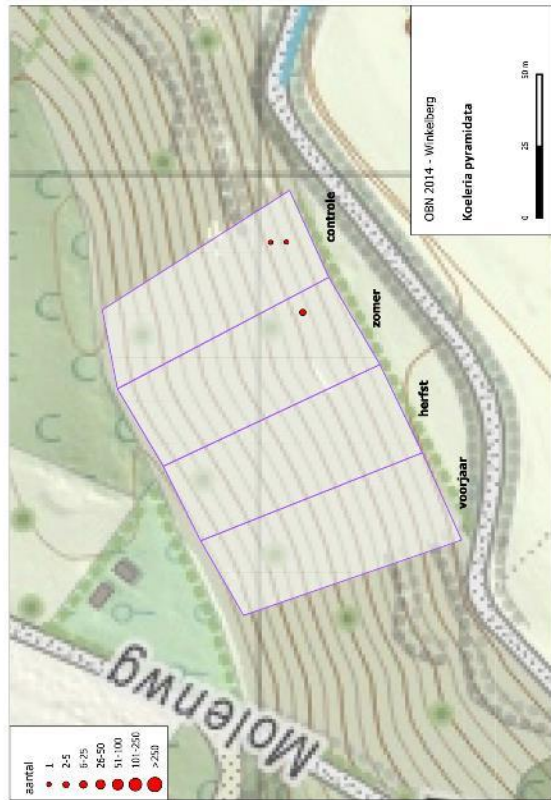
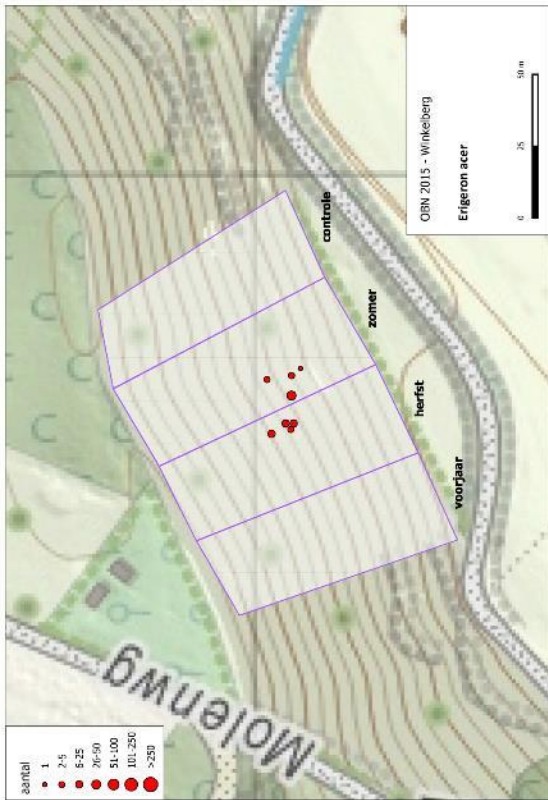


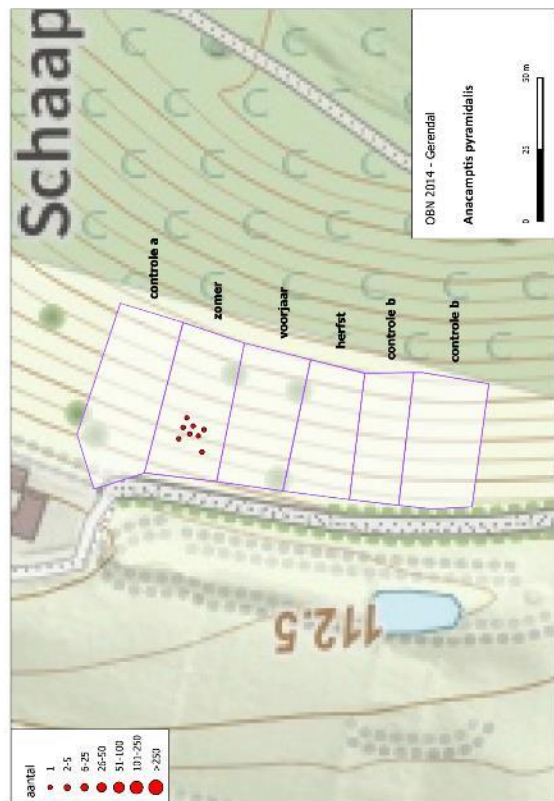
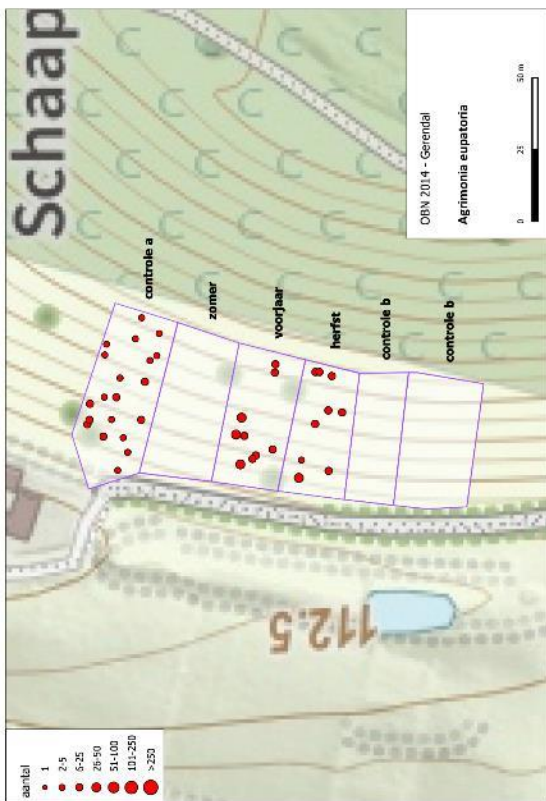
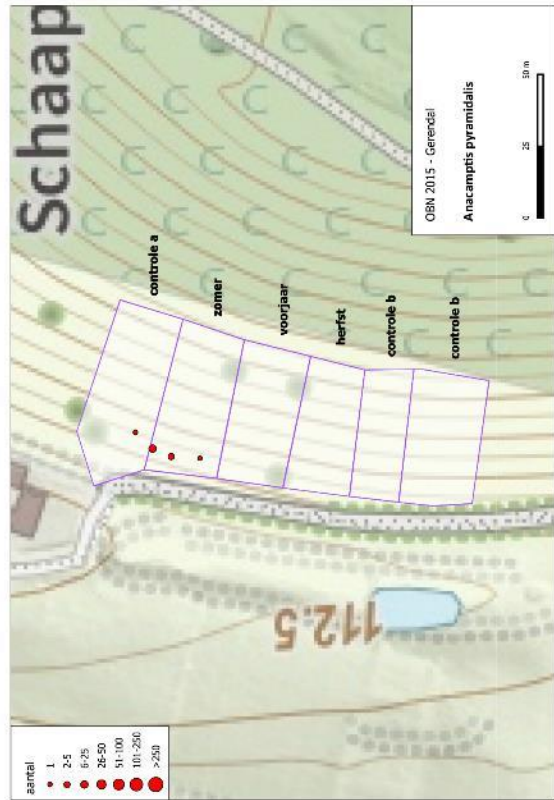
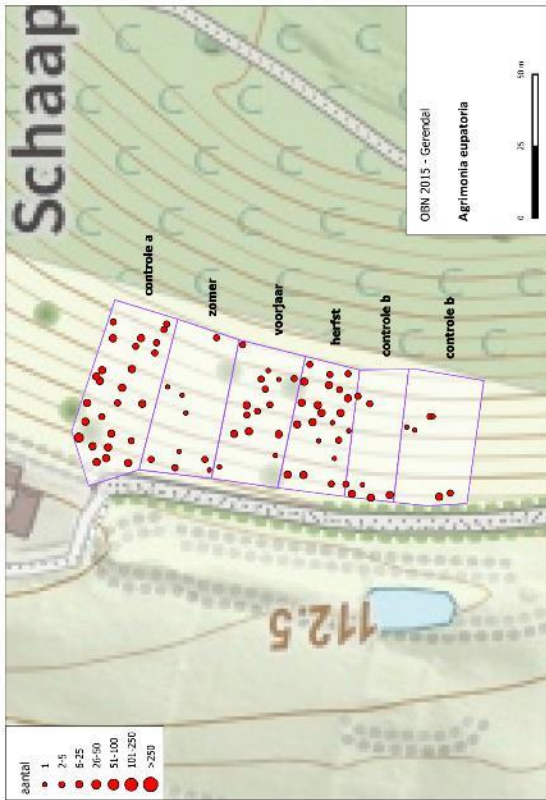


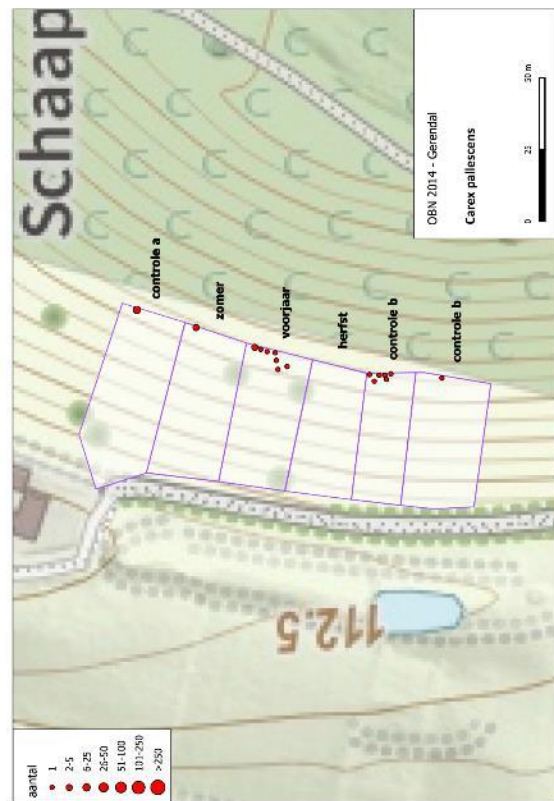
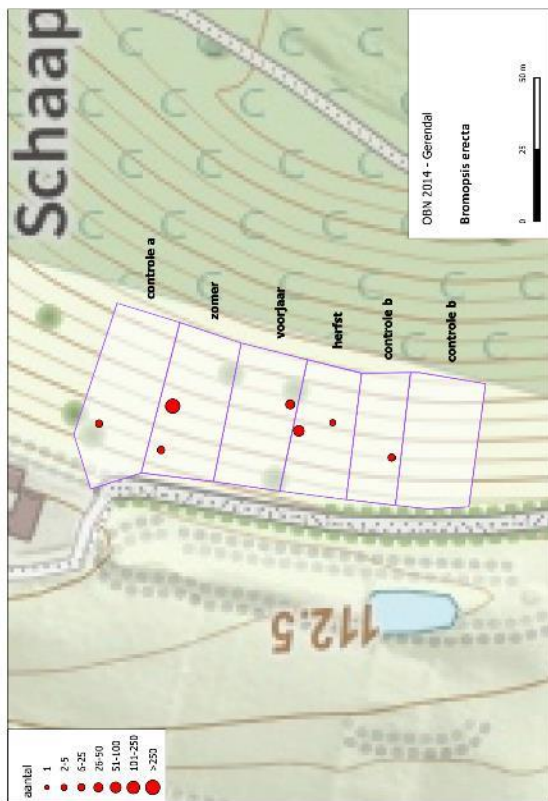
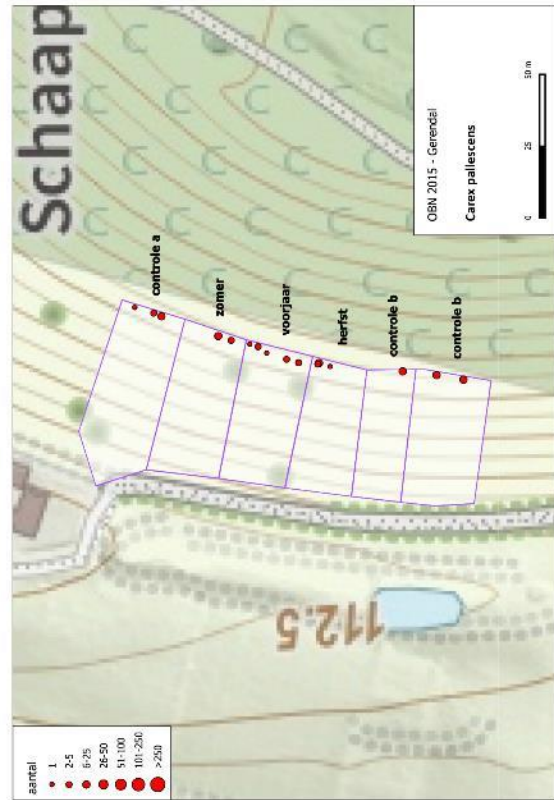
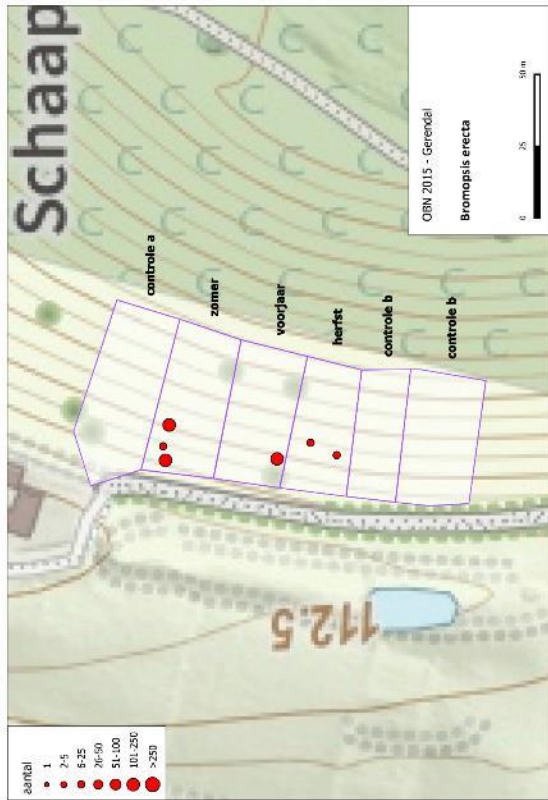


