

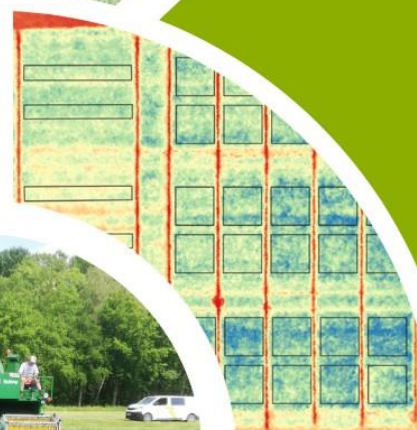


2024

RAPPORT

IMPACT VAN VRAATSCHADE DOOR GANZEN OP GRASLANDEN

Paul Pardon & Peter Lootens



IMPACT VAN VRAATSCHADE DOOR GANZEN OP GRASLANDEN

DOI: 10.5281/zenodo.13486884

Auteurs:

Paul Pardon, Peter Lootens

Werkten mee aan dit onderzoek:

Geert De Smet
Aaron Van Gehuchten
Mathias Cougnon
Sarah Carton

Meer info en contact: paul.pardon@ilvo.vlaanderen.be

Foto's © : ILVO tenzij anders vermeld

Teksten mogen worden overgenomen mits bronvermelding:

Pardon P. & Lootens P. (2024). Impact van vraatschade door ganzen op graslanden. ILVO, Merelbeke. 64 p. DOI: 10.5281/zenodo.13486884

Opdrachtgever en financiering:

Agentschap voor Natuur en Bos

Aansprakelijkheidsbeperking

Deze publicatie werd door de auteurs met de grootste zorg en zorgvuldigheid voorbereid. Noch de projectpartners, noch de auteurs, noch enige andere personen die betrokken werden bij de creatie, productie of totstandkoming van deze publicatie of de informatie die erin vervat zit, kunnen op enige wijze verantwoordelijk of aansprakelijk gesteld worden voor de juistheid, volledigheid of bruikbaarheid van enige informatie vervat in deze publicatie, noch kunnen ze aansprakelijk gesteld worden voor enige directe of indirecte schade die voortvloeit uit het gebruik van de informatie die beschikbaar gesteld wordt door deze publicatie.

SAMENVATTING NL

Naar aanleiding van de toegenomen populaties van bepaalde ganzensoorten in Vlaanderen en de stijging in uitgekeerde schadebedragen werd een begrazingsexperiment uitgevoerd om de effectieve gevolgschade aan grasland bij begrazing door ganzen na te gaan. De begrazing werd uitgevoerd op een perceel Engels raaigras (*Lolium perenne*) door gedomesticeerde ganzen onder gecontroleerde omstandigheden. Een hoge en lage begrazingsdruk werd gehanteerd, waarbij onderscheid gemaakt werd tussen begrazing die plaatsvond in de periode januari t.e.m. maart versus gedurende januari t.e.m. april. Beperkte opbrengstreducties tussen 3.6 en 7.5% werden gemeten bij de eerste snede, hoewel deze statistisch niet significant bleken. Het verder doorgaan van de begrazing in april leidde niet tot een grotere opbrengstdaling. Enkel in de intensief belopen rustzone waar de ganzen het grootste deel van de tijd doorbrachten werd een significante opbrengstreductie van 36.6% gevonden bij de eerste snede. Bij de tweede snede werd geen effect meer vastgesteld van de begrazing. Een gestegen onkruiddruk werd niet waargenomen in de begraasde zones van de proefopstelling. Net voor de proefoogst van de eerste snede werd de proefzone in beeld gebracht m.b.v. een UAV die was uitgerust met een RGB en 10-band multispectrale camera. Er werd een goede correlatie vastgesteld tussen de RGB-index Gewashoogte (q90) (Spearman's rank 0.87) en de door proefoogst bepaalde biomassa opbrengst. Gebruik van deze methodiek kan een voordelige optie bieden om een indicatie te krijgen van de oogstbare biomassa. Tenslotte werd geëvalueerd in welke mate de impact van de begrazing op de gemeten gewasopbrengst gesimuleerd kon worden d.m.v. LINGRA-N PLUS. Hoewel de tool een zeker potentieel biedt zijn bepaalde aanpassingen noodzakelijk om tot een meer correcte schatting te komen, waaronder de mogelijkheid om de residuele grashoogte na begrazing te specificeren. Zoals vaak bij modelmatige simulaties is een zekere fout in de praktijk daarbij echter moeilijk te vermijden.

SUMMARY ENG

In response to the increased populations of certain goose species in Flanders and the increase in paid compensations for yield losses due to grazing, an experiment was conducted to investigate the actual impact of grazing by geese on grassland. Grazing was conducted by domesticated geese under controlled conditions on a field of English ryegrass (*Lolium perenne*). A high and low grazing pressure was used. Additionally, distinguishment was made between grazing that took place during January to March versus during January to April. Limited yield reductions between 3.5 and 7.5% were measured at the first cut, although these were found not to be statistically significant. Continued grazing in April did not lead to increased yield reductions. Only in the intensively used resting area, where the geese spent most of their time, a significant yield reduction of 36.6% of the first cut was found. No further effect of grazing was found at the second cut. Increased weed pressure was not observed in the grazed areas of the experimental zone. Just before the experimental harvest of the first cut, the experimental zone was imaged using a UAV equipped with an RGB and 10-band multispectral camera. A good correlation was observed between the RGB index Crop Height (q90) (Spearman's rank 0.87) and the biomass yield determined by experimental harvest. Use of this method may provide an advantageous option to get an indication of harvestable biomass. Finally, the extent to which the impact of grazing on measured crop yield could be simulated using LINGRA-N PLUS was evaluated. Although the tool offers some potential, certain modifications are necessary to achieve a more correct estimation, including the possibility of specifying the residual grass height after grazing. However, as is often the case with model-based simulations, a certain amount of error will be difficult to avoid.

INHOUD

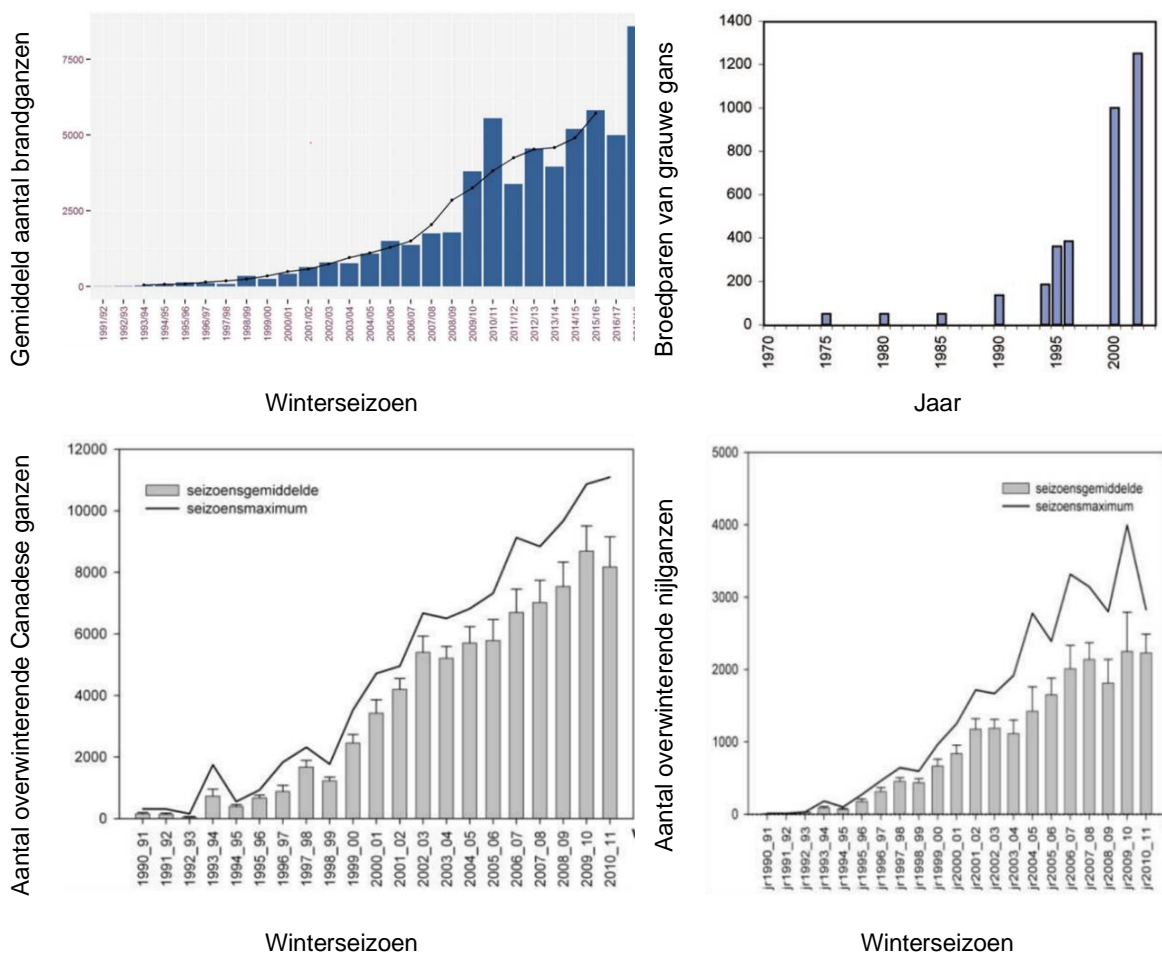
Samenvatting NL	2
Summary ENG.....	3
Inleiding	5
Doel van dit onderzoek	10
Methodiek	11
Perceelsbeschrijving	11
Proefopstelling	13
Behandelingen	17
Gebruikte ganzen.....	18
Grashoogtemetingen.....	19
Botanische samenstelling en onkruiddruk.....	19
Gewasmonitoring met drone	20
Proefoogst	21
Dataverwerking	23
Resultaten en bespreking.....	24
Grashoogtemetingen en proefoogstbepaling.....	24
Grashoogte eind maart.....	25
Grashoogte eind april.....	29
Grasgroei.....	32
Proefoogst eerste snede	33
Opbrengst eerste snede in functie van grashoogte.....	35
Grashoogte tussen de eerste en de tweede snede.....	36
Proefoogst tweede snede.....	38
Onkruiddruk	40
Samenvatting.....	41
Bepaling gras biomassa via UAV meting.....	42
LINGRA-N Plus	48
Evaluatie gehanteerde methodiek	52
Besluit.....	55
Praktijkrelevantie.....	56
Aanbevelingen voor vervolgonderzoek	57
Referenties	58
Bijlagen.....	61

INLEIDING

Deze studie werd uitgevoerd in de eerste jaarhelft van 2024 door het Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek in opdracht van het Agentschap voor Natuur en Bos. Dit naar aanleiding van het ontvangen van schadeclaims door deze laatste ten gevolge van ganzenbegrazing op weilanden en onduidelijkheid over de mate waarin deze schade effectief aan begrazing door ganzen kon toegeschreven worden dan wel (al dan niet gedeeltelijk) aan andere schadeverwekkende factoren.

Verwacht wordt dat deze vragen in de toekomst wellicht pertinenter zullen worden gezien de stijgende populaties winterganzen en de vorming van broedparen van bepaalde ganzensoorten in Vlaanderen. Deze stijgende trend wordt in Vlaanderen sinds de laatste decennia waargenomen (Figuur 1). Zo is het aantal grauwe ganzen (*Anser anser*) in de winterperiode van een zeer beperkt aantal in de jaren 70 ondertussen toegenomen tot meer dan 20 000 exemplaren. Belangrijke overwinteringsgebieden zijn de polders en schorren langs de Beneden-Zeeschelde en de Oostkustpolders. In de periode van oktober tot maart overwinteren voorts tot 45 000 kolganzen (*Anser albifrons*), met kerngebieden in de Oostkustpolders, de IJzervallei en het Oost-Vlaamse Krekengebied. In deze gebieden kunnen respectievelijk tot meer dan 20 000, 14 000 en 19 000 exemplaren worden waargenomen. Kleinere groepen komen voor langs de Maas en in het Antwerpse. Daarnaast overwinteren kleine rietganzen (*Anser brachyrhynchus*) die hun broedgebied in Spitsbergen, Groenland en IJsland hebben in Nederland en Vlaanderen. In de periode november tot januari bereikt hun aantal tussen de 30 000 en 38 000 exemplaren waarvan tot 80% zich in Vlaanderen bevindt, traditioneel binnen de kustpolders tussen Brugge, Oostende en Damme (Oostkustpolders). Het aantal exemplaren van brandgans (*Branta leucopsis*) kende vanaf de jaren '90 een exponentiële groei tot circa 8000 exemplaren in 2016-2017. Een gelijkaardige exponentiële trend werd waargenomen in het geval van nijlgans (*Alopochen aegyptiaca*). Hoewel deze slechts voor het eerst in België werd waargenomen in de jaren 1980, is het momenteel de vaakst geregistreerde exoot en is in Vlaanderen een stabiele winterpopulatie aanwezig van 3500-4000 exemplaren met een maximum van 5630 exemplaren waargenomen in 2016-2017 (Vlaamse Overheid, 2024; Huysentruyt et al., 2022).

Gezien het potentieel belangrijke effect van begrazing die optreedt na de winterperiode is ook de evolutie in aanwezige broedpopulaties daarbij relevant. Zo zijn er in Vlaanderen een duizendtal broedparen van grauwe gans aanwezig, voornamelijk aan de Oostkust, in het noorden van Oost-Vlaanderen en in de Maasvallei. De aanwezige broedparen van grauwe gans stammen in veel gevallen af van herintroducties, vermengd met wilde vogels. Daarnaast is een broedpopulatie van Canadese gans (*Branta canadensis*) aanwezig die in de periode 2013-2018 geschat werd op 1500 tot 2500 exemplaren (Ecopedia, 2024). Met de opmars van brandgans ontwikkelde ook deze soort een broedpopulatie, vermoedelijk eveneens ontstaan uit wilde en verwilderde ganzen (Huysentruyt et al., 2020b). Recent werden tevens een beperkt aantal broedparen van kolgans aangetroffen. Nijlgans vormde rond 1990 een broedpopulatie. Ondanks de korte aanwezigheid werd in de periode 2000-2002 het aantal broedparen geschat op reeds 800-1100 (Adriaens et al., 2012).



Figuur 1: Boven links: Gemiddeld aantal brandganzen (staafjes) en 5-jarig gemiddeld aantal brandganzen (zwarte lijn) in Vlaanderen aanwezig gedurende het winterseizoen (1991-2018) (bron: Huysentruyt et al, 2020a). Boven rechts: Evolutie van het aantal broedparen van de grauwe gans in Vlaanderen sinds de jaren '70. Onder: Gemiddelde (balken) met standaardfout en maximaal aantal (volle lijn) Canadese ganzen (links) en nijlganzen (rechts) in Vlaanderen per winterhalfjaar (oktober-maart 1990-2011) (Bron: watervogeldatabank Vlaanderen INBO, Adriaens et al, 2012).

De aanwezige ganzenpopulaties houden zich vaak op nabij of op graslanden. De grauwe gans broedt in moerassen, meren of rivieren met grasland in de omgeving. In de winter worden grote open gebieden als graslanden, schorren en akkers opgezocht. Het voedsel bestaat voornamelijk uit grassen, water- en oevervegetaties en andere plantendelen. Kolganzen zitten in de winter vooral op graslanden. Er wordt ook wel, zij het beperkt, gevoerageerd op pas ingezaaide graanculturen, maïsakkers en oogstresten van aardappelen en suikerbieten. Gelijkaardig aan de kolgans heeft de kleine rietgans een uitgesproken voorkeur voor graslanden, waar zij de bovenste delen van malse grassen en kruiden afgraast. De soort wordt echter meer en meer op akkers vastgesteld waar gevoerageerd wordt op oogstresten en wintertarwe. Ze overwintert op rustige akkers en graslanden met voldoende voedselaanbod. De (toendra)rietgans foerageert vooral op oogstresten van bieten, maïs en aardappelen (Vlaamse overheid, 2024).



grauwe gans (Vilda/Yves Adams)



kolgans (Vilda/Yves Adams)



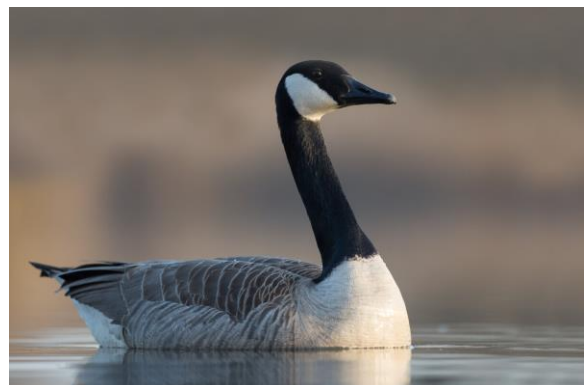
kleine rietgans (Vilda/Yves Adams)



rietgans (Glenn Vermeersch)



brandgans (Glenn Vermeersch)

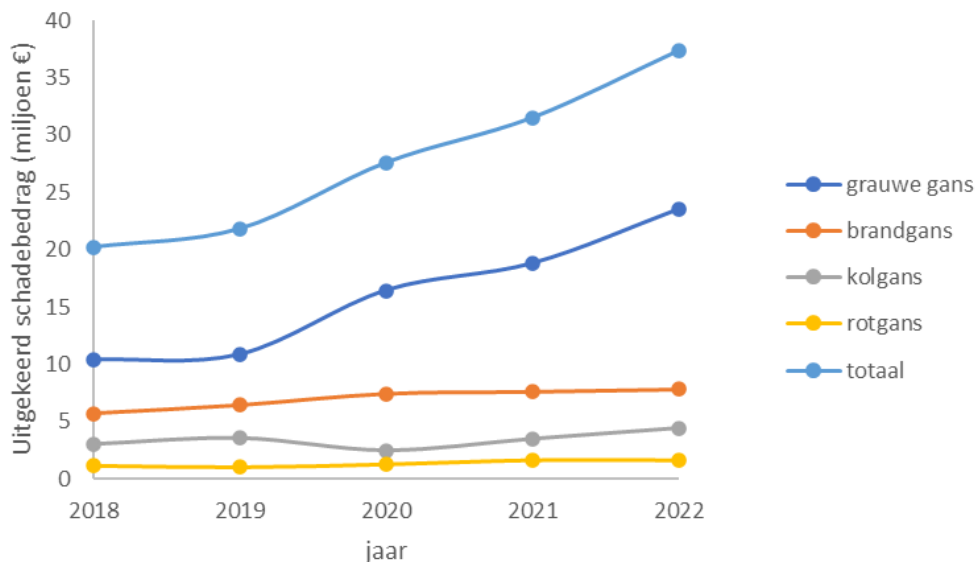


Canadese gans (Luc Meert)

Figuur 2: Belangrijkste (schadeverwekkende) ganzensoorten in Vlaanderen.

Dat schade aan landbouwteelten door het grazen van ganzen, en de daaraan gelinkte financiële compensaties, substantieel kunnen zijn blijkt onder meer uit cijfers uit Nederland. In 2022 bedroeg het uitgekeerde schadebedrag voor de voornaamste schadeverwekkende ganzensoorten er 37.4 miljoen €. Daarbij bleek grauwe gans de grootste schadeverwekker te zijn met een schade-aandeel van 23.5 miljoen € (Figuur 3). De uitgekeerde schadevergoedingen van de afgelopen jaren vertonen bovendien een sterk stijgende trend. Zo bedroegen deze bedragen in 2018 respectievelijk nog 20.2 en 10.4 miljoen €. Grasland blijkt daarbij de teelt die het vaakst beschadigd wordt (BIJ12, 2024). De in Vlaanderen uitbetaalde schadevergoeding ten gevolge van “schade door watervogels” bedroeg in 2022 470 444 € (ANB, *pers. comm.*). Hoewel dus beperkter dan in Nederland is ook hier een sterke toename zichtbaar ten opzichte van 2020 en 2021 wanneer de uitgekeerde bedragen respectievelijk nog 276 258 € en 249 801 € bedroegen. In de periode 2017-2019 bedroeg dit

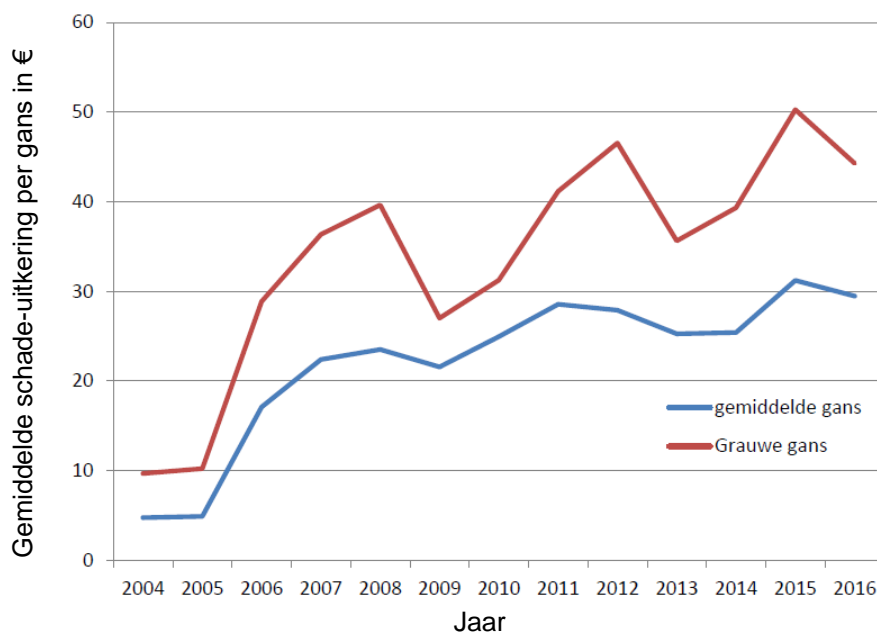
gemiddeld nog 120 285 € per jaar. Ook het aantal ontvankelijk verklaarde schadedossiers steeg van 108 in de periode 2017-2019 naar 194 in de periode 2020-2022. Deze schade werd vooral waargenomen in West- en Oost-Vlaanderen op grasland en granen. Hoewel in Vlaanderen niet steeds één specifieke schadeverwekkende soort kan aangeduid worden, blijkt het meestal om schade door (kleine) rietgans te gaan. Voor de periode 2020-2022 bedraagt de gemiddelde schadevergoeding 6715 € per dossier. Schadevergoedingen onder 50 € worden niet uitbetaald en er geldt een franchise van 250 € per schadelijder per jaar.