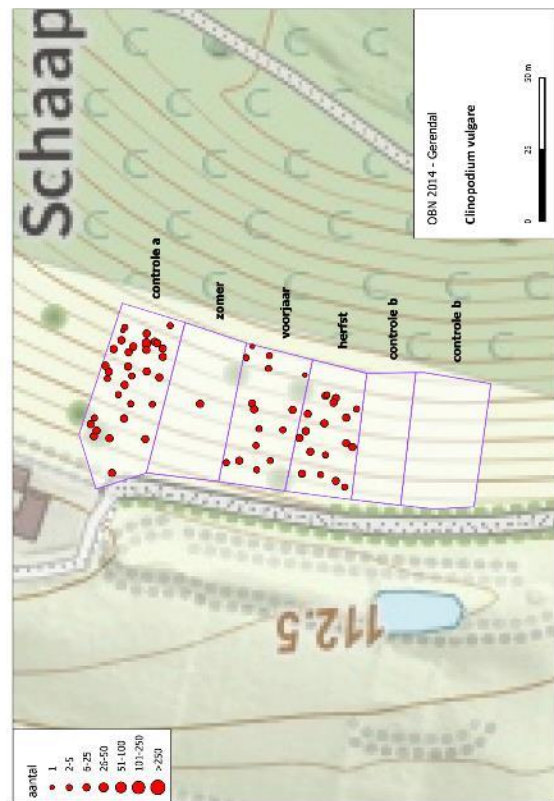
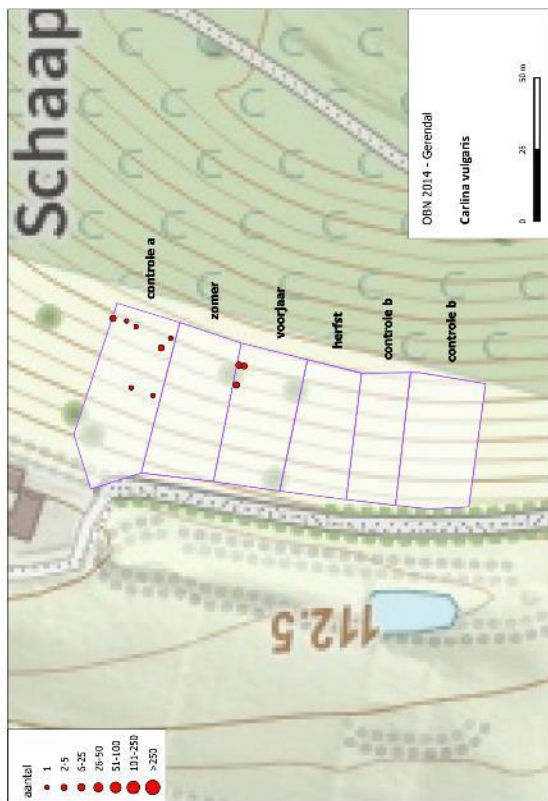
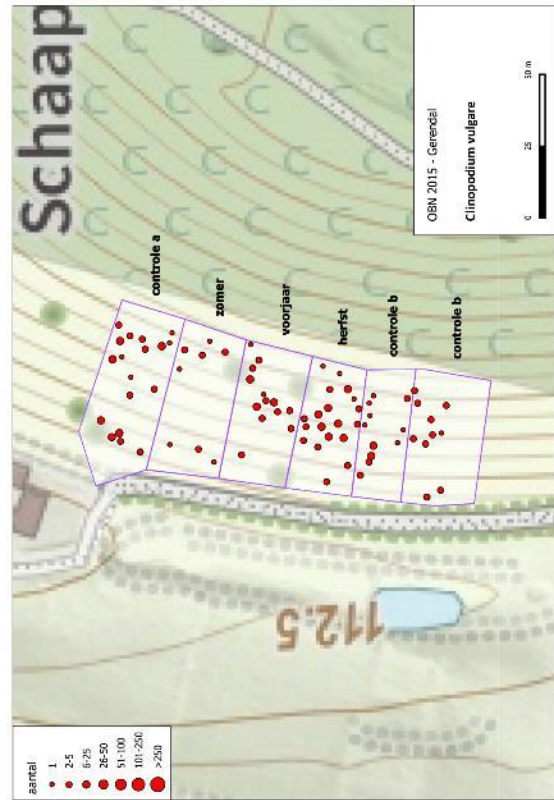
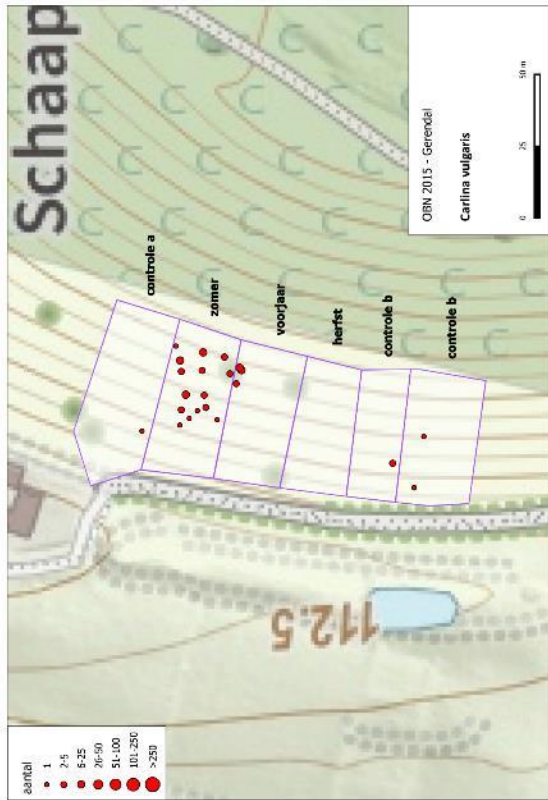


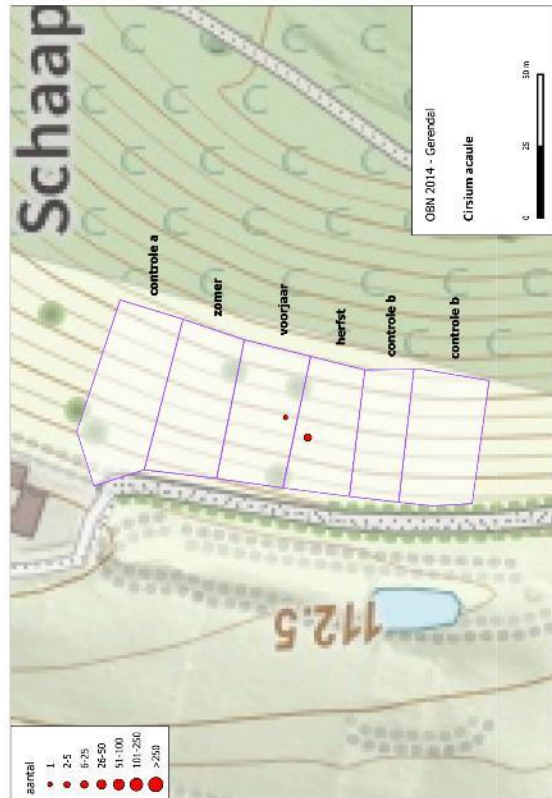
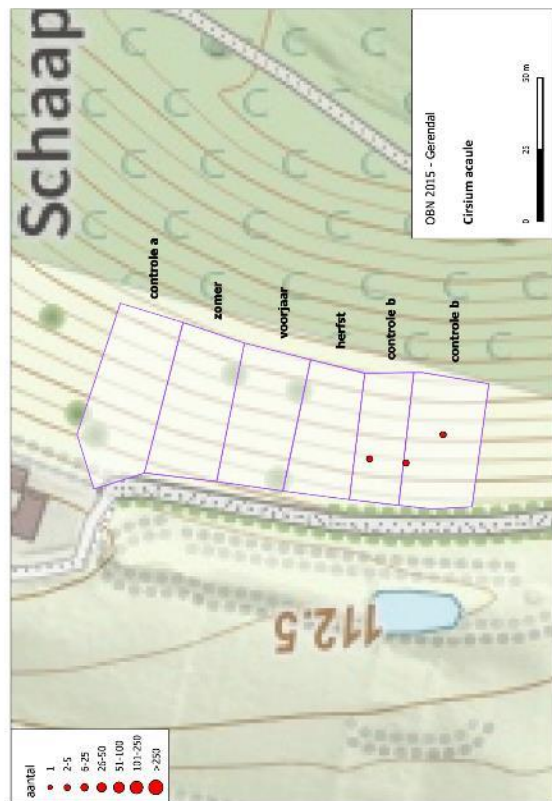
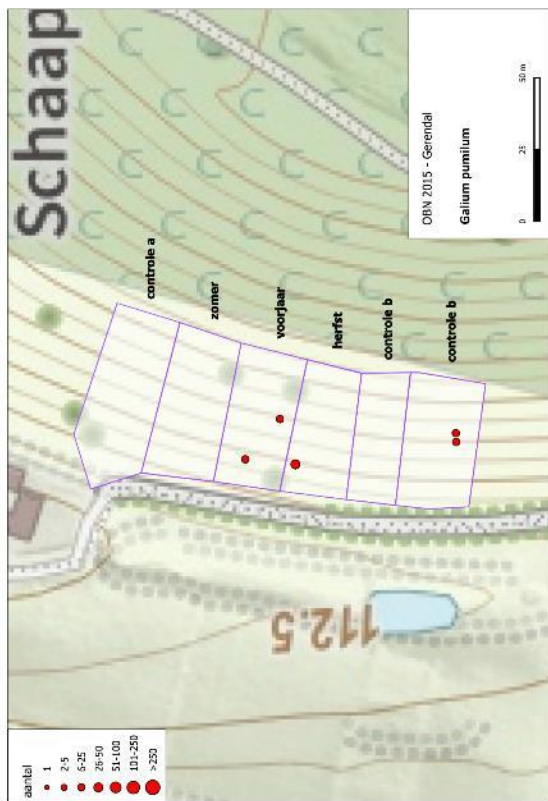


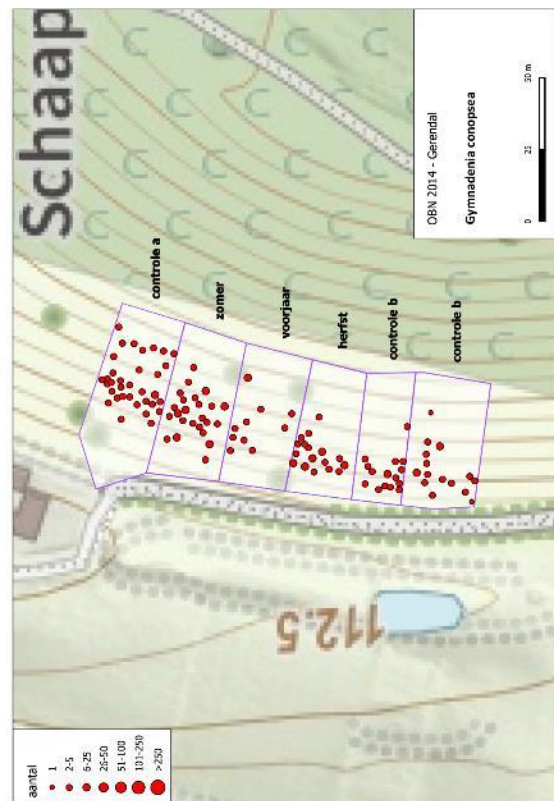
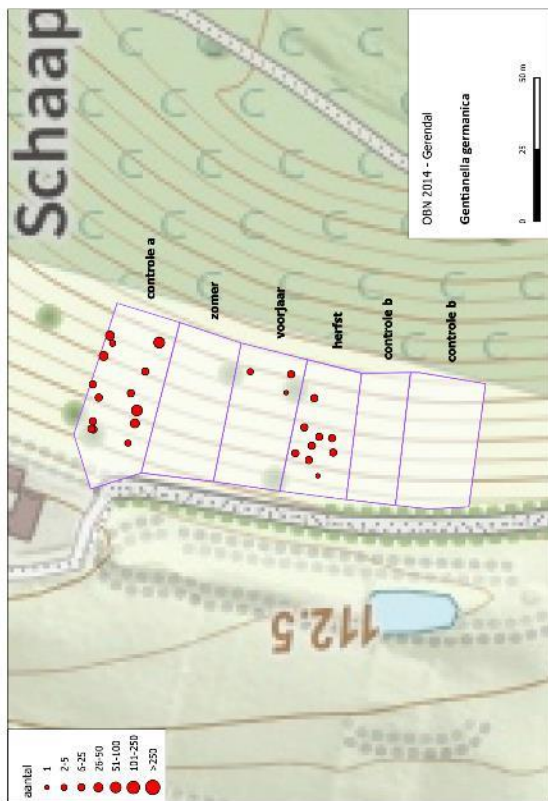
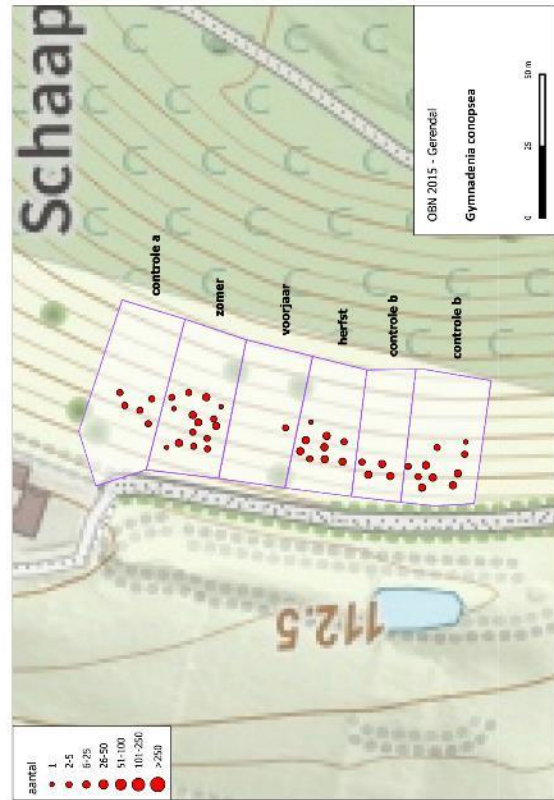
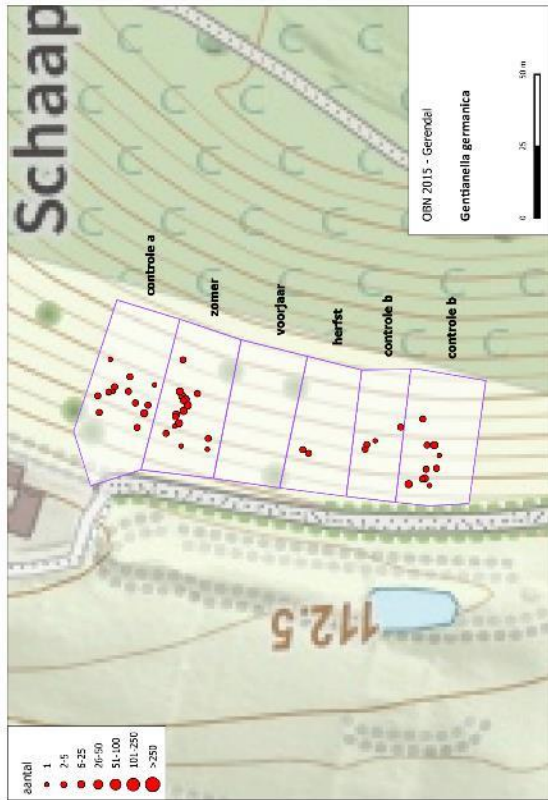


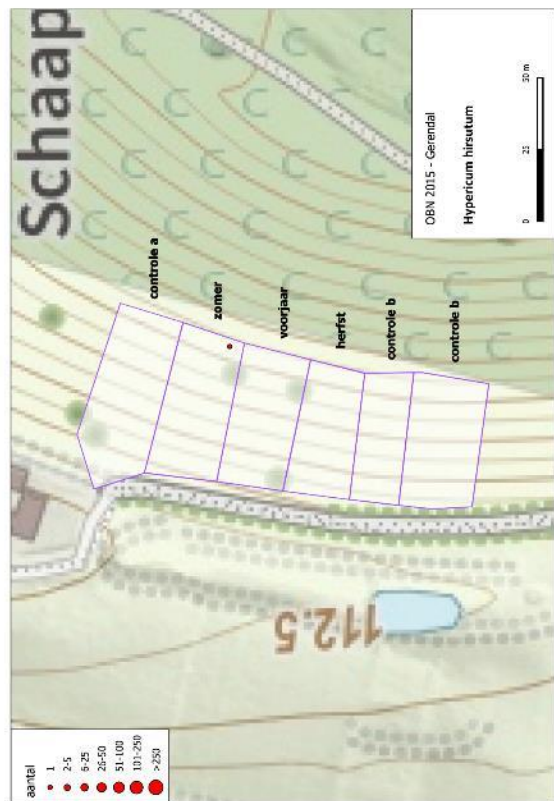
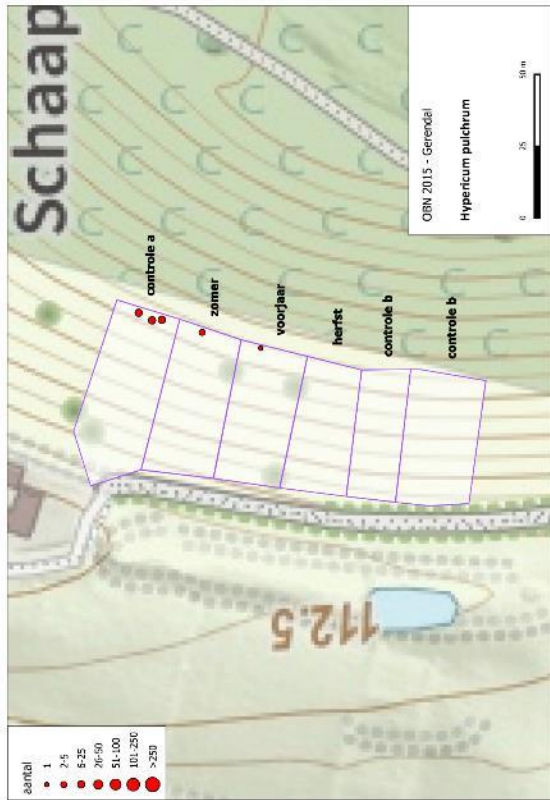