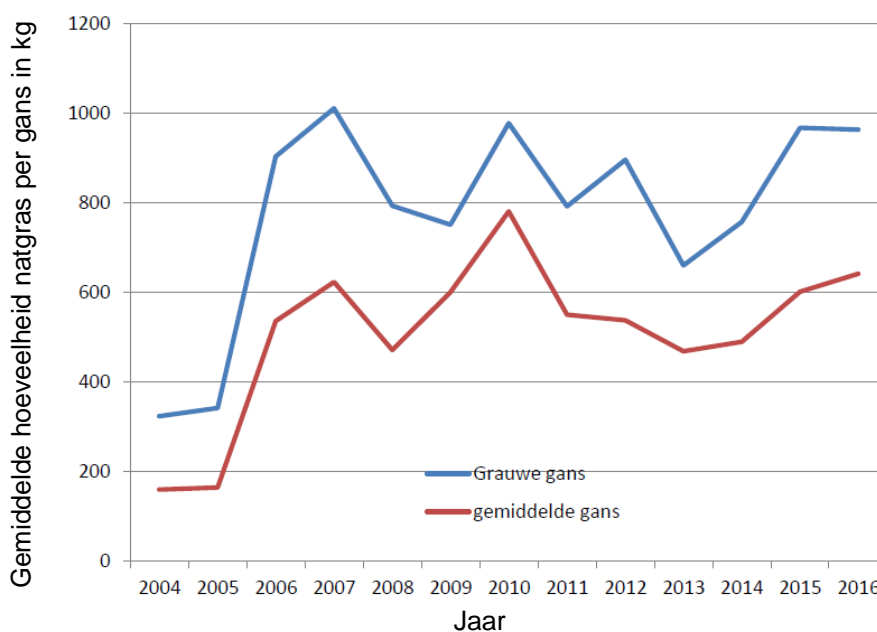
Figuur 3: Uitgekeerde schadebedragen voor de periode 2018-2022 in Nederland voor de voornaamste schadeverwekkende ganzensoorten (op basis van BIJ12, 2024).

Zoals beschreven door Latour et al. (2019), blijkt in Friesland ook de uitgekeerde schadevergoeding uitgedrukt per gans een sterke stijging te vertonen (Figuur 4). Deze cijfers werden berekend op basis van de verhouding tussen totale uitgekeerde schadevergoedingen en het getelde aantal ganzen. Hoewel hierbij een zekere foutenmarge in acht dient genomen te worden blijkt een vrij duidelijke trend aanwezig. Deze toename wordt doorgaans onder meer toegeschreven aan variërende droge stof prijzen voor gras. Om dit aspect in rekening te brengen berekenden Latour et al. (2019) hoeveel kilogram droge stof en verse gras biomassa een gans gemiddeld zou verorberd hebben, waarbij ze corrigeerden voor de variërende grasprijs (Figuur 5).

In de jaren 2003-2004 en 2005 bleken de waarden in Figuur 5 overeen te komen met de vraat die verwacht zou worden op basis van de fysiologische vraatcapaciteit van ganzen, met name 120 kg per jaar in geval van de slechts tijdelijk aanwezige brandgans en kolgans en 365 kg per jaar in geval van grauwe gans (Latour et al., 2019). Vanaf 2006 zou de vraatschade, verrekend op basis van de vergoedingen, echter tussen de 800 en 1 000 kg per jaar bedragen voor grauwe gans. Voor rotgans en kolgans circa 500 en 600 kg, respectievelijk. Dit overstijgt met andere woorden sterk de op basis van de aanwezige populatieaantallen verwachte schade wat wijst op de aanwezigheid van bijkomende schadeveroorzakende factoren en/of foutieve inschattingen van de eigenlijke schade.



Figuur 4: Jaarrond kostprijs per gans in Friesland per jaar, gebaseerd op de jaarlijkse uitgekeerde schadebedragen en het aantal ganzen (gemiddeld over alle ganzensoorten waarvoor schade is uitgekeerd) (Bron: Latour et al., 2019).



Figuur 5: Hoeveelheid verse gras biomassa in kg die per grauwe gans of gemiddelde gans (alle soorten) per jaar wordt vergoed, gebaseerd op de uitgekeerde schade, de jaarspecifieke gewasprijs en het aantal ganzen (gesommeerd voor alle ganzensoorten waarvoor schade uitkeringen zijn gedaan) (Bron: Latour et al., 2019).

DOEL VAN DIT ONDERZOEK

De stijgende aantallen en het ontstaan van broedpopulaties van bepaalde ganzensoorten in Vlaanderen en de daaruit volgende stijging in gewasschade en uitgekeerde schadevergoedingen noopt tot een onderbouwde schatting van de schade die effectief aan ganzen toe te schrijven is. Dit in het bijzonder gezien ervaringen en onderzoek uit het buitenland aantonen dat de geschatte schadeomvang en de daaraan gekoppelde vergoedingen niet steeds stroken met wat realistisch gezien aan schade verwacht kan worden o.b.v. de waargenomen aantallen ganzen.

Door middel van dit onderzoek werd getracht om de effectieve schade aan grasland die optreedt bij de eerste en de tweede snede ten gevolge van grazen en vertrappelen door ganzen te kwantificeren. Hiertoe werd de oogstbare biomassa opgemeten door het uitvoeren van enerzijds grashoogtemetingen, remote sensing d.m.v. UAV en proefoogstbepalingen. Daarbij werd een onderscheid gemaakt tussen begrazing die optreedt voor eind maart versus begrazing die ook in april verder loopt, waarbij bijzondere aandacht gaat naar het evalueren van de mate waarin het tijdig stoppen van begrazing de grasmat toelaat zich te herstellen tegen het tijdstip van de eerste snede en/of desgevallend de tweede snede. Hiertoe werd ook de evolutie in grashoogte gedurende de maanden voorafgaand aan de oogst periodiek opgevolgd.

Naast evaluatie van de grasgroei en de resulterende oogstbare biomassa werd tevens nagegaan of grazen en vertrappelen tot een hogere onkruiddruk leidt.

Tenslotte werd nagegaan of het effect van ganzenbegrazing op de droge stof productie gesimuleerd kan worden door de grasgroei rekentool LINGRA-N PLUS.

Concreet werd hierbij een antwoord gezocht naar volgende onderzoeksvragen:

- Wat is de impact van begrazing op de oogstbare grasbiomassa en botanische samenstelling indien begrazing optreedt gedurende de maanden januari tot en met maart?
- Wat is de impact van begrazing op de oogstbare grasbiomassa en botanische samenstelling indien begrazing optreedt gedurende de maanden januari tot en met april?
- In welke mate kan een nauwkeurige inschatting van de aanwezige biomassa op door ganzen begraasde percelen gemaakt worden door middel van UAV?
- Is de groeiachterstand door winterbegrazing al dan niet beperkt tot de stoppelhoogte?
- Kan het verlies aan droge stof productie ten gevolge van begrazing berekend worden op basis van een bestaand empirisch model?

PERCEELSBESCHRIJVING

Het onderzoek werd uitgevoerd op de terreinen van het Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek te Merelbeke, België. Er werd een bestaand graslandperceel van goede kwaliteit geselecteerd (50° 59' 30" N, 3° 46' 29.8" O). Op het perceel was tetraploïd Engels raaigras aanwezig (*Lolium perenne*, Melstella). Aangezien het een voormalig veredelingsperceel voor graszaadteelt betrof werd het perceel voorgaande jaren zeer goed onderhouden en intensief gecontroleerd op gewassamenstelling. Daarbij werden andere grassoorten en/of onkruiden consequent met herbiciden uit het perceel verwijderd om een 100% homogene samenstelling te bereiken (Figuur 6).



Figuur 6: Locatie van het proefperceel in België (linksboven), satellietbeeld van het perceel (rechtsboven) en bodemtype (linksonder) (Geopunt, 2024). Terreinbeeld na oogst van de eerste snede (rechtsonder).

Het proefperceel is gelegen op 15 m hoogte boven zeeniveau en wordt volgens de bodemkaart van Vlaanderen gekarakteriseerd door een matig natte licht zandleembodem met structuur B horizont (Figuur 6). Het perceel zat t.e.m. 2020 in een akkerbouw rotatie waarna overgegaan werd naar grasland (Tabel 1). Het perceel werd op 16 april bemest met 650 kg ha⁻¹ Kornkali

en 500 kg ha⁻¹ KAS. Op 15 mei volgde een tweede bemesting met 250 kg ha⁻¹ Kornkali en 500 kg ha⁻¹ KAS.

Tabel 1: Voorgaande gewasrotatie op het proefperceel.

Jaar	Teelt
2018	Korrelmaïs
2019	Aardappelen
2020	Zomergerst
2021	Grasland
2022	Grasland zaaizaad
2023	Grasland
2024	Grasland

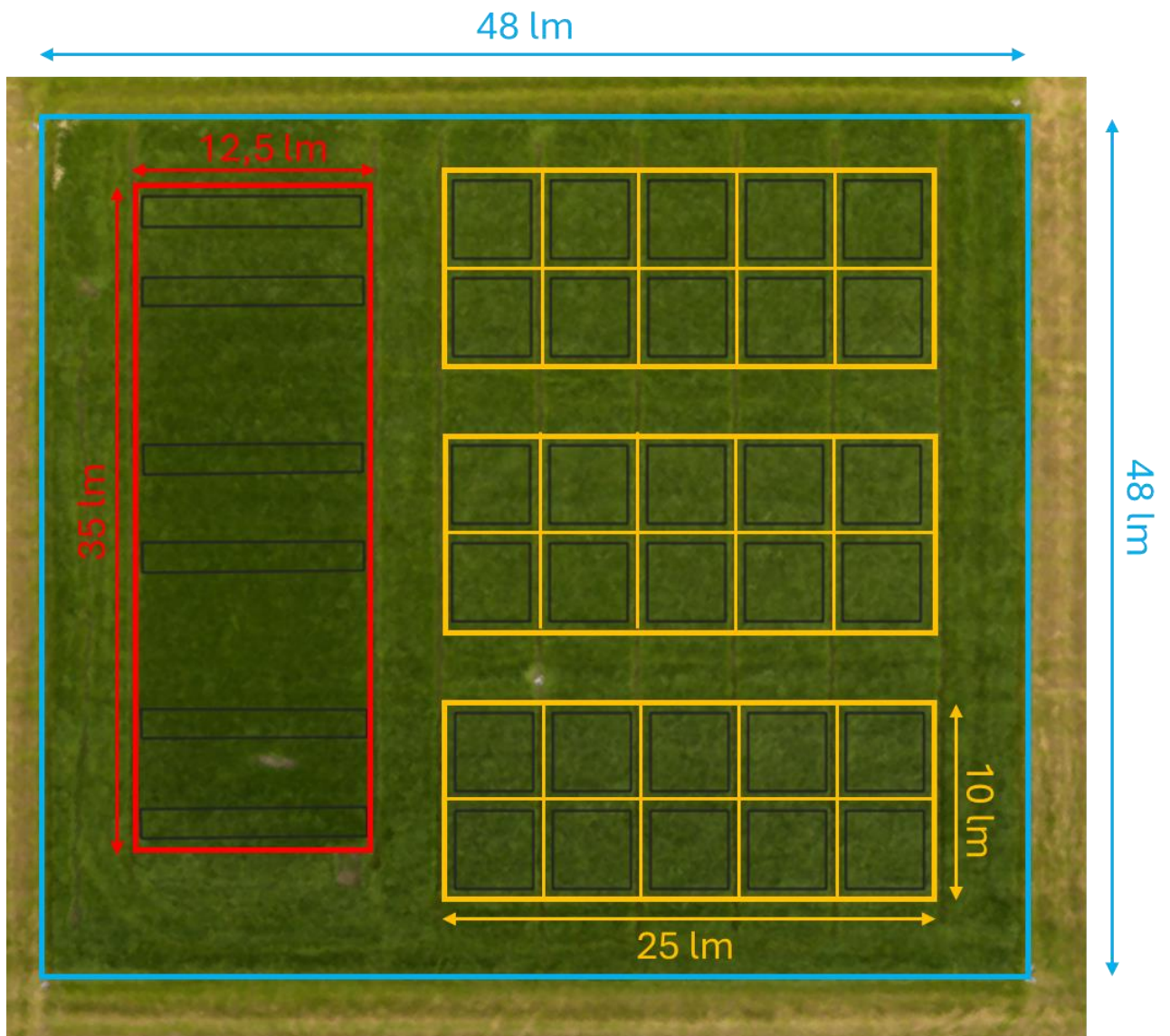
PROEFOPSTELLING

Op bovenvermeld perceel werd gedurende november-december 2023 een blokkenproef geïnstalleerd waarbij meerdere begrazingsregimes door gedomesticeerde ganzen in de praktijk uitgetest konden worden. Een vierkante zone met zijde 48 lm werd uitgezet en omheind met een 1.8 m hoge tuindraad en houten paalwerk. Om predatie door vos (en marter) tegen te gaan werd de buitenomheining beveiligd met drie stroomdraden (Figuur 7). Onder meer in de studies van Bracke et al. (2020) en Cougnon & Reheul (2019), die werden uitgevoerd op naburige terreinen met pluimvee en konijn, bleek dit noodzakelijk. Twee draden werden onderaan de omheining bevestigd op hoogte 20 en 40 cm en afstand ca. 10 en 20 cm, respectievelijk van de omheining. Een derde stroomdraad werd bovenaan de omheining bevestigd op hoogte 180 cm. De stroomdraden liepen om de volledige omtrek van de buitenomheining, inclusief de toegangspoort.