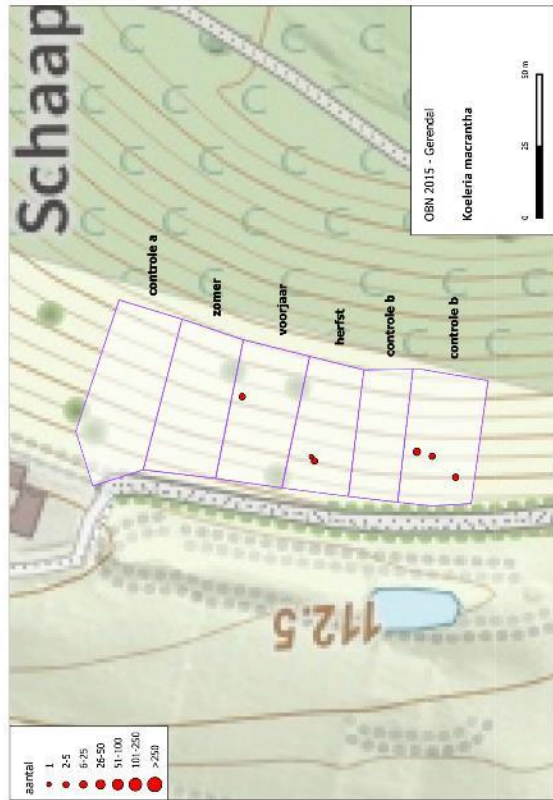
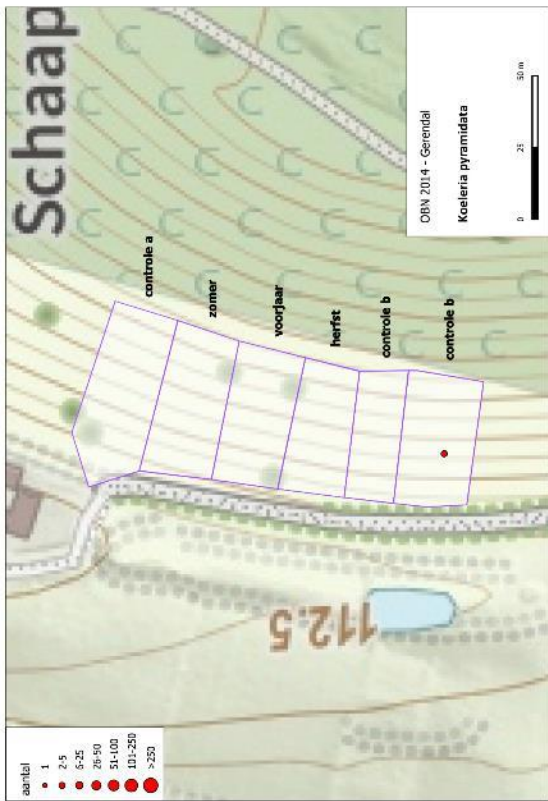


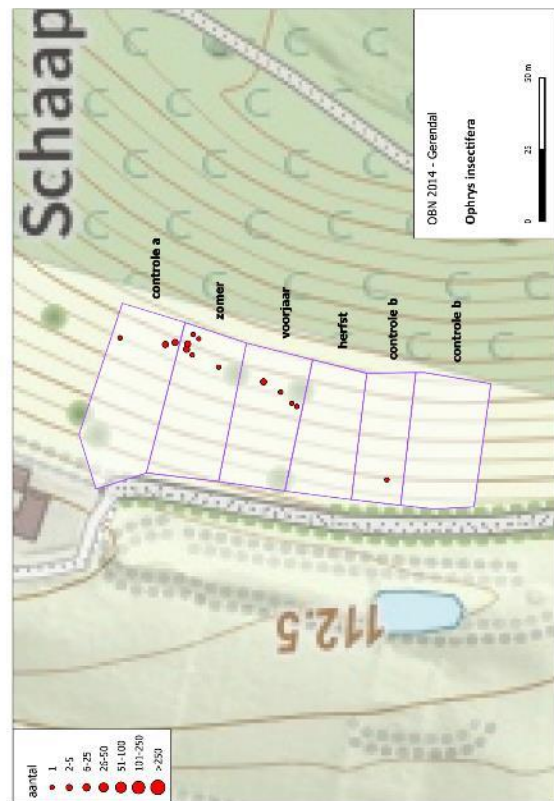
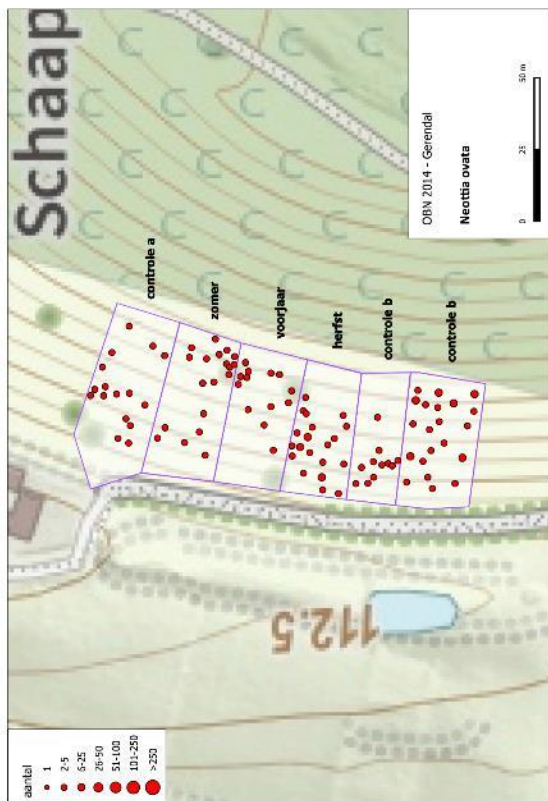
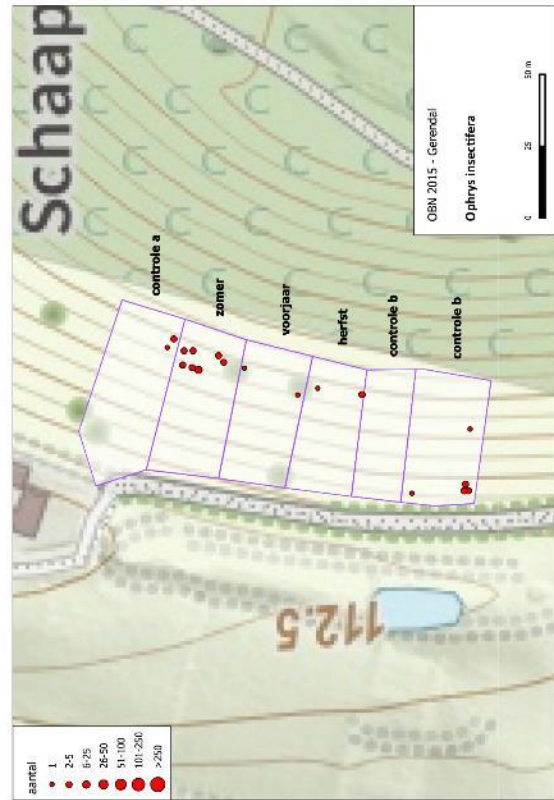
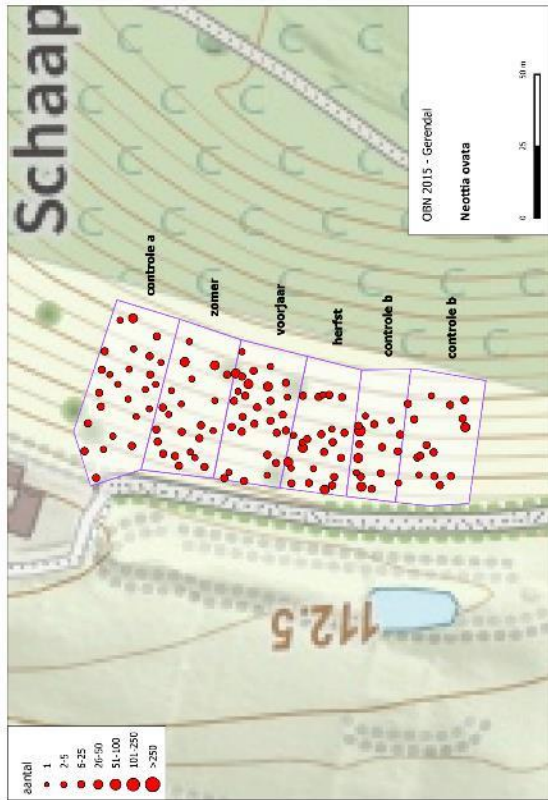


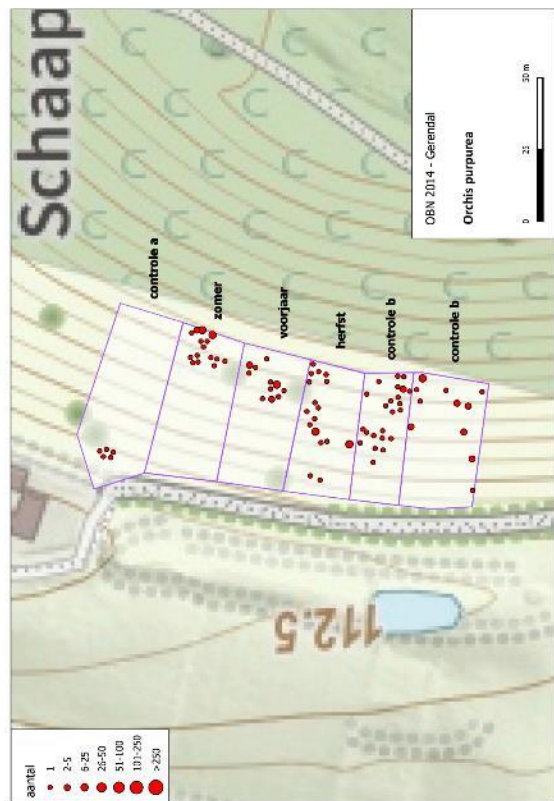
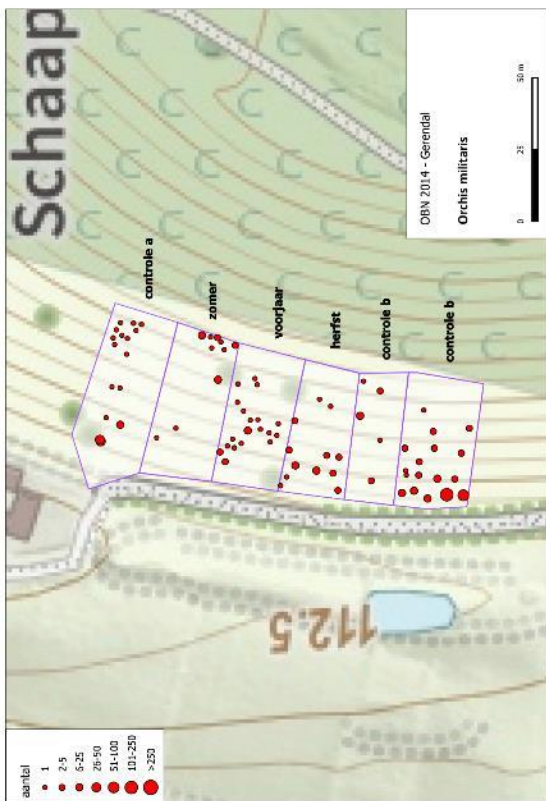
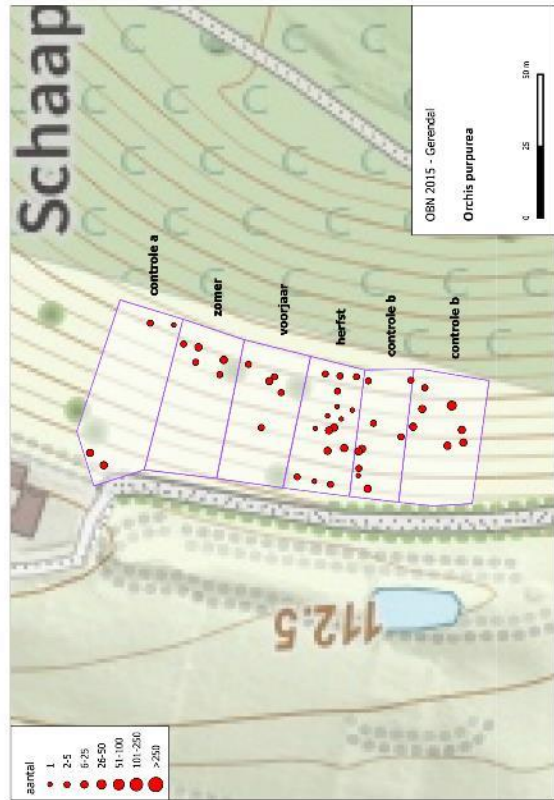
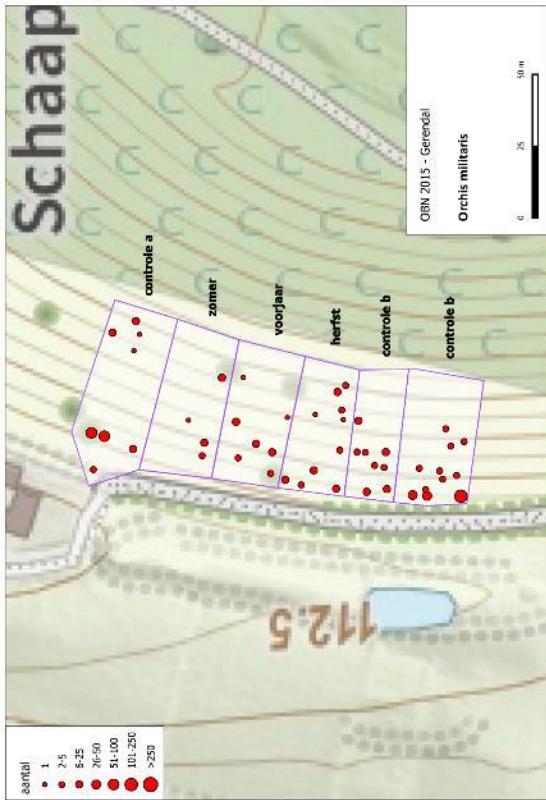


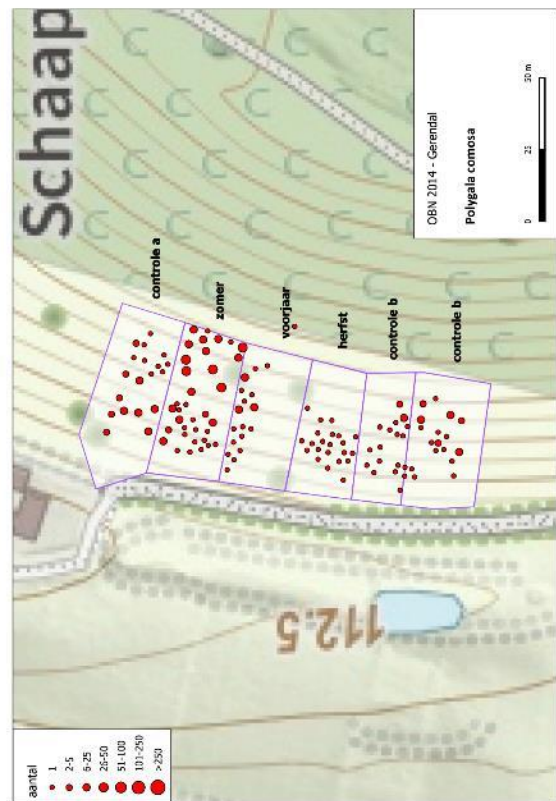
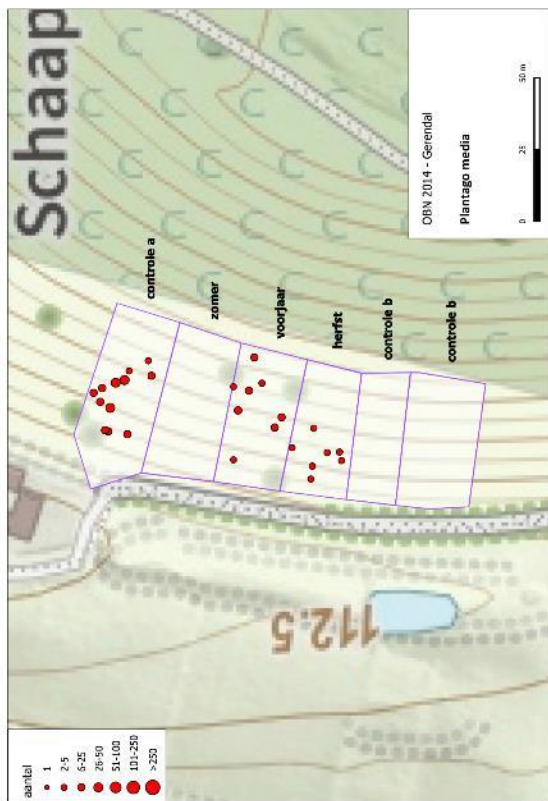
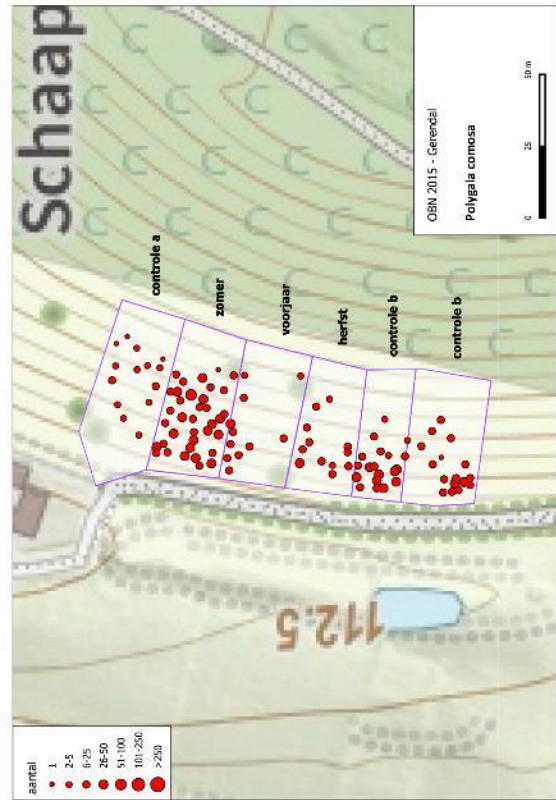
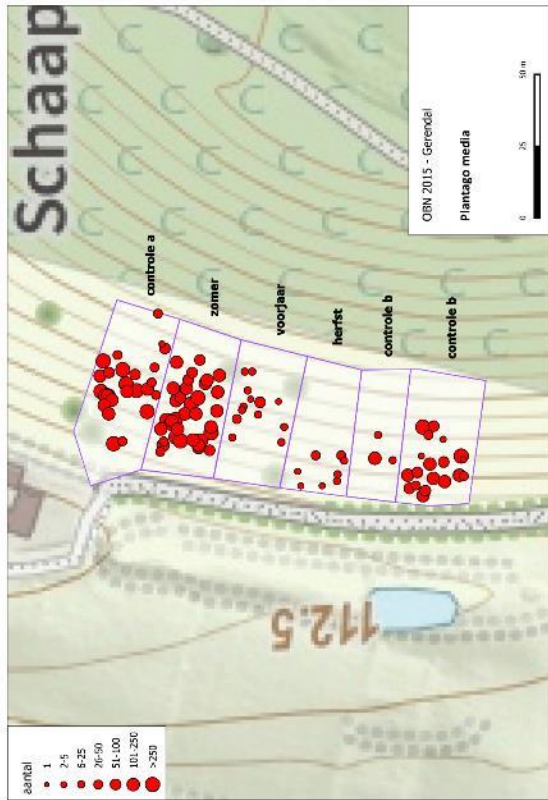