Figuur 7: Buitenomheining van de proefzone.

Binnen de afgebakende zone van het perceel werd een rustzone voorzien waar de ganzen 's nachts verbleven en op de dagen dat ze niet in de proefvlakken graasden. Deze zone was 35 m lang en 12.5 m breed en voorzien van een schuilhok, drink- en wasgelegenheid en drie voederschalen (zie verder voor het toegepaste voederregime) (Figuur 8). Het schuilhok werd in de praktijk niet door de ganzen gebruikt. Naast de rustzone werden drie proefveldzones afgebakend van 10 lm op 25 lm (Figuur 8 & 9). Deze werden omheind met palen en tuindraad van 1.2 m hoogte. De drie proefveldzones werden verder onderverdeeld ter vorming van 30 afzonderlijk omheinde plots van 5 lm op 5 lm. Zowel de rustzone als de proefveldzones werden aan de bovenkant afgedekt met vogelnetten. Dit enerzijds om toegang van wilde (avi)fauna te verhinderen en zo verstoring van de proefvlakken te vermijden, alsook als maatregel in het kader van de vogelgriep.

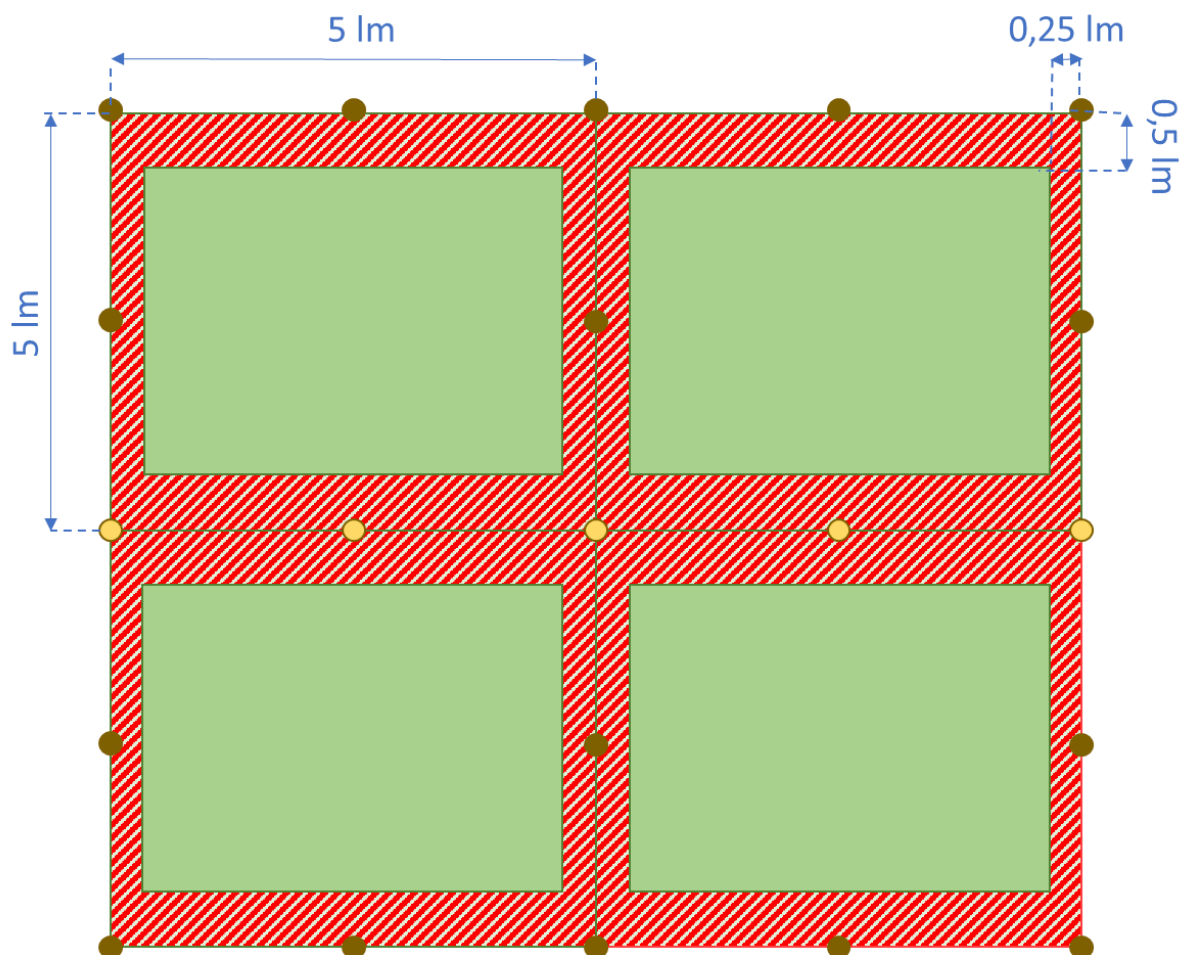


Figuur 8: Schematische voorstelling van de afgebakende zones. Blauw: perimeter en buitenomheining. Rood: rustzone. Geel: proefveldzones voor begrazing. Zwart: opgevolgde proefvlakken.



Figuur 9: Opbouw van de proefvlakzones. Boven: uitzetten van de palen van proefvlakzones. Midden: bevestiging draad. Onder: afscherming van de bovenzijde van de proefvlakken met vogelnet.

In de afzonderlijke proefvlakken van 5 lm op 5 lm werden bufferranden voorzien van 0.25 en 0.5 m breedte ter hoogte van de omheiningen (rood gearceerd in Figuur 10). Bij de aanleg van de proefopstelling werden enkel deze bufferzones betreden. Dit om verstoring van de te bemonsteren grasoppervlaktes te vermijden. Deze stroken gelden tevens als een buffer tussen aanliggende proefvlakken en om randeffecten ten gevolge van aanwezigheid van de omheining te ondervangen. De resterende grasoppervlakte per proefvlak bedroeg aldus 18 m². In de praktijk worden hiervan twee stroken met lengte ca. 4 m en breedte 1.45 m geoogst. De totale geoogste oppervlakte bedraagt aldus ca. 11.6 m² per proefvlak. Beperkte variaties in de lengterichting kunnen optreden tijdens het oogsten, deze werden na afloop telkens opgemeten om de effectief geoogste lengte per proefvlak te bepalen. Ter vergelijking, wanneer gebruik gemaakt wordt van een proefopzet met voor ganzen afgegrensde graaszones (“exclosures”) op praktijkpercelen wordt vaak een gelijkaardige proefveldoppervlakte weerhouden, bijvoorbeeld 10 m² (5 x 2 m) in de studie van Bjerke et al. (2021) en Bergjord Olsen et al. (2017) en 4.5 m² (1,5 x 3 m) in de studie van Düttmann et al. (2023).



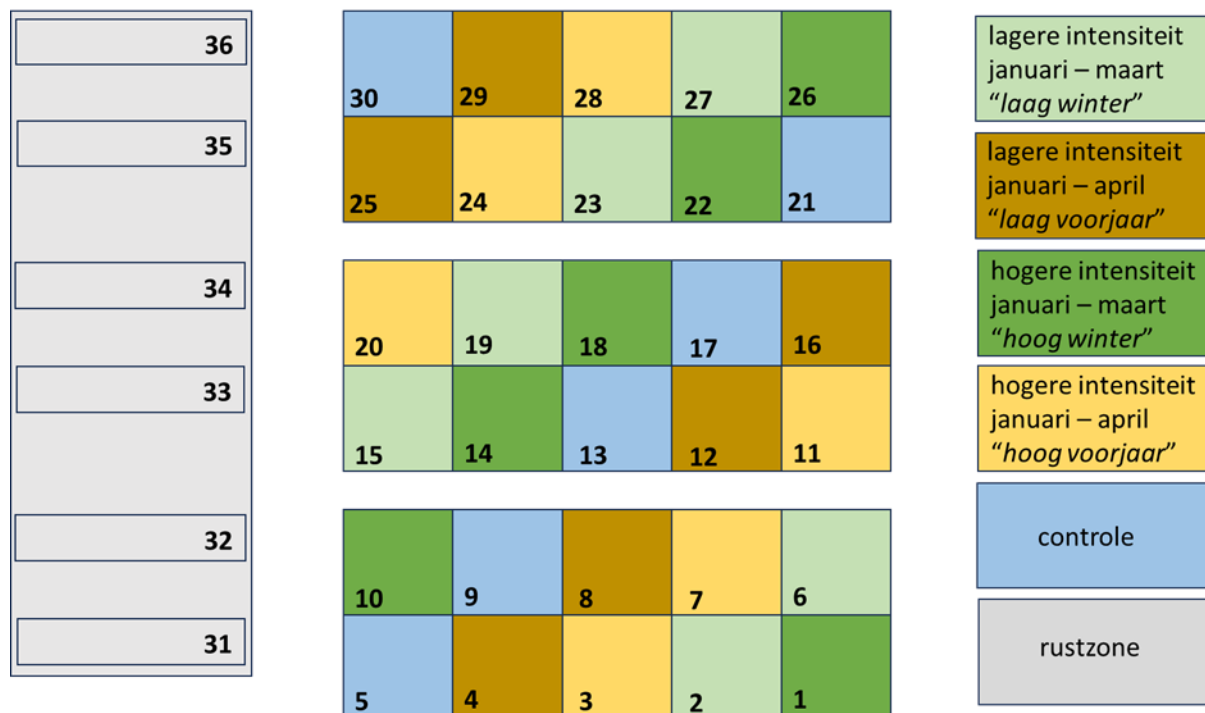
Figuur 10: Weergave van proefvlakken. Groen: de eigenlijke bemonsteringszone, rood gearceerd: bufferzone.

BEHANDELINGEN

In de proefvlakzones werden initieel 5 behandelingen voorzien (Figuur 11). Elke behandeling werd in zes herhalingen uitgevoerd. Bedoeling was om daarbij enerzijds het effect na te gaan van begrazing door ganzen die optreedt in de winter en eindigt voor eind maart, wanneer de ganzen onze streken verlaten om naar hun broedgebieden te trekken, versus begrazing die ook daarna nog verder doorloopt in april door overzomerende ganzen. Deze beide behandelingen werden daarnaast verder ont dubbeld om het effect van een hoge versus een lage begrazingsintensiteit uit te testen. Tot slot werden controle-proefvlakken voorzien waarop geen begrazing werd uitgevoerd.

- i) Begrazing met lagere intensiteit tot eind maart ("*laag winter*")
- ii) Begrazing met lagere intensiteit tot eind maart en doorlopend in april ("*laag voorjaar*")
- iii) Begrazing met hogere intensiteit tot eind maart ("*hoog winter*")
- iv) Begrazing met hogere intensiteit tot eind maart en doorlopend in april ("*hoog voorjaar*")
- v) Geen begrazing ("*controle*")

De voor de ganzen voorzien rustzone maakte aanvankelijk geen deel uit van de experimentele proefopzet. Ook in de praktijk treft men echter percelen aan die zeer frequent door ganzen gebruikt worden om te overnachten en/of fourageren. Naderhand werd dan ook besloten om ook in deze zone grashoogtemetingen en opbrengstbepalingen uit te voeren.