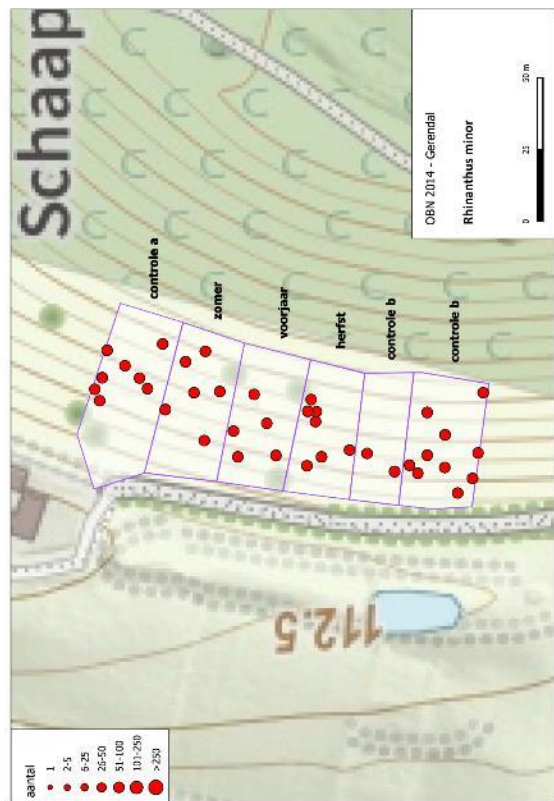
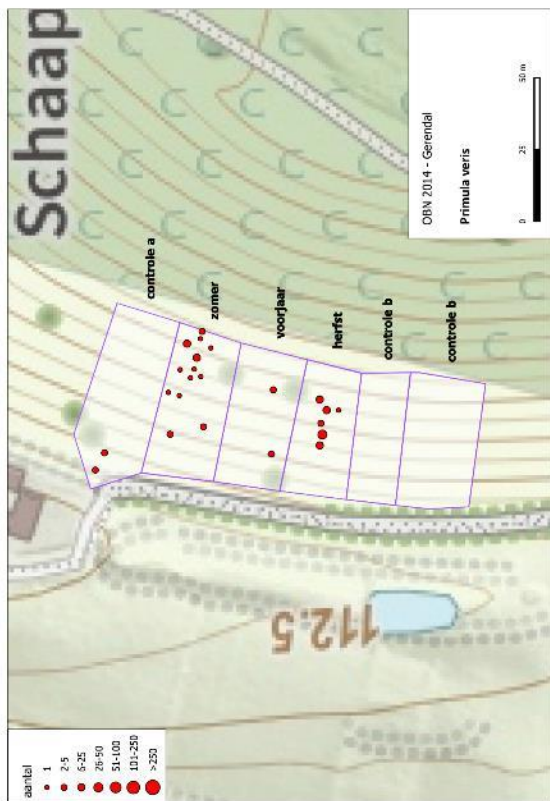
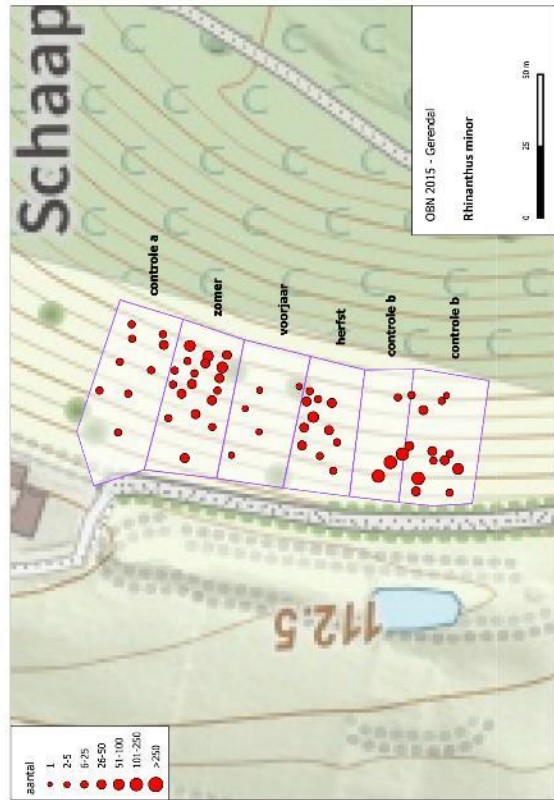
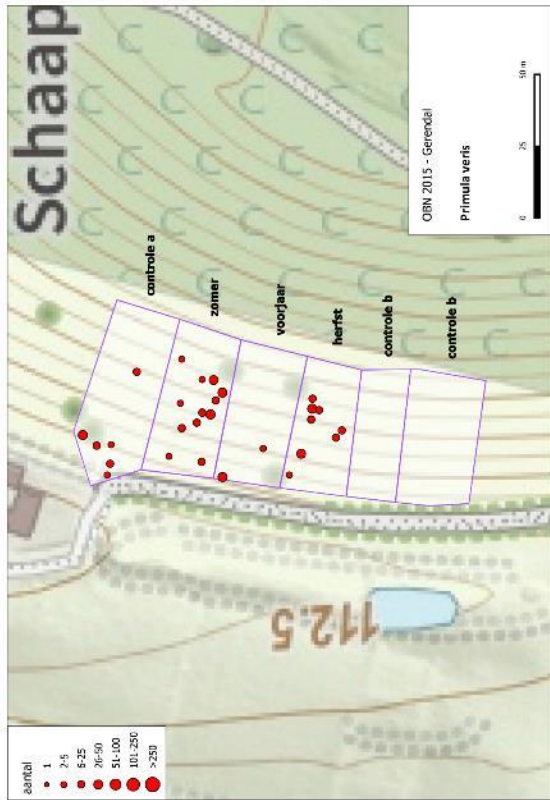


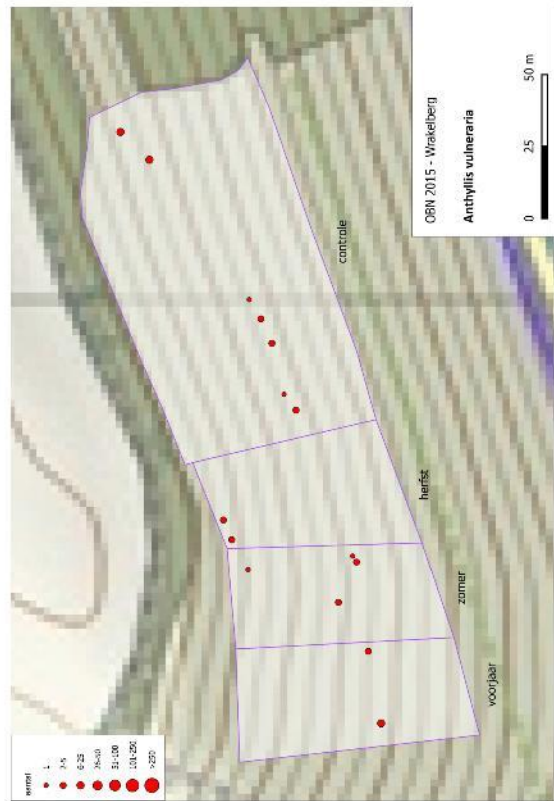
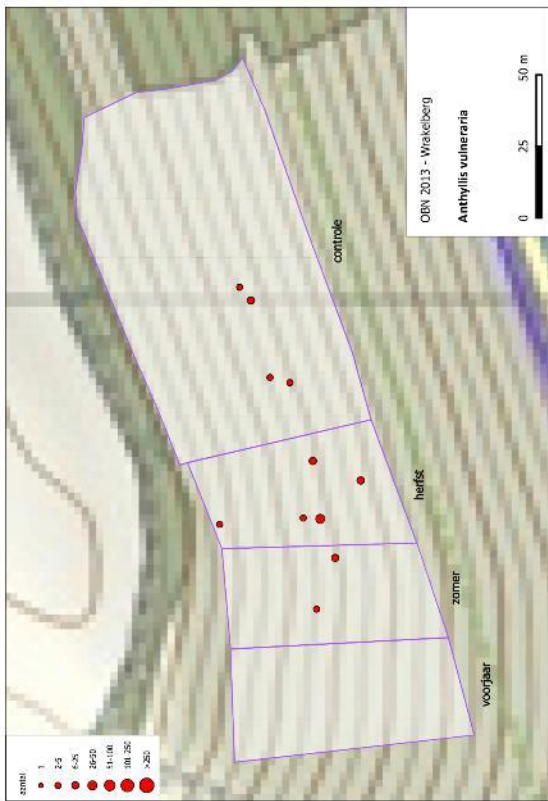
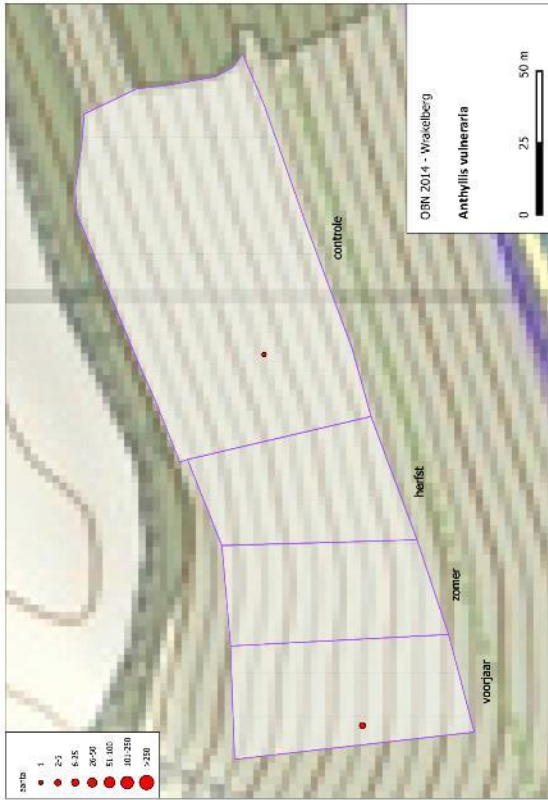


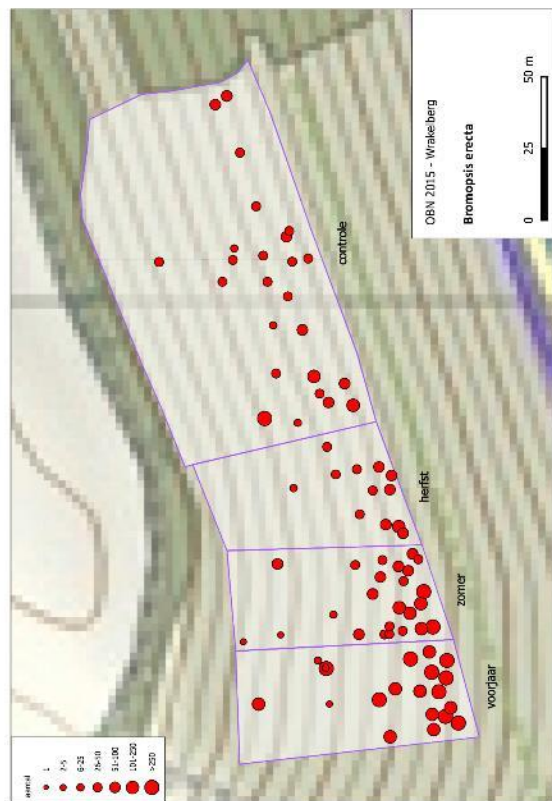
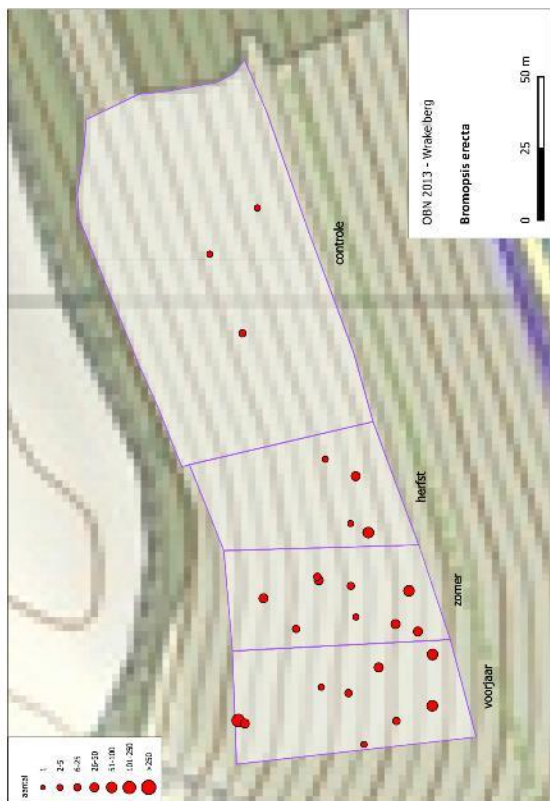
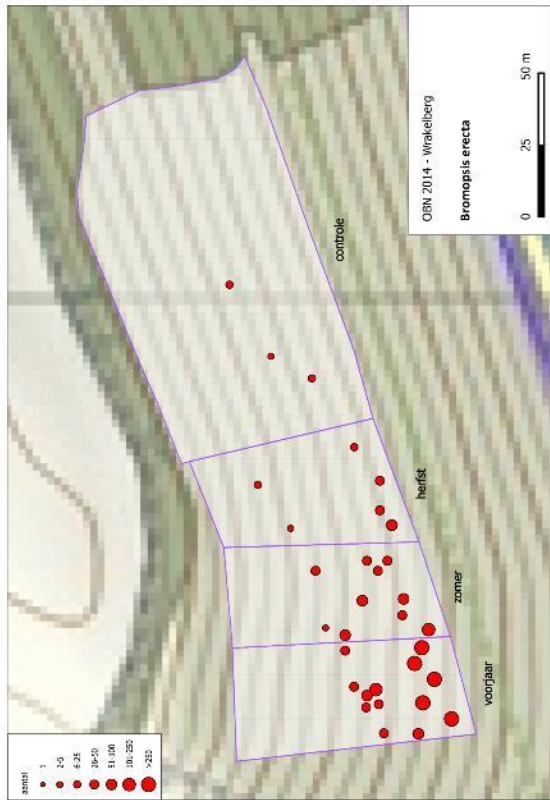