Figuur 11: Weergave van de verschillende behandelingen in de proefvlakken en rustzone.

In de behandelingen met een lagere begrazingsintensiteit werden de proefvlakken tijdens de periode januari – maart gedurende één dag van 8 uur door drie ganzen begraasd. Bij een hogere begrazingsintensiteit stijgt dit naar twee opeenvolgende dagen van 8 uur. Omgerekend komt de densiteit van 3 ganzen per 25 m² overeen met 1200 ganzen per hectare en per graasdag (van 8 uur). Bij de behandelingen waar ook in april nog begrazing optreedt graasden

dezelfde drie ganzen een bijkomende dag van 4 uur in de betreffende proefvlakken met een lager begrazingsregime en 8 uur in de proefvlakken met een hoger begrazingsregime. De ganzen werden telkens 's ochtends (ca. 8u30) in de proefvlakken gelaten tot 's avonds (ca. 16u30). Hiertoe werden de ganzen van de rustzone naar het te begrazen proefvlak gedreven en vice versa. De proefvlakken zelf werden hierbij niet door de drijver betreden. De ganzen bleven in totaal 101 nachten (inclusief avond en ochtend), 53 volledige dagen en 6 halve dagen in de rustzone. De oppervlakte van de rustzone bedroeg 437.5 m².

GEBRUIKTE GANZEN

De schade die optreedt bij ganzenbegrazing kan in de praktijk variëren naargelang de schadeverwekkende soort. Zoals ook aangegeven door Buitendijk (2023) zullen kleinere soorten zoals de brandgans door hun kleinere bek een hogere voederinname hebben op grasland met lage grashoogtes, daar waar grotere soorten zoals de grauwe gans een voorkeur hebben voor hoger gras (en desgevallend vezelrijkere grassoorten) (Baveco et al., 2011; Durant et al., 2003; E. S. Bakker et al., 2018). Voor het onderzoek werden drie gedomesticeerde ganzen (*Anser anser* f. *domestica*) gebruikt (Figuur 12). De gedomesticeerde gans is ontstaan uit de grauwe gans. Hoewel de genetische diversiteit van eerstgenoemde gedaald is na domesticatie blijft deze nog steeds relatief hoog, mede door kruising en hybridisatie met de grauwe gans (Heikinnen, 2017). Het gemiddelde gewicht van de ganzen doorheen de maanden januari tot april bedroeg 3.6, 4.5 en 5.0 kg. Deze zijn dus zwaarder dan grauwe ganzen waarbij het gewicht varieert tussen 2.8 en 4.1 kg (mannelijk) en 2.5 tot 3.8 kg (vrouwelijk) (Kozak, 2019).



Figuur 12: In het begrazingsexperiment gebruikte ganzen.

De ganzen werden bijgevoederd met een mengeling van maïs, gebroken maïs en tarwe wanneer ze niet in de proefvlakken graasden of de daaropvolgende dag een proefvlak dienden te begrazen. Het was dus telkens minimaal 40 uur geleden dat de ganzen bijgevoederd werden voorafgaand aan de begrazing van een proefvlak. De ganzen werden tweewekelijks gewogen met het oog op het evalueren van hun gezondheid gedurende de proef.

GRASHOOGTEMETINGEN

Vanaf 16 januari tot aan de eerste snede werden tweewekelijks grashoogtemetingen uitgevoerd. Hierbij werd gebruik gemaakt van een grashoogtemeter dewelke bestaat uit een vierkante aluminium plaat (zijde 18 cm, dikte 1.3 mm, gewicht 55 gram), die in het centrum doorboord is met een meetstok die voorzien is van een centimeter-schaal (Figuur 13). Wanneer de grashoogtemeter neergezet wordt op een graszode, blijft de plaat bovenop de zode liggen en zakt de meetstok doorheen de zode tot op de bodem, zodat de grashoogte afgelezen kan worden. Per proefveldje wordt de grashoogtemeter 5 keer neergezet om tot een representatieve gemiddelde waarde te komen.



Figuur 13: Links: grashoogtemeter. Rechts: bepaling onkruiddruk.

BOTANISCHE SAMENSTELLING EN ONKRUIDDRUK

Op 11 januari (i.e. net voor de start van de begrazing) en op 8 april (i.e. kort voor de eerste snede) werden in ieder proefveldje de aanwezige grassoorten bepaald binnen 2 willekeurig neergelegde kadertjes met afmeting 10 x 10 cm (i.e. 12 herhalingen per behandeling) (Figuur 13). Daarbij werd een score toegekend aan de aanwezige grassen en onkruiden op basis van hun relatieve bedekking waardoor evoluties in samenstelling ingeschat kunnen worden. Daarnaast werd de aanwezigheid van vegetatieloze plekken genoteerd en werd het relatieve oppervlaktepercentage hiervan ingeschat.

GEWASMONITORING MET DRONE

Bij de opbrengstbepaling van de eerste snede werd de proefveldzone enkele uren voor de proefoogst in beeld gebracht met een UAV type DJI M600 (Figuur 14). Deze vlucht vond plaats tussen 11u30 en 12u30 (inclusief voorbereiding). De UAV was uitgerust met een RGB en een 10-band multispectrale camera aan een respectievelijke resolutie van 0,3 en 2 cm.



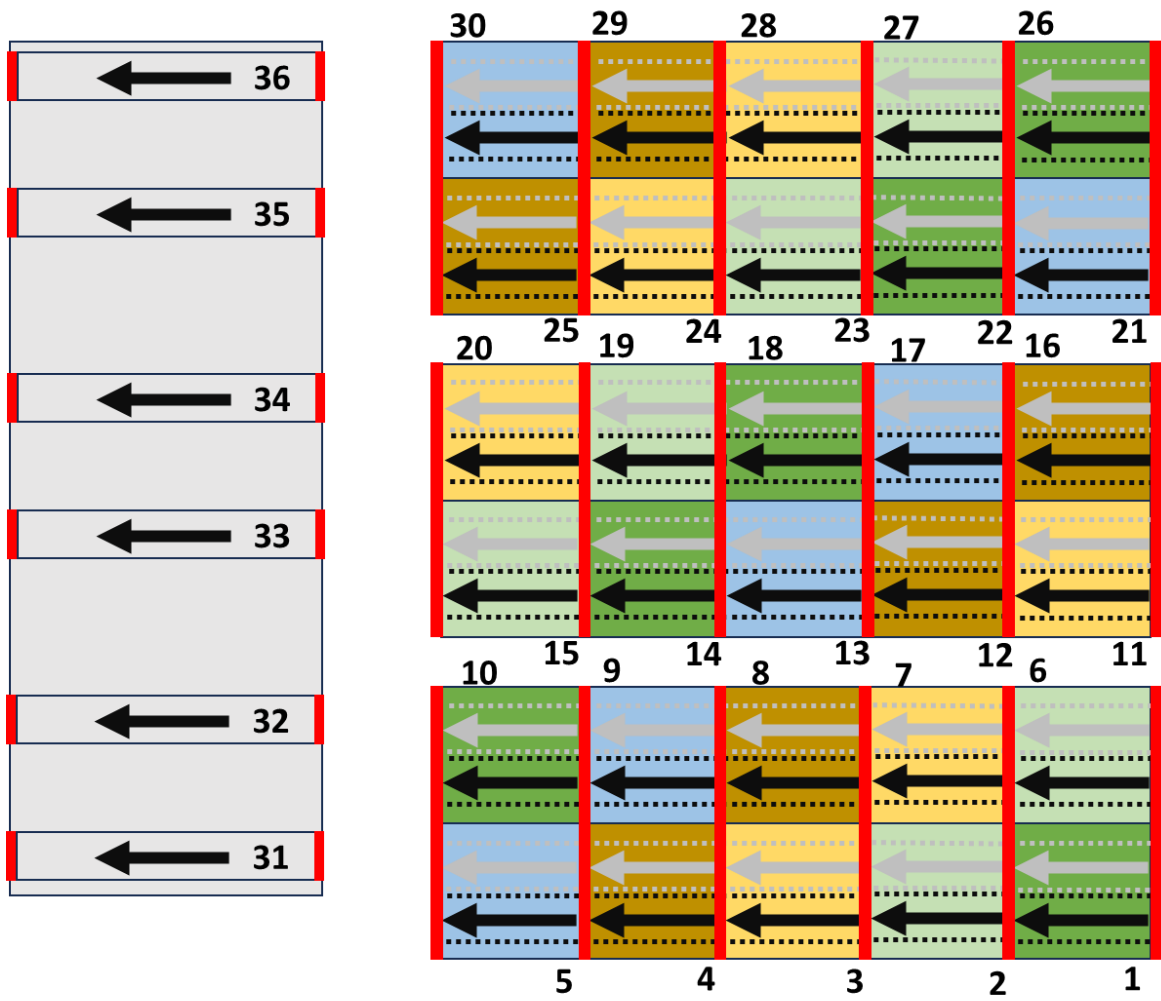
Figuur 14: Gebruikte type UAV (DJI M600).

PROEFOOGST

Op het tijdstip van de eerste grassnede werden de proefvlakken gemaaid om de oogstbare biomassa te bepalen. De opbrengstbepalingen werden uitgevoerd met een Haldrup F-55 Forage harvester (Figuur 15). Deze laat toe het maaien uit te voeren op zeer gelijkaardige wijze aan de praktijk en tegelijkertijd met hoge nauwkeurigheid de geogste biomassahoeveelheid per oppervlakte-eenheid te bepalen. Om de nauwkeurigheid van de meting verder te verhogen werd de niet te oogsten oppervlakte gelegen tussen de proefplots vooraf aan de meting reeds gemaaid. De proefvlakken werden volgens een vooraf bepaald patroon geogst om verstoring van de bodem en gewas te minimaliseren (Figuur 16). De breedte van de maaibalk bedraagt 1.45 m. Per proefvlak werden twee stroken geogst. Van elke strook werd een staal genomen dat 72 uur op 70 °C werd gedroogd om het percentage droge stof te bepalen (Figuur 17). Voor verdere analyse werd het gemiddelde van beide stroken genomen om tot één waarde per proefvlak te komen. In de rustzone werd slechts één staal per proefvlak geogst, dit telkens over de volledige breedte van de rustzone.



Figuur 15: Proefoogst van de proefvlakken met proefveldmaaier (Haldrup F-55 Forage harvester).



Figuur 16: Boven: maaischema van de proefvlakken. Rood: vooraf gemaaide boorden. Zwart: staal A, Grijs: staal B. Onder: vooraf gemaaide boorden.



Figuur 17: Staalname van het geogste gras ter bepaling van het percentage droge stof.

DATAVERWERKING

Stitching van de UAV-beelden werd uitgevoerd met Agisoft Metashape (Agisoft LLC) en Pix4Dmapper (Pix4D), voor de beelden verzameld met RGB en MS sensoren, respectievelijk. QGIS werd gebruikt voor visualisatie. Berekenen van de vegetatie indices en data extractie werd uitgevoerd met Python.

Alle hierna volgende statistische analyses werden uitgevoerd door middel van R Statistical Software v4.1.2 (R Core Team 2021).

RESULTATEN EN BESPREKING

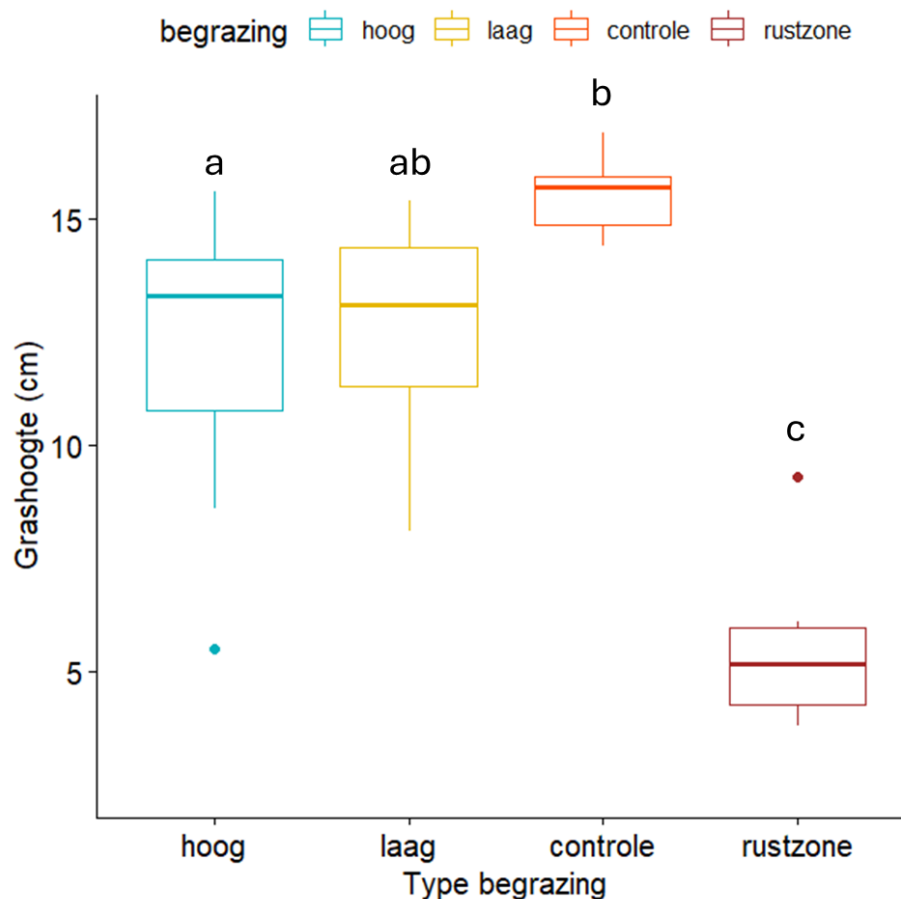
GRASHOOGTEMETINGEN EN PROEFOOGSTBEPALING



Figuur 18: Detailbeeld van de graszode kort na begrazing, foto genomen op 6 februari.

GRASHOOGTE EIND MAART

In Figuur 19 wordt de grashoogte weergegeven zoals gemeten eind maart, i.e. na afloop van de eerste begrazingsronde en voor de start van de tweede ronde.

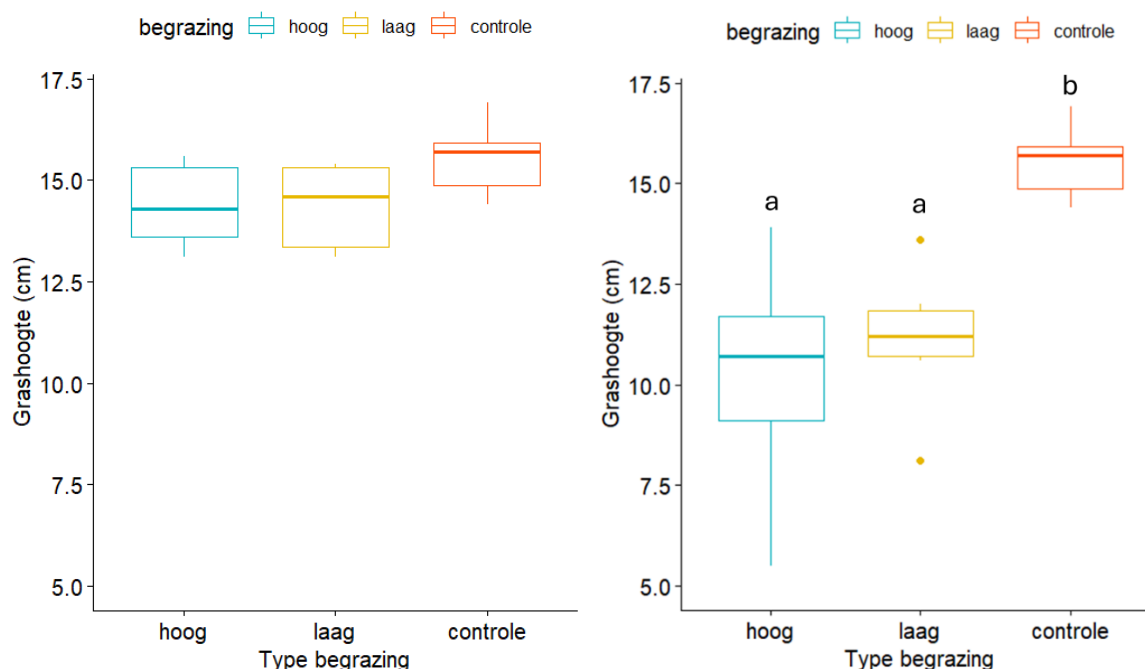


Figuur 19: Grashoogte (cm) zoals gemeten op 27 maart. "hoog": hoge begrazingsdruk, "laag": lage begrazingsdruk.

Er blijkt een significant verschil te zijn in grashoogte tussen enerzijds de controle en het begrazingsregime met hogere begrazingsdruk ($p=0.0456$). Er is geen significant verschil aanwezig tussen de controle en het begrazingsregime met lagere begrazingsdruk ($p=0.1010$). Beide begrazingsregimes ("hoog" & "laag") blijken onderling niet significant van elkaar verschillend te zijn ($p=0.9691$). De grashoogte in de rustzone is significant lager dan in de controle ($p<0.00001$) en dan in de proefvlakken met hoge ($p=0.00002$) en lage ($p<0.00001$) begrazingsdruk.

Gezien de lange periode waarover de eerste begrazingsronde liep, werd een bijkomende opdeling gemaakt tussen enerzijds proefvlakken die tussen begin januari en midden februari werden begraasd, en proefvlakken die tussen midden februari en eind maart werden begraasd (Figuur 20). Eind maart blijkt de grashoogte in de proefvlakken die begraasd werden tussen begin januari en midden februari gemiddeld 1.2 cm of 7.7% lager te zijn dan in de controle (Tabel 2). Dit verschil blijkt echter niet significant te zijn ($p=0.1050$). Bij de proefvlakken die begraasd werden na midden februari is dit wel het geval ($p=0.0009$). De grashoogte in de proefvlakken met hoog begrazingsregime lijkt significant lager dan deze in de controle

($p=0.0012$). Dit is ook het geval voor de grashoogte in de behandeling met lage begrazingsdruk ($p=0.0051$). De reductie in grashoogte ten opzichte van de controle bedraagt daarbij 5.4 cm of 34.6% bij de intensieve begrazingsdruk en 4.5 cm of 28.8% bij de lage begrazingsdruk. Tussen de proefvlakken die met hoge versus lage begrazingsdruk begraasd werden blijkt opnieuw onderling geen significant verschil aanwezig te zijn ($p=0.7395$).



Figuur 20: Grashoogte (cm) zoals gemeten op 27 maart voor de proefvlakken begraasd tussen begin januari en midden februari (links) en de proefvlakken begraasd tussen midden februari en eind maart (rechts).

Tabel 2: Grashoogte (cm) zoals gemeten op 27 maart, gemiddelde en standaarddeviatie voor de onderzochte begrazingstypes en beschouwde perioden (totale periode 11/01-26/03, vroege winter 11/01-19/02, late winter 19/02-26/03).

		TYPE BEGRAZING				
		hoog	laag	rustzone	controle	
PERIODE	11/01-26/03	cm grashoogte (gem.±SD)	12.3±3.00	12.7±2.22	5.6±2.01	15.6±0.927
		reductie t.o.v. controle (cm)	3.3	2.9	10	
		reductie t.o.v. controle (%)	21.2	18.6	64.1	
	11/01-19/02	cm grashoogte (gem.±SD)	14.4±1.05	14.4±1.09		
		reductie t.o.v. controle (cm)	1.2	1.2		
		reductie t.o.v. controle (%)	7.7	7.7		
	19/02-26/03	cm grashoogte (gem.±SD)	10.2±2.90	11.1±1.81		
		reductie t.o.v. controle (cm)	5.4	4.5		
		reductie t.o.v. controle (%)	34.6	28.8		

Indien louter naar de grashoogte gekeken wordt dan lijken de vroeg begraasde proefvlakken (i.e. voor midden februari) zich dus eind maart reeds grotendeels hersteld te hebben in vergelijking met de controle-proefvlakken. Dit blijkt niet het geval bij proefvlakken die later in de winter begraasd werden. In onze proef bleek daarbij wel geen duidelijk effect van de intensiteit van de begrazing aanwezig te zijn (i.e. 1200 ganzen ha⁻¹ gedurende één versus gedurende twee graasdagen).



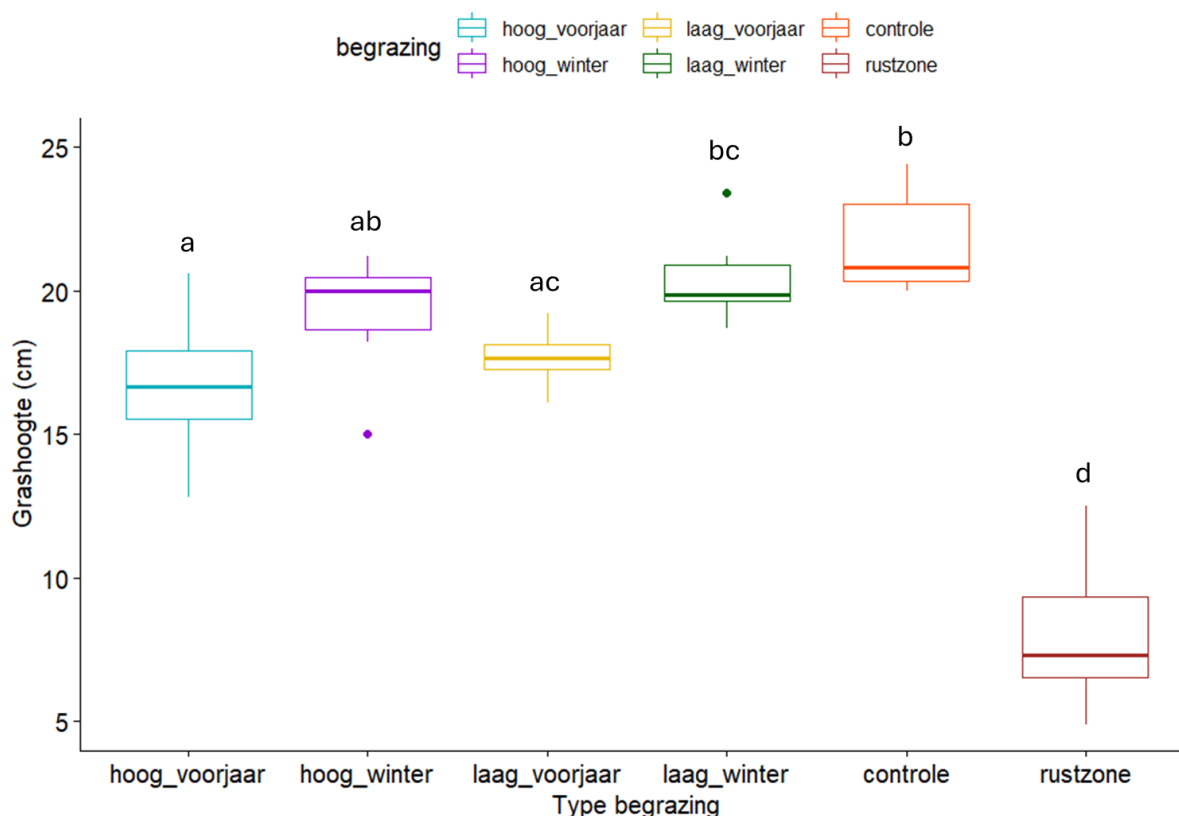
Figuur 21: Graszode in één van de proefvlakken kort na begrazing, foto genomen op 31 januari.