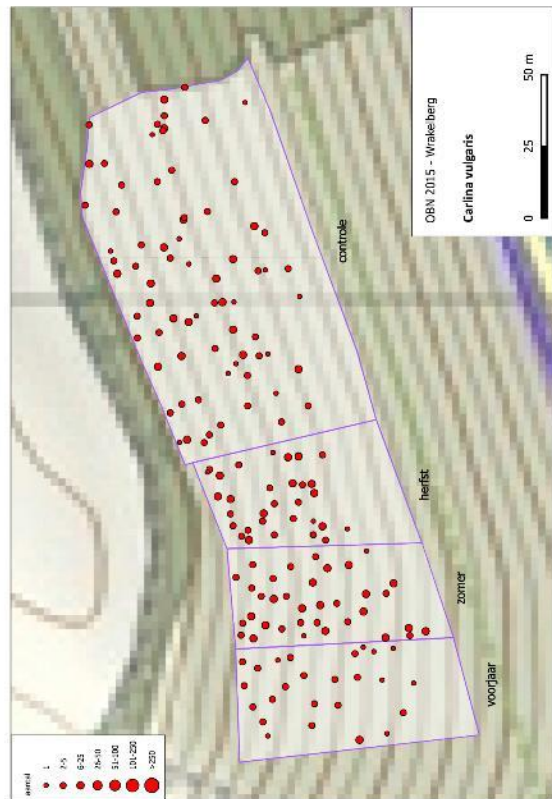
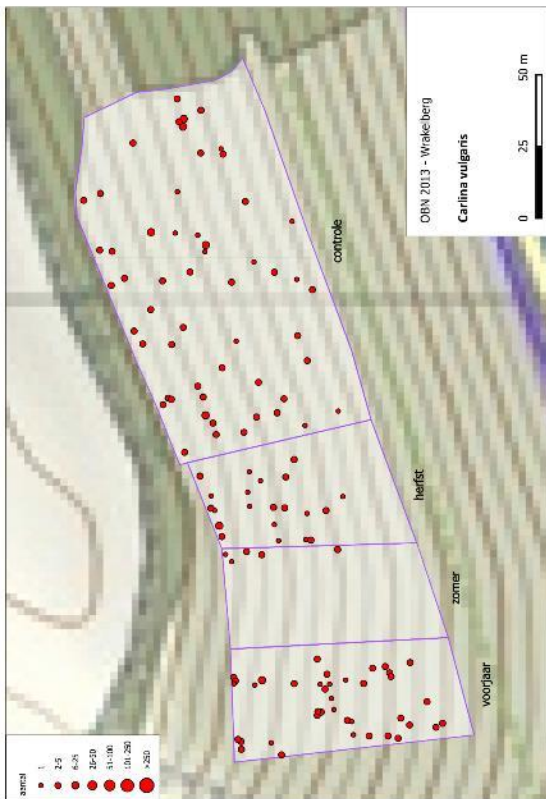
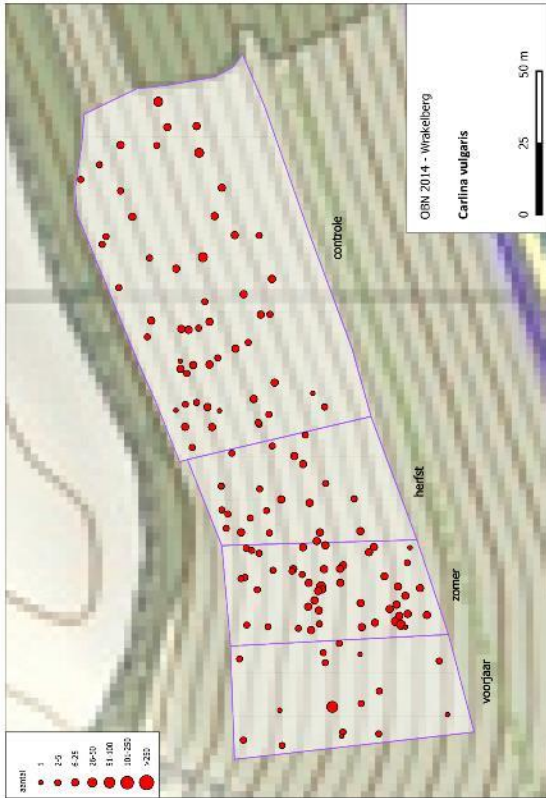


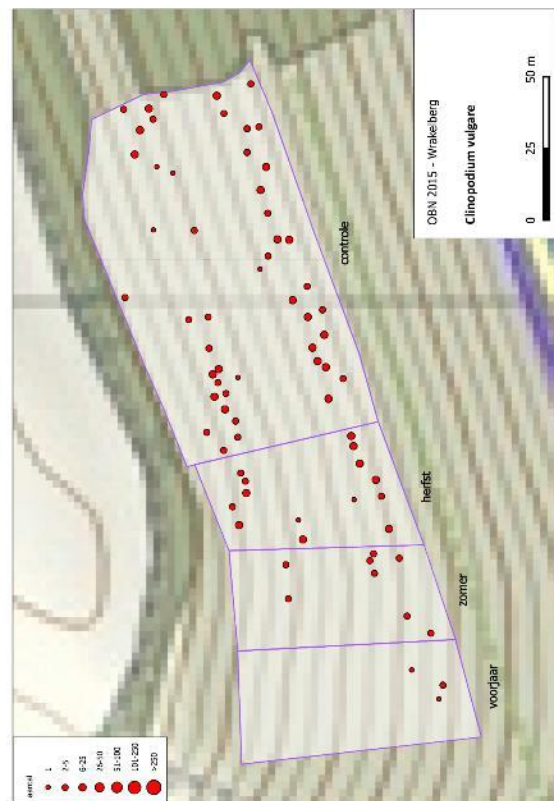
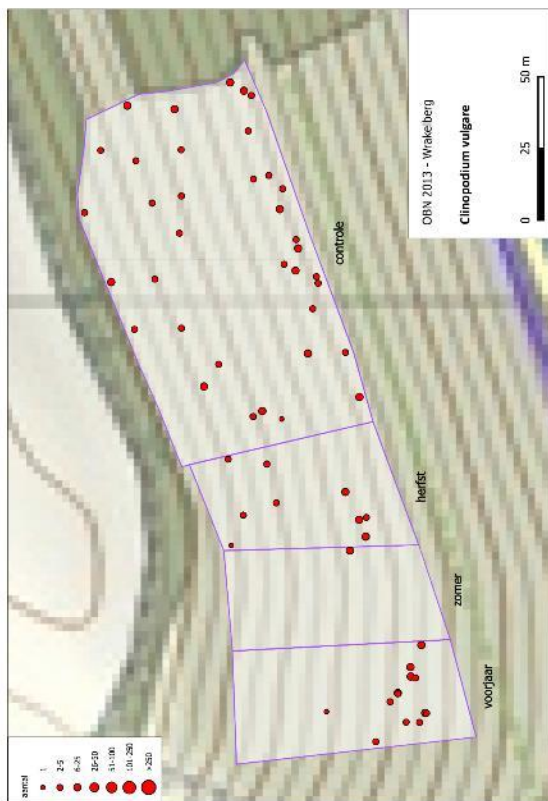
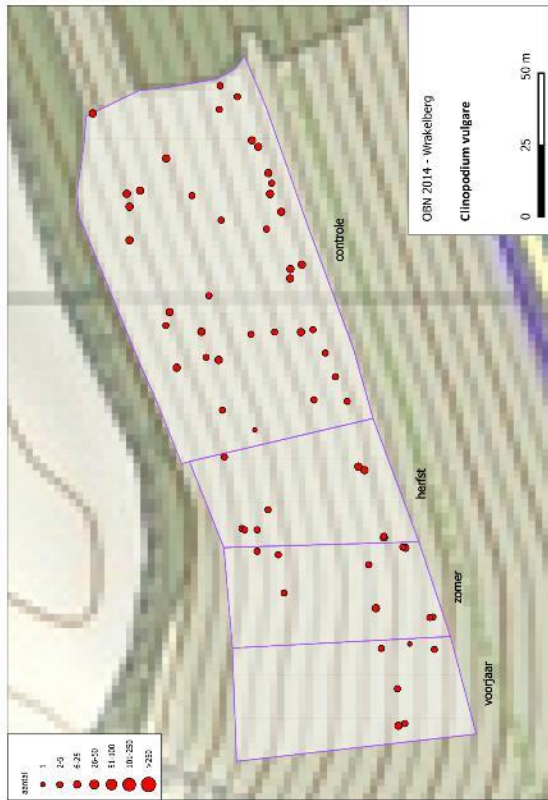


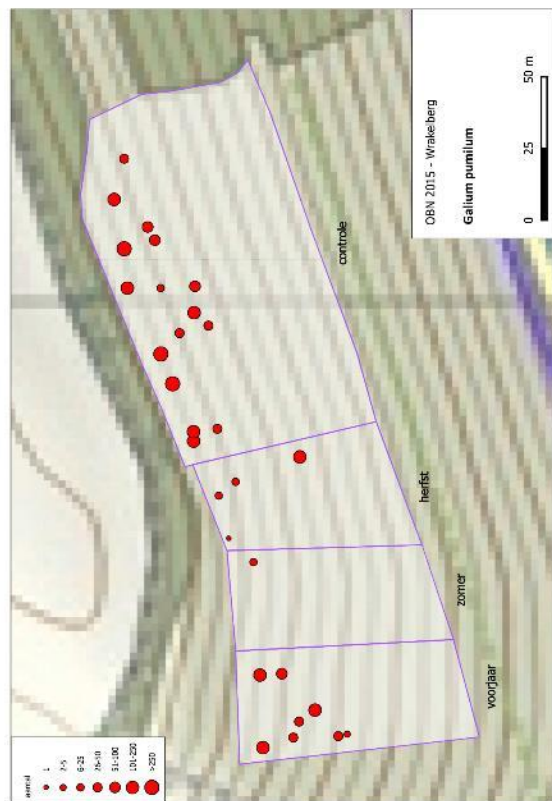
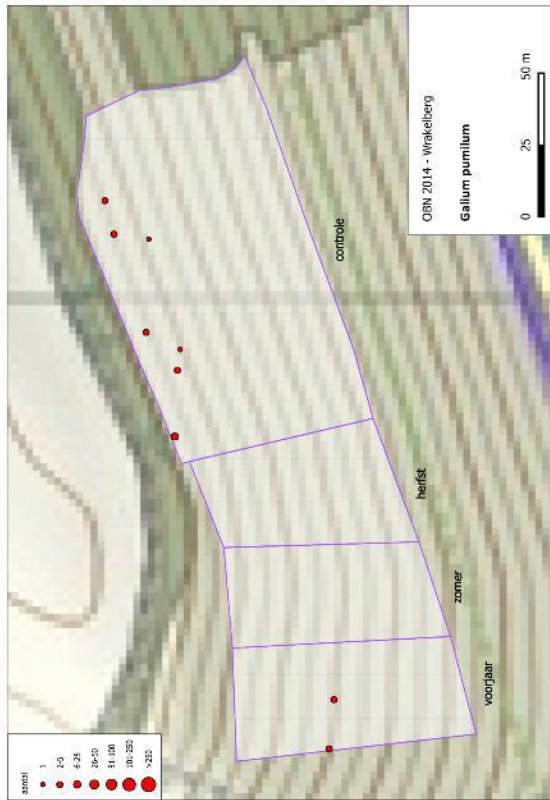


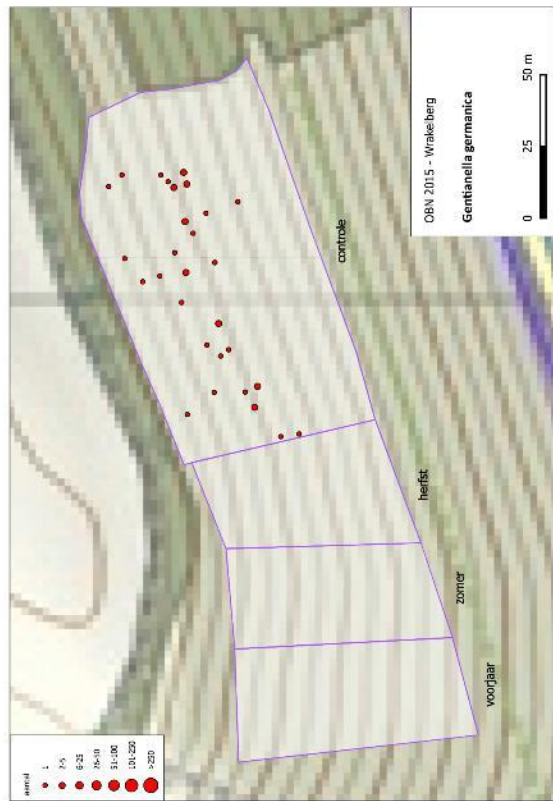
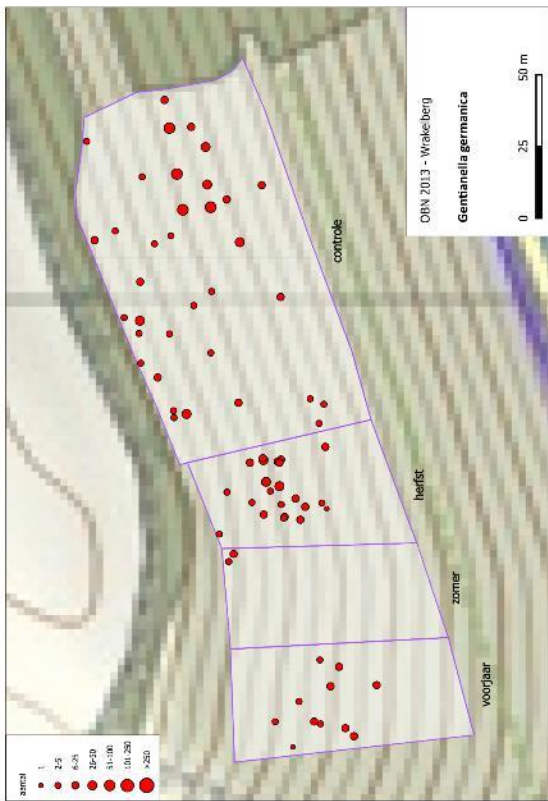
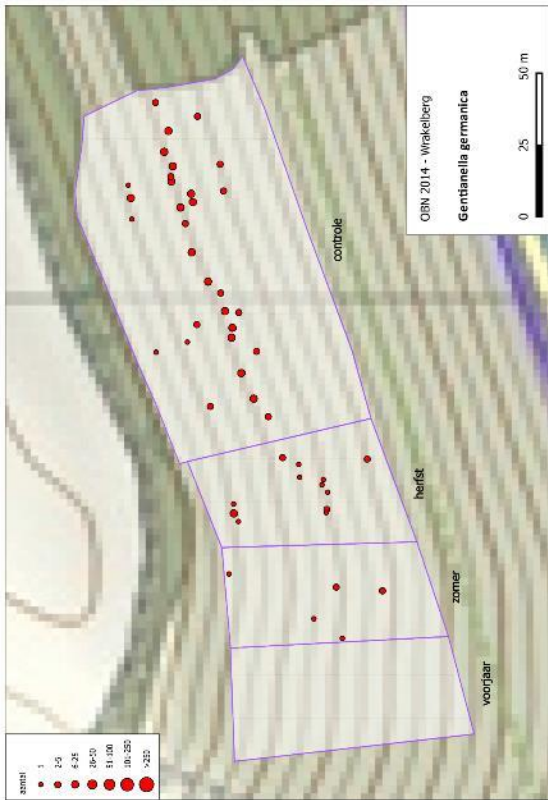


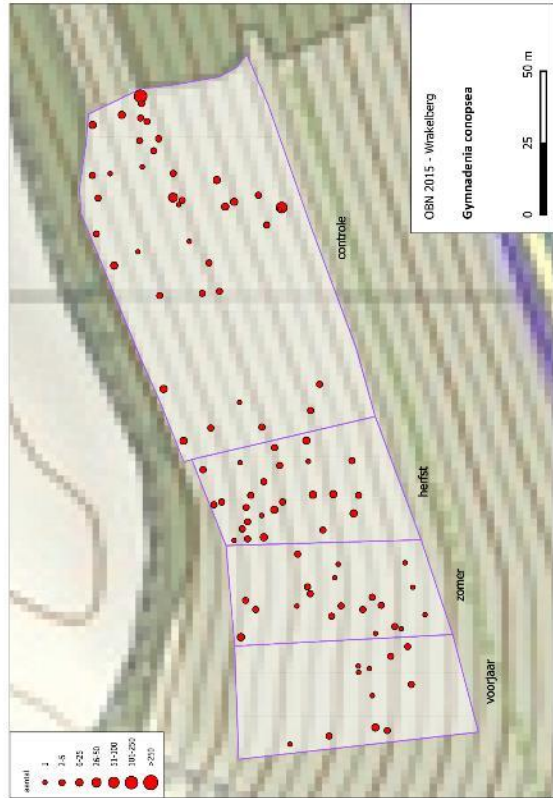
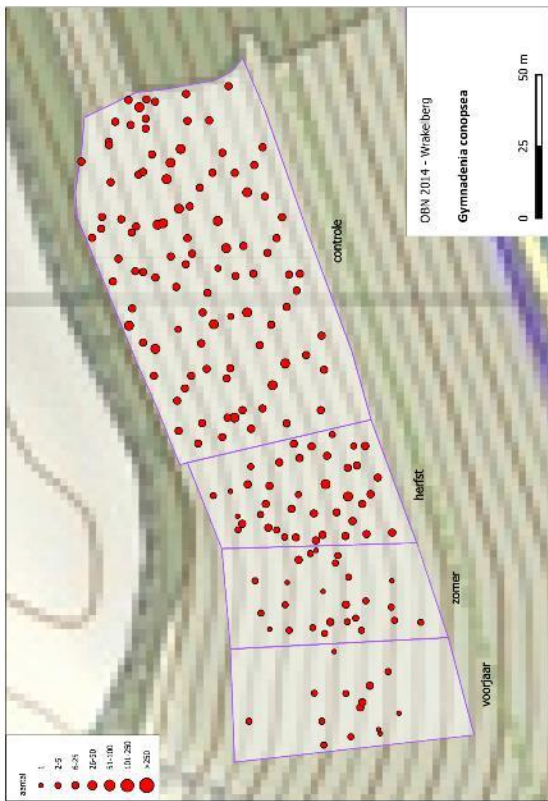


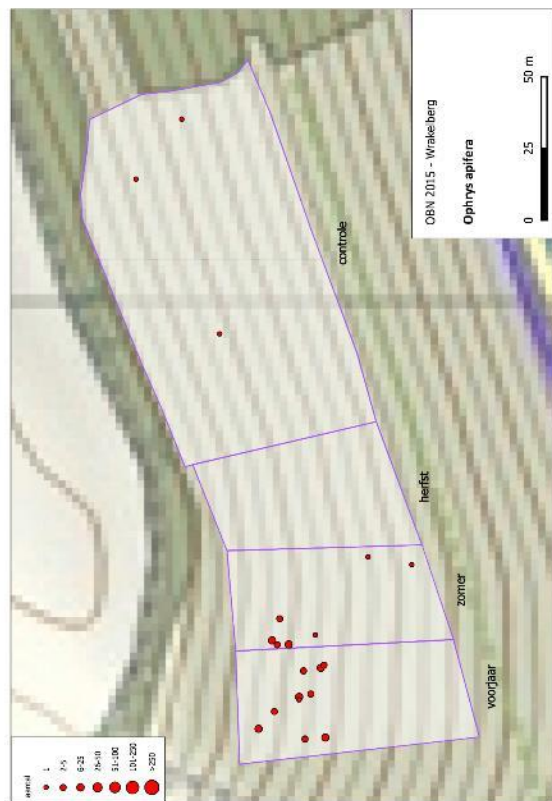
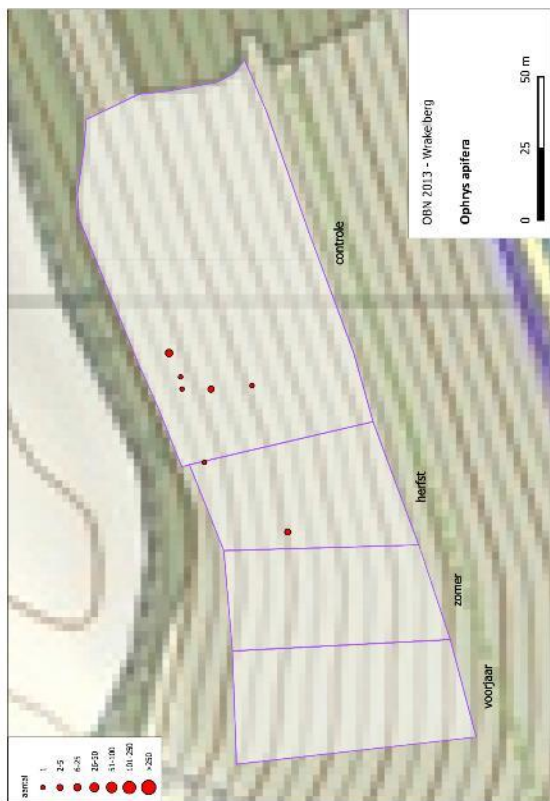


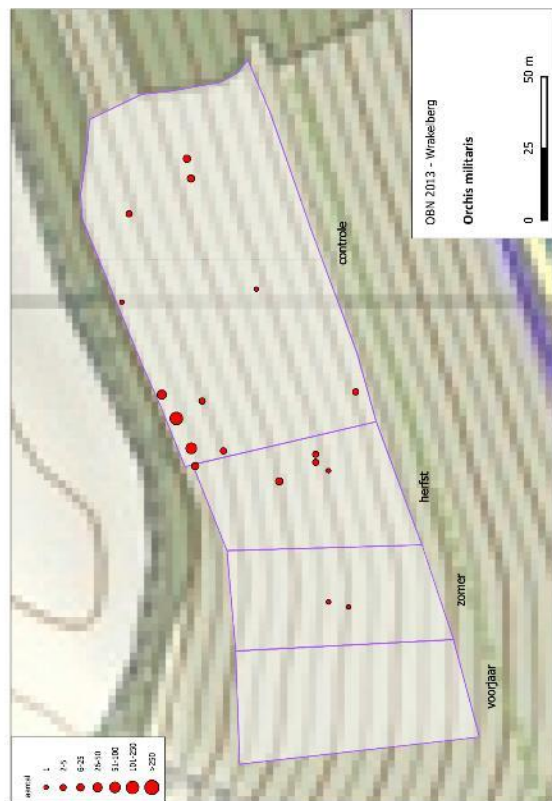
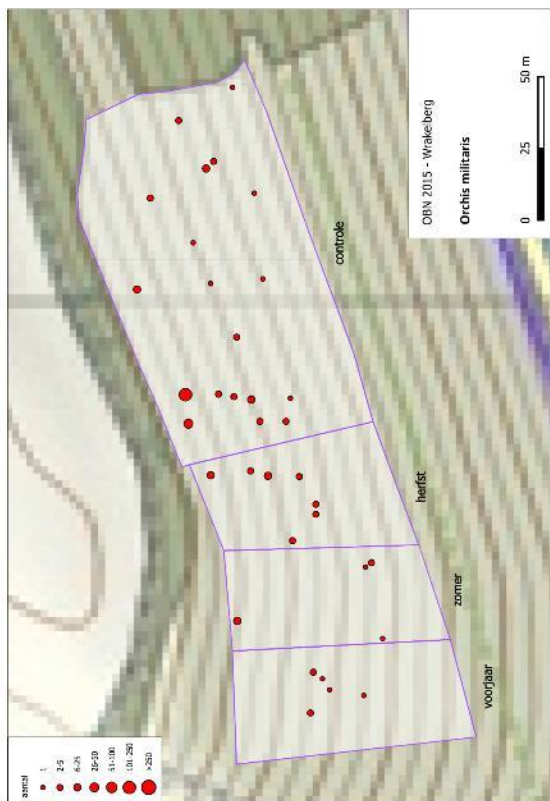
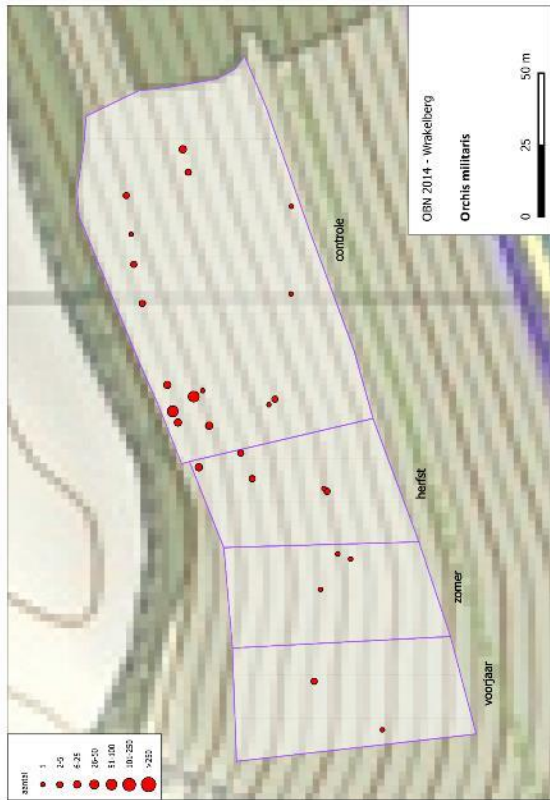


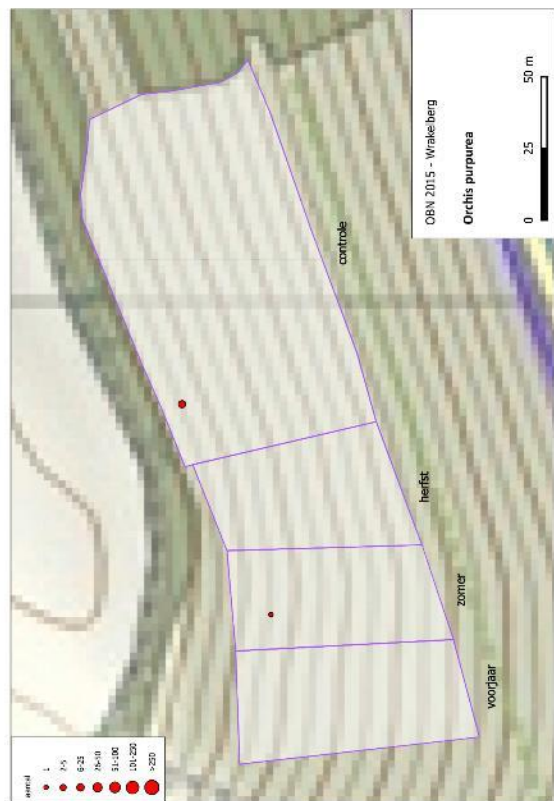


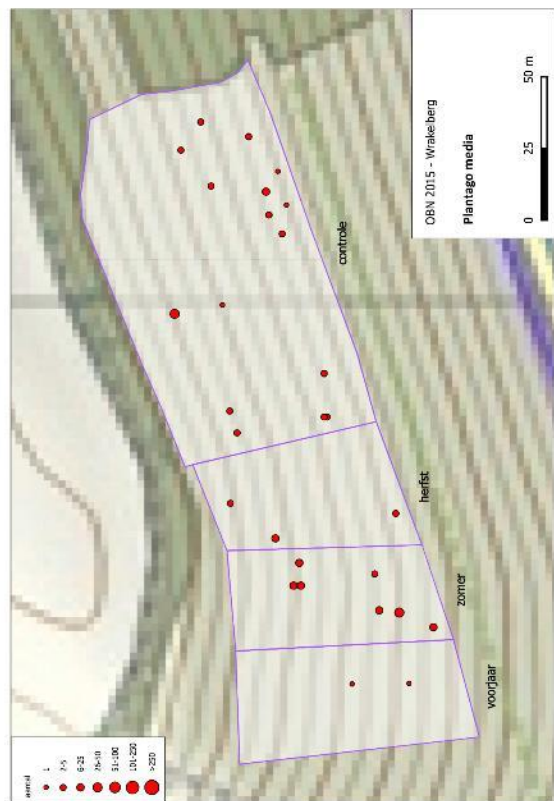
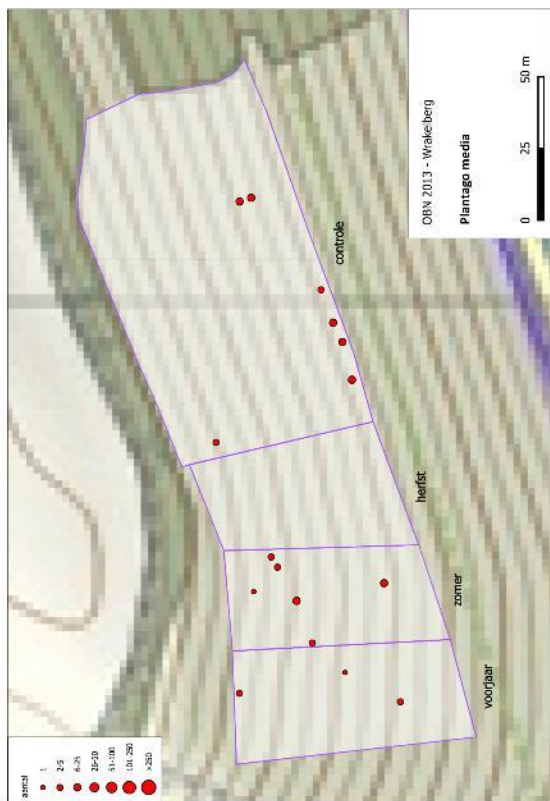


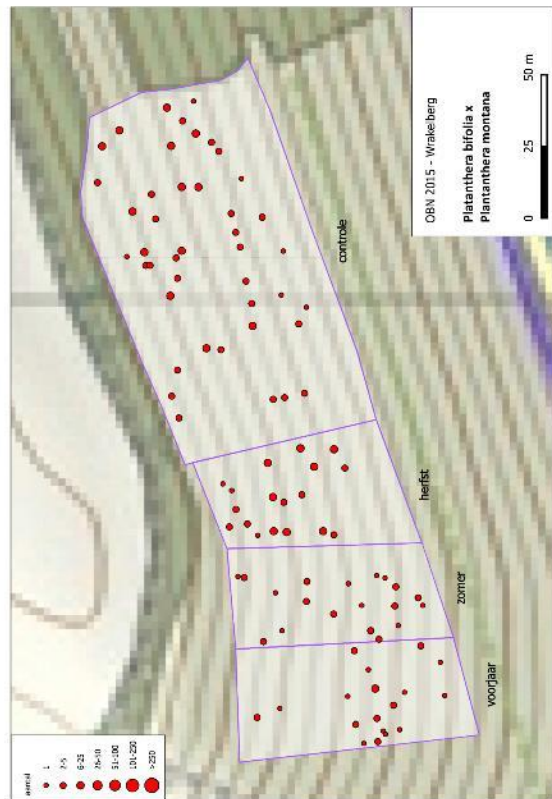
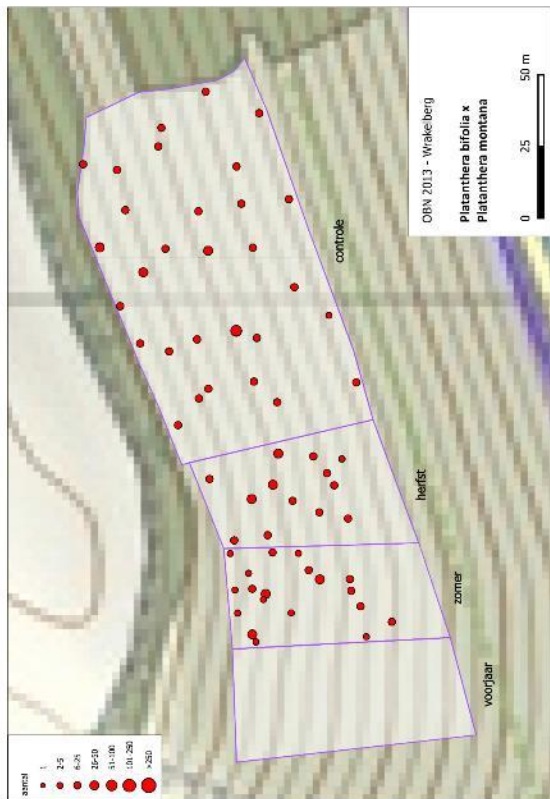