Figuur 22: Recent begraasd proefvlak (voorgrond) versus proefvlak dat een week voorafgaand werd begraasd (achtergrond), foto genomen op 26 februari.

GRASHOOGTE EIND APRIL

In Figuur 23 wordt de grashoogte zoals gemeten na de tweede begrazingsronde in april weergegeven. Aangezien deze ronde in totaal slechts tweeënhalve week omvatte werd hier geen verder onderscheid gemaakt naargelang de proefvlakken vroeg of laat in april begraasd werden. De grashoogtemeting van 24 april werd hiervoor gebruikt. Idealiter worden grashoogtemetingen uitgevoerd bij een grashoogte lager dan 25 cm (Van Gils et al., 2010). Na 24 april is het gras in de proefvlakken plat beginnen vallen door de te hoge lengte. Bijgevolg was dit de laatste hoogtemeting met een betrouwbaar resultaat.



Figuur 23: Grashoogte (cm) in alle behandelingen zoals gemeten op 24 april na de tweede begrazingsronde.

Er bleek een significant verschil aanwezig te zijn tussen de verschillende behandelingen ($p < 0.00001$). De gemiddelde grashoogte van de proefvlakken die enkel in de winter en voor eind maart begraasd werden was 1.2 cm of 5.56% lager ten opzichte van de controle in geval van een lage begrazingsdruk en 2.4 cm of 10.1% lager in geval van een hoge begrazingsdruk (Tabel 3). Deze reducties zijn dus afgenomen in vergelijking met de grashoogtemeting eind maart. In beide gevallen bleek het verschil met de controle niet significant. Proefvlakken die ook in april verder begraasd werden vertoonden een significant lagere grashoogte in vergelijking met de controle ($p = 0.0042$ en $p = 0.0309$ voor de hoge en lage begrazingsdruk, respectievelijk). De reductie bedroeg daarbij 3.9 tot 4.9 cm of ca. 18 tot 22% naargelang de intensiteit van de begrazing. Wanneer de voor eind maart begraasde proefvlakken vergeleken worden met de proefvlakken die ook in april verder begraasd werden dan zien we dat de grashoogte in deze laatste telkens lager is dan bij eerstgenoemde. Daarbij wordt een significant verschil wel enkel vastgesteld tussen de voor eind maart begraasde proefvlakken

met lage begrazingsdruk versus de in april verder begraasde proefvlakken onder hoge begrazingsdruk. Dit ligt in lijn met de vaststellingen van Latour et al. (2019) in Friesland waarbij slechts beperkte reducties in grashoogte werden gemeten bij begrazing voor eind maart. Percelen die ook in april begraasd werden vertoonden eveneens een lagere grashoogte. De in ons onderzoek gemeten reducties zijn wel beperkter dan deze genoteerd door Latour et al. (2019), die respectievelijk een daling van ca. 3 cm vaststelden bij sterke begrazing voor 1 april en een daling van ca. 10 cm bij sterke begrazing na 1 april.

Enkel in de rustzone bleek de grashoogte significant lager dan in elke andere behandeling ($p < 0.00001$). Eind april bleek de gemiddelde grashoogte ook hier echter reeds 8.05 ± 2.73 cm te bedragen. In elk van de behandelingen is de groeiachterstand door de begrazing dus beperkt tot maximaal de stoppelhoogte en doorgaans (aanzienlijk) minder.

Tabel 3: Grashoogte zoals gemeten op 24 april voor de onderzochte begrazingstypes.

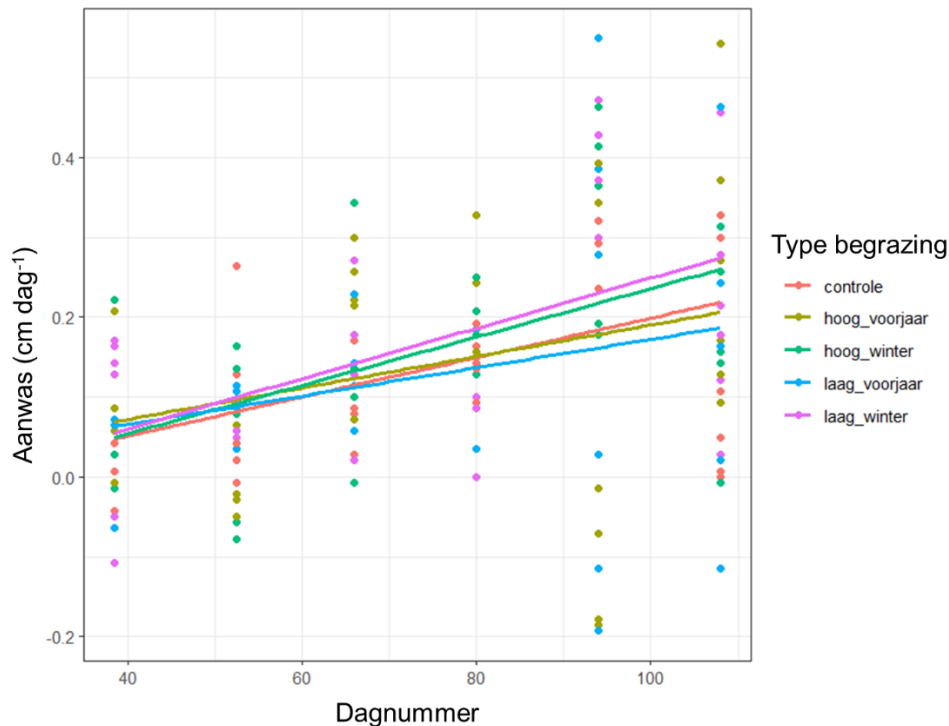
	TYPE BEGRAZING					
	laag winter	hoog winter	laag voorjaar	hoog voorjaar	rustzone	controle
cm grashoogte (gem.±SD)	20.4±1.66	19.2±2.27	17.7±1.04	16.7±2.65	8.05±2.73	21.6±1.88
reductie t.o.v. controle cm	1.2	2.4	3.9	4.9	13.1	
reductie t.o.v. controle %	5.56	10.1	18.1	22.3	60.1	



Figuur 24: Boven: Proefvlak net na begrazing in februari (foto genomen 27 februari). Onder: proefvlak net na begrazing in april (foto genomen 10 april).

GRASGROEI

Voor elke behandeling werd uit de grashoogtemetingen de toename in grashoogte per dag tussen 31 januari en 24 april afgeleid en gemodelleerd (Figuur 25). Hiertoe werd voor elk proefvlak en voor elke tweewekelijkse periode tussen twee grashoogtemetingen de gemiddelde grasgroei per dag berekend. Indien een proefvlak begraaasd werd tussen twee bepaalde grashoogtemetingen werd dit proefvlak niet meegenomen om de gemiddelde grasgroei tijdens die tweewekelijkse periode te bepalen. De rustzone werd niet beschouwd in deze analyse aangezien deze volledig zone vrijwel continu begraaasd werd.



Figuur 25: Lineair model van de grasaanwas per dag voor de verschillende behandelingen.

De volgende lineaire modellen werden hierbij bekomen:

$$\text{Grasgroei}_{\text{controle}} \text{ (cm/dag)} = 0.00247 * \text{dag} - 0.04761$$

$$\text{Grasgroei}_{\text{winter_laag}} \text{ (cm/dag)} = 0.00315 * \text{dag} - 0.06576$$

$$\text{Grasgroei}_{\text{winter_hoog}} \text{ (cm/dag)} = 0.00303 * \text{dag} - 0.06719$$

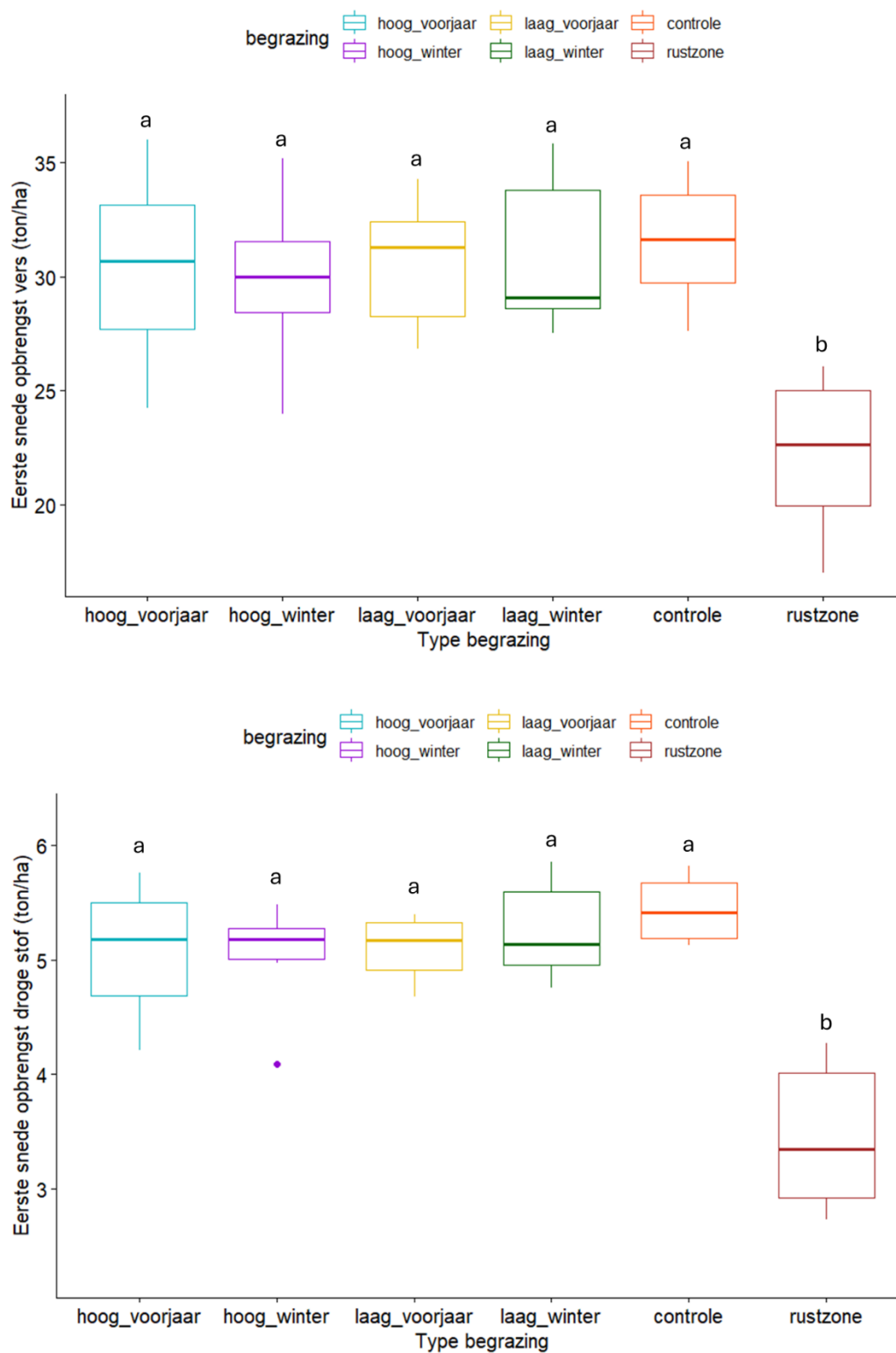
$$\text{Grasgroei}_{\text{voorjaar_laag}} \text{ (cm/dag)} = 0.00177 * \text{dag} - 0.00507$$

$$\text{Grasgroei}_{\text{voorjaar_hoog}} \text{ (cm/dag)} = 0.00197 * \text{dag} - 0.00680$$

Zoals verwacht neemt de snelheid van grasgroei doorheen het seizoen toe met de tijd. Hoewel er geen significante verschillen werden vastgesteld tussen de behandelingen blijkt de aanwas per dag groter te zijn indien begrazing wordt uitgevoerd voor eind maart. Begrazing in april leidt tot een lagere groeisnelheid over het seizoen heen. Dit lijkt in overeenstemming met onderzoek uit Nederland waarbij grasland na begrazing initieel een lagere groeisnelheid vertoont. Na een periode van 2 tot 8 weken herstelt dit zich om uiteindelijk tot een hogere absolute groeisnelheid te komen (Groot Bruinderink, 1989; Buitendijk, 2023).