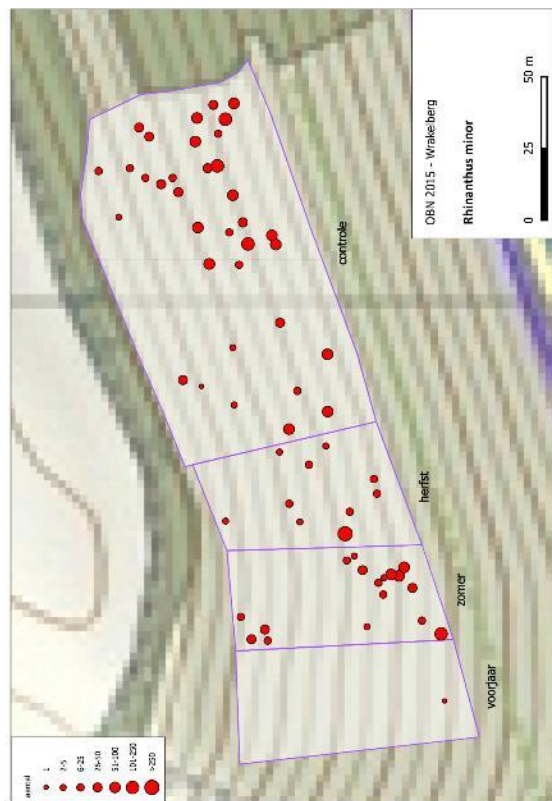
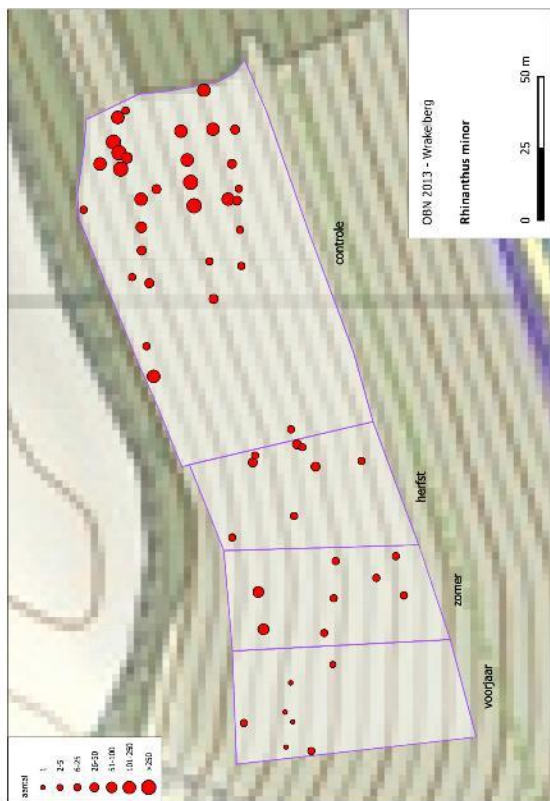
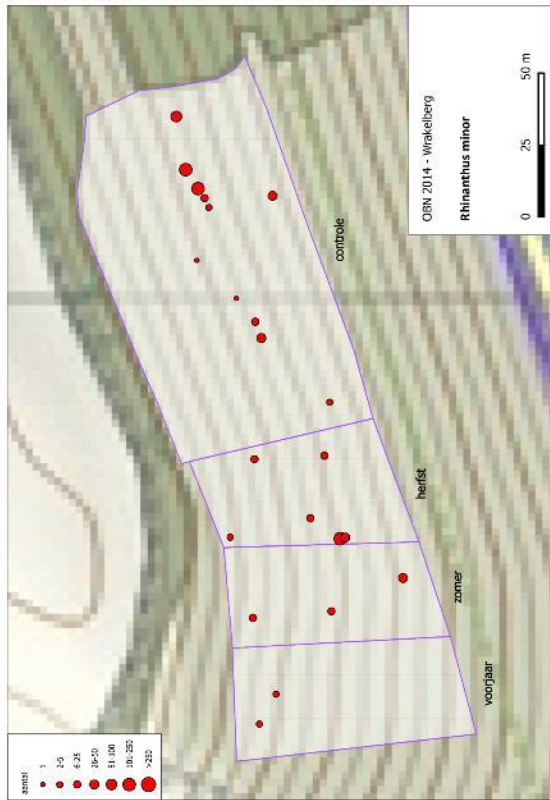


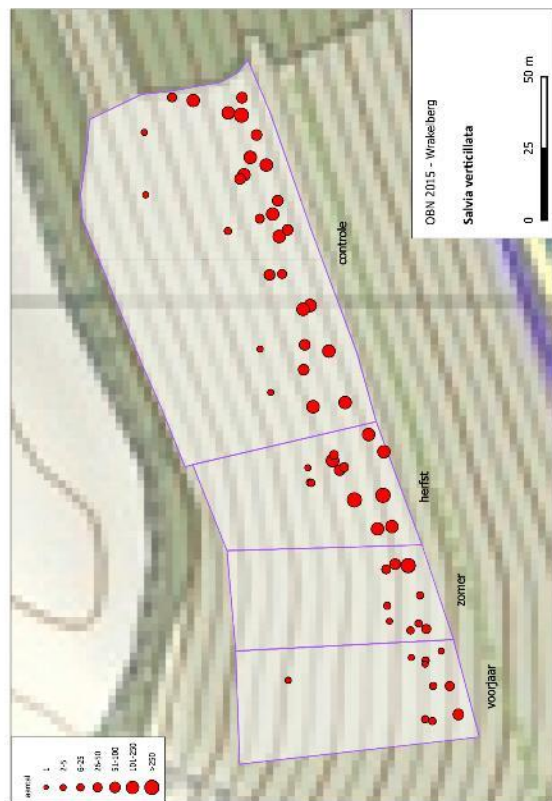
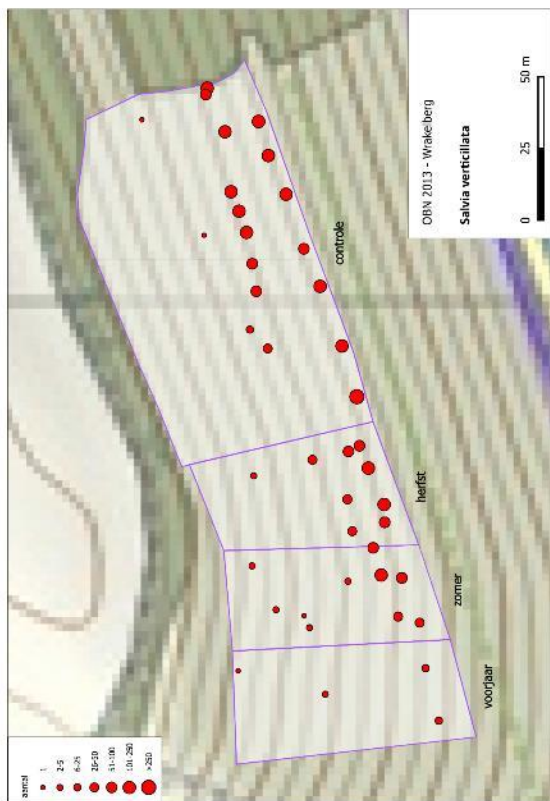
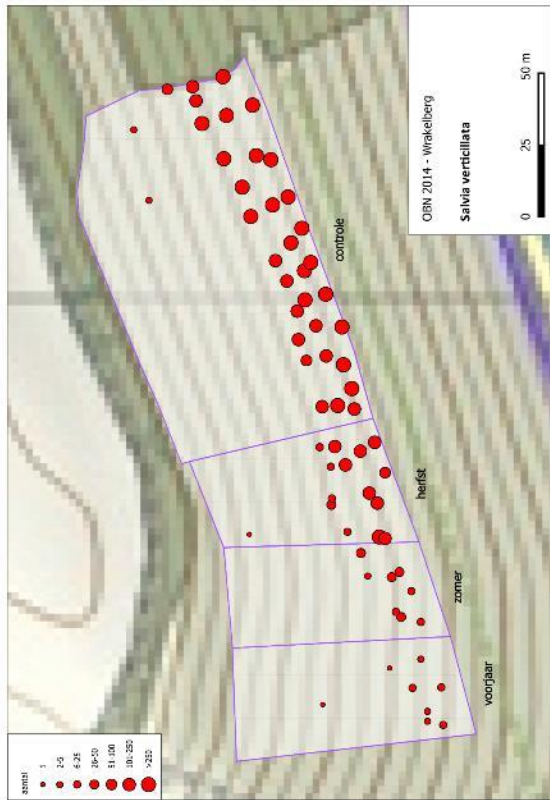














Bijlage 4: Groeivorm plantensoorten

| Laamhei | trend | levensduur | bloeitijd | vorm |
|---|--------------|-------------------|------------------|---------------|
| <i>Agrimonia eupatoria</i> | * | overblijvend | zomer | hemicryptofyt |
| <i>Clinopodium vulgare</i> | * | overblijvend | zomer | hemicryptofyt |
| <i>Gentianella germanica</i> | * | tweejarig | herfst | hemicryptofyt |
| <i>Gymnadenia conopsea</i> | * | overblijvend | zomer | geofyt |
| <i>Plantago media</i> | * | overblijvend | voorjaar | hemicryptofyt |
| <i>Helictotrichon pubescens (Tansley)</i> | + | overblijvend | voorjaar | hemicryptofyt |
| <i>Briza media (Tansley)</i> | + | overblijvend | voorjaar-zomer | hemicryptofyt |
| <i>Bromopsis erecta</i> | + | overblijvend | voorjaar-zomer | hemicryptofyt |
| <i>Linum catharticum (Tansley)</i> | + | eenjarig | zomer | therofyt |
| <i>Ophrys insectifera</i> | = | overblijvend | voorjaar | geofyt |
| <i>Carex pallescens</i> | = | overblijvend | voorjaar | hemicryptofyt |
| <i>Centaurea scabiosa (Tansley)</i> | = | overblijvend | zomer | hemicryptofyt |
| <i>Neottia ovata</i> | = | overblijvend | voorjaar | geofyt |
| <i>Orchis militaris</i> | = | overblijvend | voorjaar | geofyt |
| <i>Orchis purpurea</i> | = | overblijvend | voorjaar | geofyt |
| <i>Polygala comosa</i> | = | overblijvend | voorjaar-zomer | chamaefyt |
| <i>Primula veris</i> | = | overblijvend | voorjaar | hemicryptofyt |
| <i>Rhinanthus minor</i> | = | eenjarig | voorjaar | therofyt |
| <i>Soorten met incidenteel voorkomen:</i> | | | | |
| <i>Anacamptis pyramidalis</i> | * | overblijvend | voorjaar | geofyt |
| <i>Carlina vulgaris</i> | * | tweejarig | herfst | hemicryptofyt |
| <i>Cirsium acaule</i> | * | overblijvend | zomer | hemicryptofyt |

Vervolg Bijlage 4. Groeivorm plantensoorten

| Winkelberg | trend | levensduur | bloeitijd | vorm |
|--------------------------------------|--------------|-------------------|------------------|---------------|
| <i>Agrimonia eupatoria</i> | - | overblijvend | zomer | hemicryptofyt |
| <i>Ononis repens subsp. repens</i> | - | overblijvend | zomer | chamaefyt |
| <i>Arabis hirsuta subsp. hirsuta</i> | + | overblijvend | voorjaar | hemicryptofyt |
| <i>Briza media</i> | + | overblijvend | voorjaar | hemicryptofyt |
| <i>Knautia arvensis</i> | + | overblijvend | zomer | hemicryptofyt |
| <i>Platanthera montana</i> | + | overblijvend | zomer | geofyt |
| <i>Polygala comosa</i> | + | overblijvend | voorjaar-zomer | chamaefyt |
| <i>Polygala serpyllifolia</i> | + | winterannuel | zomer | chamaefyt |
| <i>Stachys officinalis</i> | + | overblijvend | zomer | hemicryptofyt |
| <i>Linum catharticum</i> | = | eenjarig | zomer | therofyt |
| <i>Koeleria macrantha</i> | * | overblijvend | zomer | hemicryptofyt |
| <i>Mentha suaveolens</i> | * | overblijvend | herfst | hemicryptofyt |
| <i>Rhinanthus alectorolophus</i> | * | eenjarig | voorjaar-zomer | therofyt |
| <i>Rhinanthus minor</i> | * | eenjarig | zomer | therofyt |
| <i>Scabiosa columbaria</i> | * | overblijvend | zomer | hemicryptofyt |
| <i>Origanum vulgare</i> | ~ | overblijvend | zomer | hemicryptofyt |
| <i>Campanula rapunculus</i> | * | tweejarig | zomer | hemicryptofyt |
| <i>Clinopodium vulgare</i> | * | overblijvend | zomer | hemicryptofyt |
| <i>Cuscuta epithymum</i> | * | eenjarig | voorjaar-zomer | therofyt |
| <i>Jasione montana</i> | + | tweejarig | zomer | hemicryptofyt |

| Wrakelberg | trend | levensduur | bloeitijd | vorm |
|--------------------------------------|--------------|-------------------|------------------|---------------|
| <i>Carlina vulgaris</i> | + | tweejarig | herfst | hemicryptofyt |
| <i>Galium pumilum</i> | + | overblijvend | zomer | hemicryptofyt |
| <i>Ophrys apifera</i> | + | overblijvend | zomer | geofyt |
| <i>Plantago media</i> | + | overblijvend | voorjaar | hemicryptofyt |
| <i>Rhinanthus minor</i> | + | eenjarig | voorjaar | therofyt |
| <i>Platanthera bifolia x montana</i> | = | overblijvend | zomer | geofyt |
| <i>Anthyllis vulneraria</i> | - | overblijvend | voorjaar | hemicryptofyt |
| <i>Clinopodium vulgare</i> | - | overblijvend | zomer | hemicryptofyt |
| <i>Gentianella germanica</i> | - | tweejarig | herfst | hemicryptofyt |
| <i>Gymnadenia conopsea</i> | - | overblijvend | zomer | geofyt |
| <i>Orchis militaris</i> | ~ | overblijvend | voorjaar | geofyt |
| <i>Salvia verticillata</i> | ~ | overblijvend | zomer | hemicryptofyt |
| <i>Bromopsis erecta</i> | * | overblijvend | voorjaar-zomer | hemicryptofyt |

Bijlage 5. Kiemomstandigheden

Geraadpleegde literatuur en websites voor kiemomstandigheden

Used literature and websites for germination conditions

| Soort | Carex flacca | Leontodon hispidus | Linum catharticum | Sanguisorba minor | Scabiosa columbaria |
|-------------------------|---|--------------------|-----------------------------|---|---|
| hooi Tiendeberg | nvt | gewone kieming | nvt | nvt | nvt |
| Kuiters en Huiskes 2010 | kieming | kieming | nvt | kieming? | nvt |
| nitريف | nvt | kiemt goed | nvt | kiemt goed | nvt |
| website | cruyt-hoek: verkochte soort | nvt | cruyt-hoek: verkochte soort | nvt | Kiemt bij maximaal 5 graden Celsius. Kiemt langzaam en onregelmatig. Dikwijls in het voorjaar erop. Ter plekke zaaien vanaf augustus. |
| Soprema | nvt | nvt | nvt | lichtkiemer | nvt |
| Ecotronics | nvt | nvt | vlas = donker, koud! | licht , normaal | licht , normaal |
| Tomclothier | Sow at 20°C (68°F), if no germination in 3-4 wks, move to -4 to +4°C (24-39°F) for 2-4 wks, recycle | nvt | nvt | Sow at 20°C (68°F), germinates in less than two wks thin cover, needs light | Sow at Max. 5°C (41°F), germination irregular, often several months |
| conclusie | licht, evt koud | licht, normaal? | donker, normaal/koud | licht, normaal | licht, koud |

Soprema =

http://www.soprema.ch/downloadsection/repository/de/2_Bituminoese_Systeme/2_Datenblaetter/21_Dachbegruenung_extensiv/03_Handansaat_97514.pdf

Ecotronics = <http://www.ecotronics.ch/blumen/keimverhalten.aspx?AspxAutoDetectCookieSupport=1>

Tomclothier = <http://tomclothier.hort.net/page02.html>

Bijlage 6. Zaadmonsters gebruikt voor verdere analyses

drie beheermethoden per terrein, twee of meer terreinen.

| Datum | GEBIED | Beheer | soortnaam |
|-----------|------------|--------|--------------------|
| 16-7-2015 | Laamhei | laam2 | Carex flacca |
| 16-7-2015 | Laamhei | laam3 | Carex flacca |
| 16-7-2015 | Laamhei | laam4a | Carex flacca |
| 16-7-2015 | Wrakelberg | wra2 | Carex flacca |
| 17-7-2015 | Wrakelberg | wra3 | Carex flacca |
| 16-7-2015 | Wrakelberg | wra4 | Carex flacca |
| | | | |
| 16-7-2015 | Laamhei | laam2 | Leontodon hispidus |
| 16-7-2015 | Laamhei | laam3 | Leontodon hispidus |
| 16-7-2015 | Laamhei | laam4a | Leontodon hispidus |
| 16-7-2015 | Winkelberg | win2 | Leontodon hispidus |
| 16-7-2015 | Winkelberg | win3 | Leontodon hispidus |
| 16-7-2015 | Winkelberg | win4 | Leontodon hispidus |
| 16-7-2015 | wrakelberg | wra2 | Leontodon hispidus |
| 16-7-2015 | wrakelberg | wra3 | Leontodon hispidus |
| 16-7-2015 | wrakelberg | wra4 | Leontodon hispidus |
| 10-9-2015 | wrakelberg | wra1 | Leontodon hispidus |
| 10-9-2015 | wrakelberg | wra3 | leontodon hispidus |
| 10-9-2015 | wrakelberg | wra4 | Leontodon hispidus |
| | | | |
| 16-7-2015 | Laamhei | laam2 | Linum catharticum |
| 16-7-2015 | Laamhei | laam3 | Linum catharticum |
| 16-7-2015 | Laamhei | laam4a | Linum catharticum |
| 16-7-2015 | Winkelberg | win2 | Linum catharticum |
| 16-7-2015 | Winkelberg | win3 | Linum catharticum |
| 16-7-2015 | Winkelberg | win4 | Linum catharticum |
| 16-7-2015 | wrakelberg | wra2 | Linum catharticum |
| 16-7-2015 | wrakelberg | wra3 | Linum catharticum |
| 16-7-2015 | wrakelberg | wra4 | Linum catharticum |
| | | | |
| 30-6-2015 | Laamhei | laam2 | Sanguisorba minor |
| 30-6-2015 | Laamhei | laam3 | Sanguisorba minor |

| | | | |
|-----------|------------|--------|-------------------|
| 30-6-2015 | Laamhei | laam4a | Sanguisorba minor |
| 30-6-2015 | Winkelberg | win2 | Sanguisorba minor |
| 30-6-2015 | Winkelberg | win3 | Sanguisorba minor |
| 30-6-2015 | Winkelberg | win4 | Sanguisorba minor |
| 29-6-2015 | wrakelberg | wra2 | Sanguisorba minor |
| 30-6-2015 | wrakelberg | wra3 | Sanguisorba minor |
| 30-6-2015 | wrakelberg | wra4 | Sanguisorba minor |

Vervolg bijlage 6. Zaadmonsters gebruikt voor verdere analyses

| | | | |
|-----------|------------|--------|---------------------|
| 10-9-2015 | Laamhei | laam1 | Scabiosa columbaria |
| 10-9-2015 | Laamhei | laam3 | Scabiosa columbaria |
| 10-9-2015 | Laamhei | laam4a | Scabiosa columbaria |
| 10-9-2015 | wrakelberg | wra1 | Scabiosa columbaria |
| 10-9-2015 | wrakelberg | wra3 | Scabiosa columbaria |
| 10-9-2015 | wrakelberg | wra4 | Scabiosa columbaria |

Bijlage 7. Zaadgrootte

Gemiddelde zaadgrootte, met tussen haakjes de standaard deviatie. Per terrein zijn eventuele significante verschillen tussen de verschillende beheermethoden met een letter aangegeven (GLM, univariaat, $P < 0.05$).

Average seed size, between brackets the standard deviation. For each site significant differences between the different treatments are indicated with a letter (GLM, univariate, $P < 0.05$).

| Soort | Winkelberg | | | | Wrakelberg | | | | Laamhei | | | |
|-------------------------------------|------------|----------------|----------------|----------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|-----------------|----------------|----------------|
| | Win1 | Win2 | Win3 | Win4 | Wra1 | Wra2 | Wra3 | Wra4 | Laa1 | Laa2 | Laa3 | Laa4 |
| Carex flacca (juli) | | | | | | 2.9 (0.6) a | 3.1 (0.6) a | 3.1 (0.6) a | | 3.0 (0.4) a | 3.0 (0.5) a | 3.7 (0.8) b |
| Leontodon hispidus (juli) | | 1.8 (0.9) b | 1.4 (0.4) a | 2.4 (0.8) c | | 2.7 (0.6) cd | 3.0 (0.7) de | 3.0 (0.6) de | | 3.4 (0.6) fg | 3.2 (0.8) f | 3.7 (0.8) g |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Leontodon hispidus (okt) | | | | | 2.8 (0.6) a | | 3.0 (0.6) a | 3.1 (0.7) a | | | | |
| Linum catharticum (juli) | | 0.8 (0.1) de | 0.8 (0.1) bcd | 0.7 (0.1) a | | 0.8 (0.1) de | 0.8 (0.1) e | 0.8 (0.1) abc | | 0.7 (0.1) ab | 0.8 (0.1) ab | 0.8 (0.1) cde |
| Sanguisorba minor (juni) | | 4.2 (1.9) d | 3.1 (1.2) b | 5.4 (1.4) f | | 2.3 (1.5) a | 3.9 (1.6) cd | 3.5 (1.9) bc | | 5.4 (1.5) f | 5.1 (1.4) ef | 4.6 (1.9) de |
| Scabiosa columbaria (okt) | | | | | 4.5 (1.1) ab | | 4.6 (1.1) abc | 4.3 (0.9) a | 5.0 (1.0) cd | | 5.1 (1.2) d | 4.9 (0.9) bcd |

Bijlage 8. Zaadrijpheid

Gemiddelde zaadrijpheid (in dichtheid chlorophyl/mm²).

Average seed maturity (concentration chlorophyl/mm²).

| Soort | Winkelberg | | | | Wrakelberg | | | | Laamhei | | | |
|-------------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|---------|-------------|-------------|-------------|
| | Win1 | Win2 | Win3 | Win4 | Wra1 | Wra2 | Wra3 | Wra4 | Laa1 | Laa2 | Laa3 | Laa4 |
| Carex flacca (juli) | | | | | | 125646 a | 448647 c | 190328 b | | 111623 a | 131656 a | 109617 a |
| Leontodon hispidus (juli) | | Geen data | Geen data | Geen data | | Geen data | Geen data | Geen data | | Geen data | Geen data | Geen data |
| Leontodon hispidus (okt) | | | | | Geen data | | Geen data | Geen data | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Linum catharticum (juli) | | 77200 D | 88726 e | 46020 Ab | | 46292 ab | 43188 a | 47196 ab | | 54173 bc | 48113 ab | 58069 c |
| Sanguisorba minor (juni) | | 36623 A | 36093 a | 40269 Ab | | 54830 c | 33594 a | 45916 b | | 54817 c | 58811 c | 56841 c |
| Scabiosa columbaria (okt) | | | | | 89743 b | | 64110 a | 58374 a | 87826 b | | 65293 a | 94017 B |

Bijlage 9. Zaadkieming

Zaadkieming, waarbij de kieming van individuele zaden in onderstaande tabel zowel is aangegeven als aantal als het percentage.

Seed germination, indicated as number of germinated seeds and percentage.

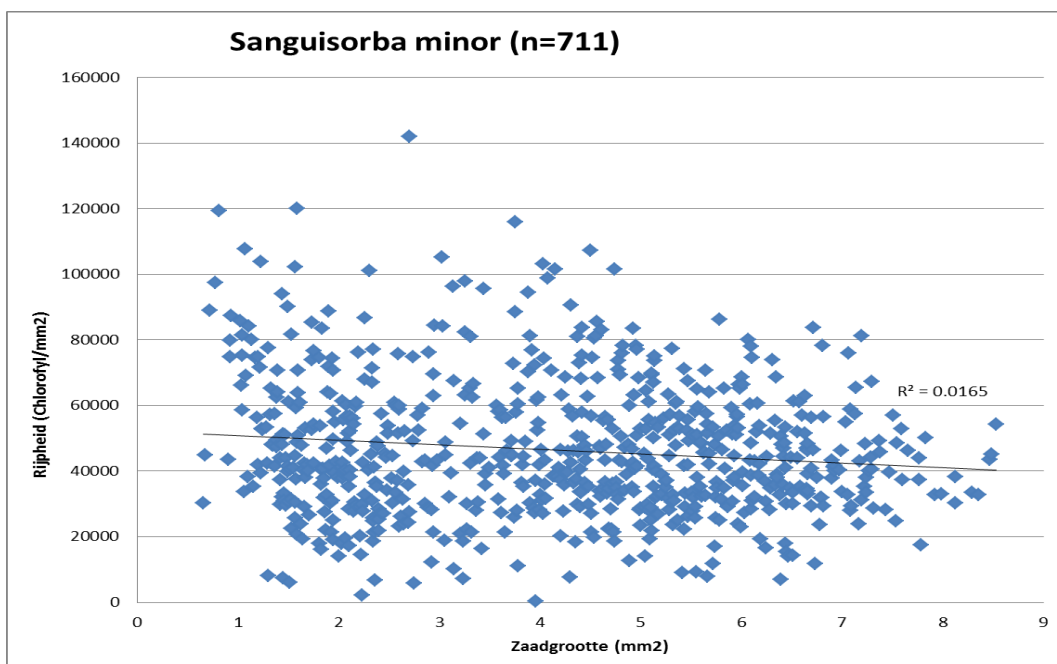
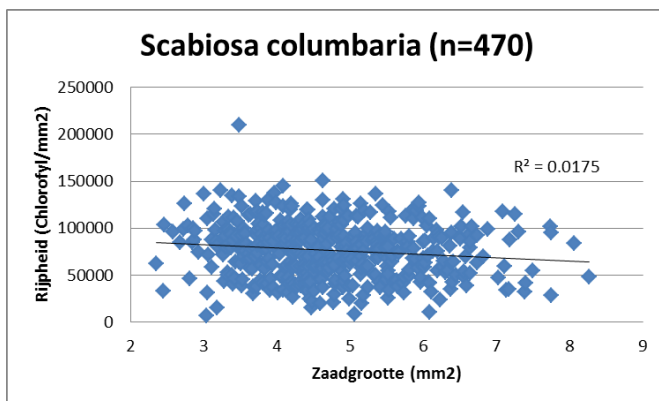
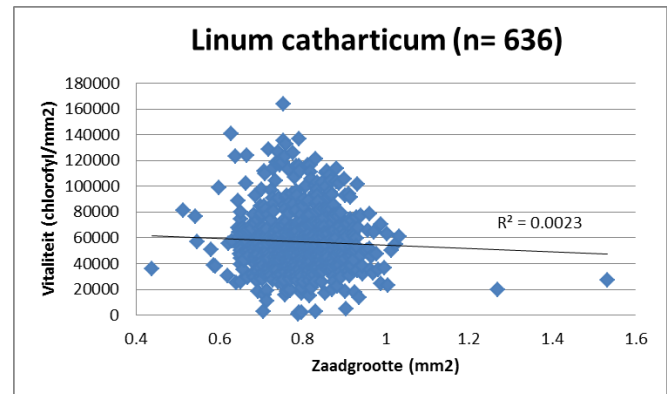
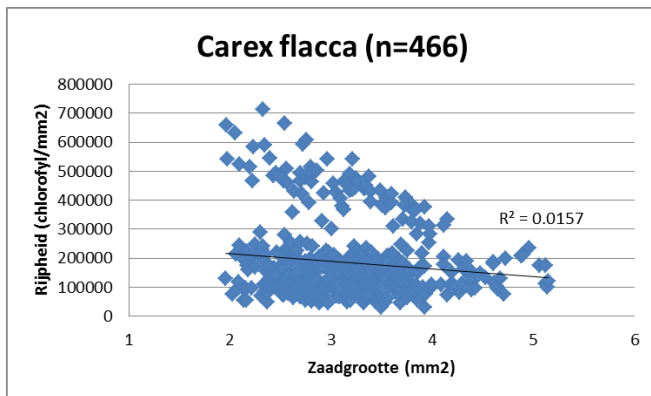
| Soort | Winkelberg | | | | Wrakelberg | | | | Laamhei | | | |
|-------------------------------------|------------|--------|--------|--------|------------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| | Win1 | Win2 | Win3 | Win4 | Wra1 | Wra2 | Wra3 | Wra4 | Laa1 | Laa2 | Laa3 | Laa4 |
| Carex flacca (juli) | | | | | | 0/0% | 1/1% | 2/3% | | 5/6% | 1/1% | 0/0% |
| Leontodon hispidus (juli) | | 55/55% | 45/45% | 54/54% | | 69/69% | 55/55% | 52/52% | | 32/32% | 68/68% | 79/79% |
| Leontodon hispidus (okt) | | | | | 71/71% | | 54/54% | 56/56% | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Linum catharticum (juli) | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 |
| Sanguisorba minor (juni) | | 31/39% | 47/59% | 27/34% | | 7/9% | 43/54% | 7/9% | | 63/80% | 54/68% | 42/53% |
| Scabiosa columbaria (okt) | | | | | 27/34% | | 29/38% | 28/35% | 21/27% | | 37/47% | 61/77% |

Bijlage 10. Relatie zaadgrootte en rijpheid

Relatie tussen zaadgrootte en rijpheid bij zaden van *Carex flacca* (n=466), *Linum catharticum* (n=636), *Sanguisorba minor* (n=711) en *Scabiosa columbaria* (n=470).

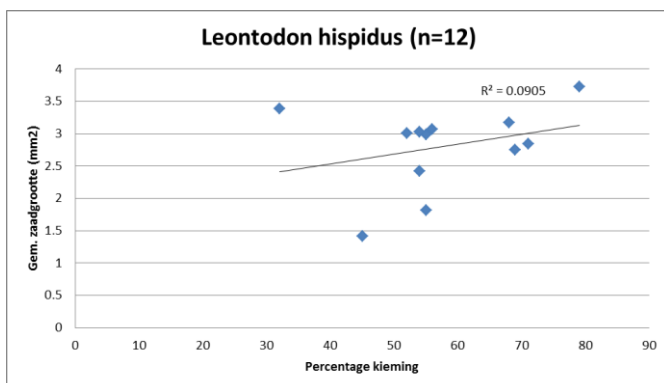
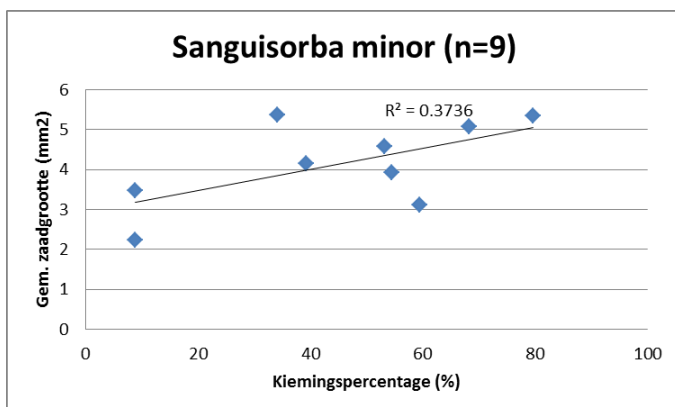
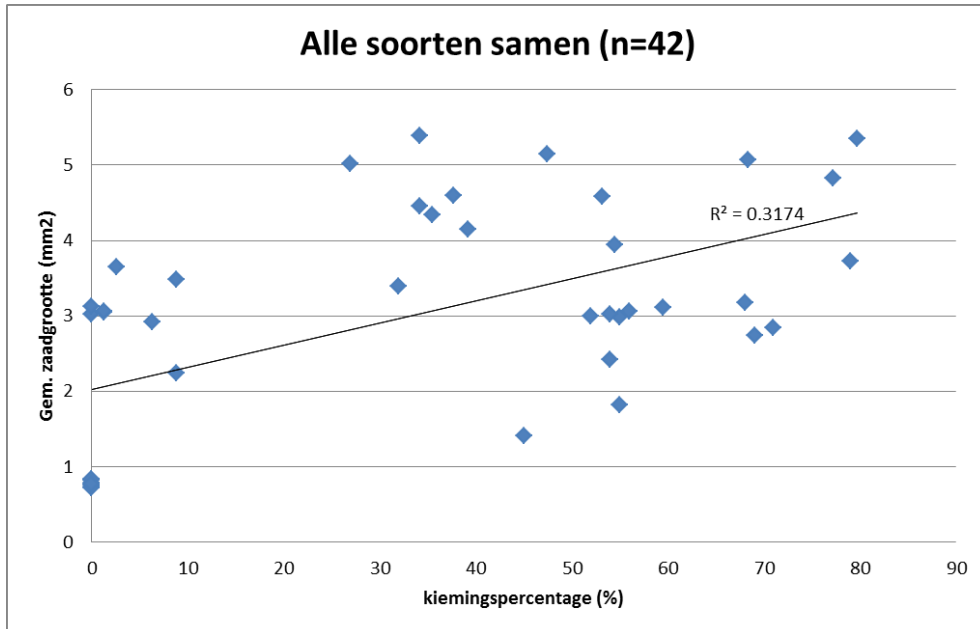
Relation between seed size and maturity in *Carex flacca* (n=466), *Linum catharticum* (n=636), *Sanguisorba minor* (n=711) and *Scabiosa columbaria* (n=470).



Bijlage 11. Relatie zaadgrootte en kiemingspercentage

Kiemingspercentages uitgezet tegen de zaadgrootte voor alle soorten samen en de afzonderlijke soorten *Leontodon hispidus*, *Sanguisorba minor* en *Scabiosa columbaria*

Percentage of germination and seed size for the whole dataset and species *Leontodon hispidus*, *Sanguisorba minor* and *Scabiosa columbaria*



ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit

o+bn

Het Kennisnetwerk Ontwikkeling Beheer Natuurkwaliteit:

- is een onafhankelijk en innovatief platform waarin beheer, beleid en wetenschap op het gebied van natuurherstel en -beheer samenwerken;
- ontwikkelt en verspreidt kennis met als doel het structureel herstel en beheer van natuurkwaliteit.