PROEFOOGST EERSTE SNEDE

In Figuur 26 en Tabel 4 worden de versopbrengst en opbrengst aan droge stof van de eerste snede voor de verschillende behandelingen weergegeven.



Figuur 26: Opbrengst vers (boven) en droge stof (onder) van de eerste snede voor de verschillende behandelingen (ton ha⁻¹).

Tabel 4: Opbrengst vers en droge stof (ton ha⁻¹) van de eerste snede.

	Opbrengst vers (gem.±SD, ton ha ⁻¹)	Opbrengst droge stof (gem.±SD, ton ha ⁻¹)	Opbrengstverlies aan droge stof t.o.v. de controle (%)
Controle	31.5±2.84	5.44±0.293	/
Laag winter	30.9±3.66	5.25±0.447	3.5
Laag voorjaar	30.6±2.98	5.10±0.286	6.3
Hoog winter	29.9±3.77	5.03±0.494	7.5
Hoog voorjaar	30.4±4.36	5.07±0.600	6.8
Rustzone	22.2±3.55	3.45±0.660	36.6

Hoewel statistisch niet significant, blijkt er op het moment van de eerste snede bij de vier geteste begrazingsregimes gemiddeld gezien een opbrengstverlies te zijn in vergelijking met de controle. Dit verlies varieert tussen 3.5 en 7.5% (afhankelijk van de intensiteit van de begrazing en het tijdstip). De gemiddelde opbrengst aan droge stof in de begraasde proefvlakken bedraagt tussen de 5.03 en 5.25 ton ha⁻¹ ten opzichte van 5.44 ton ha⁻¹ in de controle. Ter vergelijking, in het onderzoek van Van Gils et al. (2010) werd een (gelijkaardig) gemiddeld opbrengstverlies vastgesteld bij de eerste snede van 0.450 ton ha⁻¹ ten gevolge van ganzenbegrazing in de winter in Vlaanderen. Zoals verwacht werd voor de begrazing gedurende januari tot maart onder de lage begrazingsdruk de kleinste opbrengstderving gevonden. Begrazing in de winter onder het hoge begrazingsregime of begrazing die doorging in april leidden telkens tot onderling vergelijkbare opbrengstreducties. Door de weersomstandigheden kon de proefoogst uiteindelijk pas op 13 mei uitgevoerd worden. Hierdoor had het gras in de in april begraasde proefvlakken alsnog een viertal weken tijd om te herstellen na de laatste begrazing. Tussen de drie laatstgenoemde begrazingsregimes werd echter ook reeds op 24 april geen significant verschil in grashoogte meer vastgesteld (Figuur 23).

In de intensief belopen rustzone bedraagt de opbrengst slechts 3.45 ton DS ha⁻¹ wat overeenkomt met een significante reductie van 36.6% of ca. 2 ton ha⁻¹ ten opzichte van de controle ($p < 0.0001$). Dergelijke variaties in opbrengstreductie worden ook in de literatuur beschreven. Zo vonden Bergjord Olsen et al. (2017) een 31% hogere opbrengst wanneer de begrazing 75% gereduceerd werd. Düttman et al. (2023) beschrijven verliezen die variëren van 15% in 1996/97 tot ca. 50% in 2010. Hierbij wordt het bestaan van een omslagpunt in functie van begrazingsdruk gesuggereerd waarbij bij lage begrazingsdruk nauwelijks tot geen gevolgschade optreedt. Dit omslagpunt varieert wellicht echter per perceel en van jaar tot jaar als gevolg van variërende groeiomstandigheden (Bjerke et al., 2021). Zo beschrijven Bjerke et al. (2021) over een periode van drie jaar een 20.2% hogere opbrengst in afwezigheid van begrazing. Hierbij bleken echter het ene jaar opbrengstverhogingen van 26.7% en 29.4% vastgesteld te worden, daar waar het andere jaar geen significant verschil werd gevonden. De door ons gebruikte densiteit in de proefvlakken van 3 ganzen per 25 m² komt overeen met 1200 ganzen per hectare, en dit voor een periode van 1 tot 3 dagen, afhankelijk van de behandeling. Het is in die zin enigszins verassend dat ook bij de door ons geteste (vrij hoge) begrazingsdrukken het effect op de eerste snede relatief beperkt bleef. Mogelijk werd dit mee beïnvloed door de goede groeiomstandigheden en kwaliteit van de grasmat waardoor een aanzienlijke inhaalbeweging kon gemaakt worden.

OPBRENGST EERSTE SNEDE IN FUNCTIE VAN GRASHOOGTE

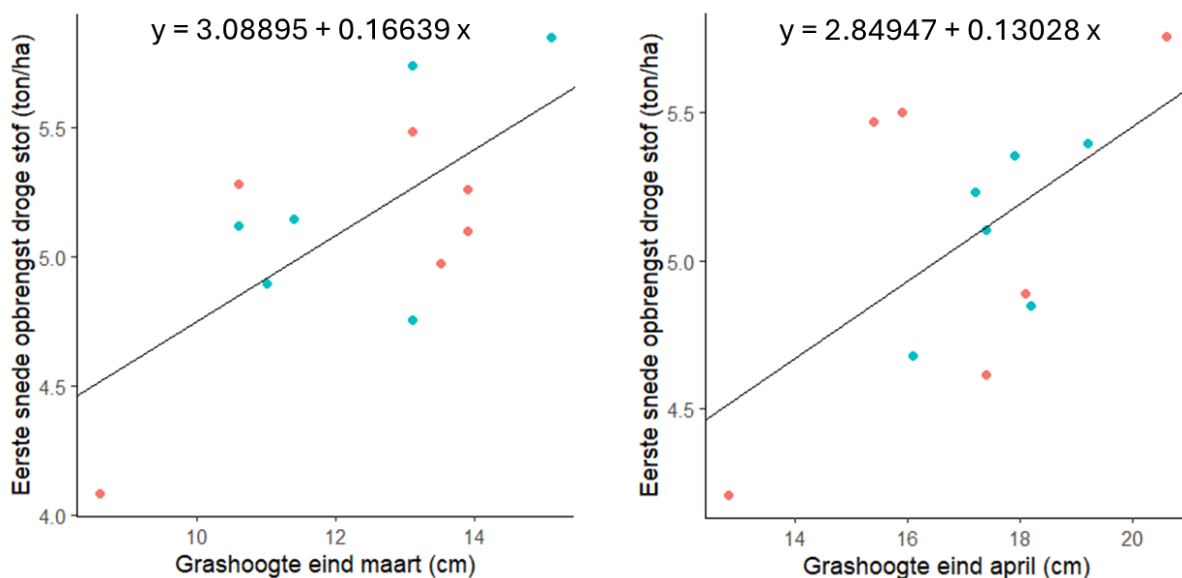
In de praktijk wordt de verwachte opbrengst doorgaans ingeschat in functie van de op het terrein vastgestelde grashoogte. Op basis van de hierboven weergegeven resultaten werden twee modellen opgesteld. Hoewel de uiteindelijke verschillen tussen de begrazingsregimes relatief beperkt waren en niets steeds significant, werd hierbij een onderscheid gemaakt tussen de situatie waarbij begrazing enkel in de winter plaatsvindt versus het geval waarbij bijkomende begrazing plaatsvindt in april.

In het eerste geval wordt uitgegaan van een schadevaststelling en bijhorende grashoogtemeting eind maart. Hierbij werd volgend model bekomen:

$$\text{Ton DS/ha} = 3.08895 + 0.16639 * \text{grashoogte_eind_maart}$$

Voor het tweede geval waarbij na eind maart opnieuw begrazing plaatsvindt werd de opbrengst gemodelleerd in functie van een schadevaststelling eind april na deze bijkomende begrazing. Hierbij werd volgend model bekomen:

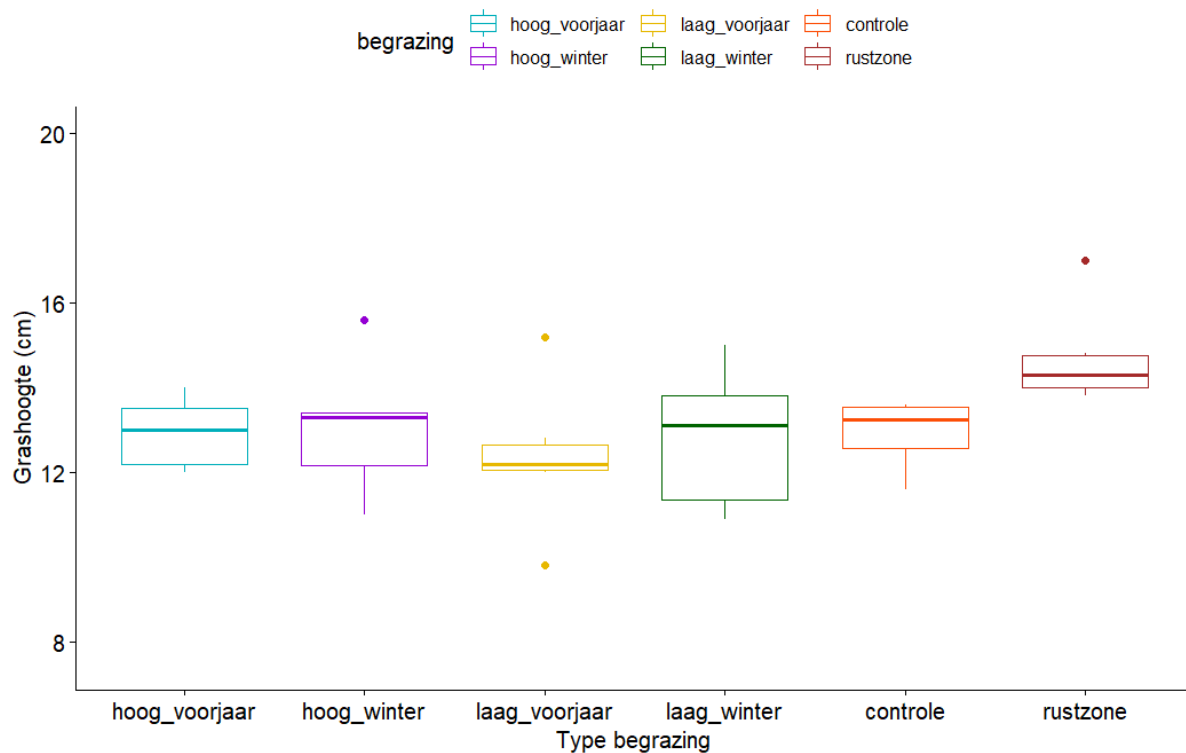
$$\text{Ton DS/ha} = 2.84947 + 0.13028 * \text{grashoogte_eind_april}$$



Figuur 27: Opbrengst aan droge stof bij de eerste snede in functie van de grashoogte zoals gemeten eind maart (links) en eind april (rechts). Blauw: lage begrazingsdruk, rood: hoge begrazingsdruk.

GRASHOOGTE TUSSEN DE EERSTE EN DE TWEEDE SNEDE

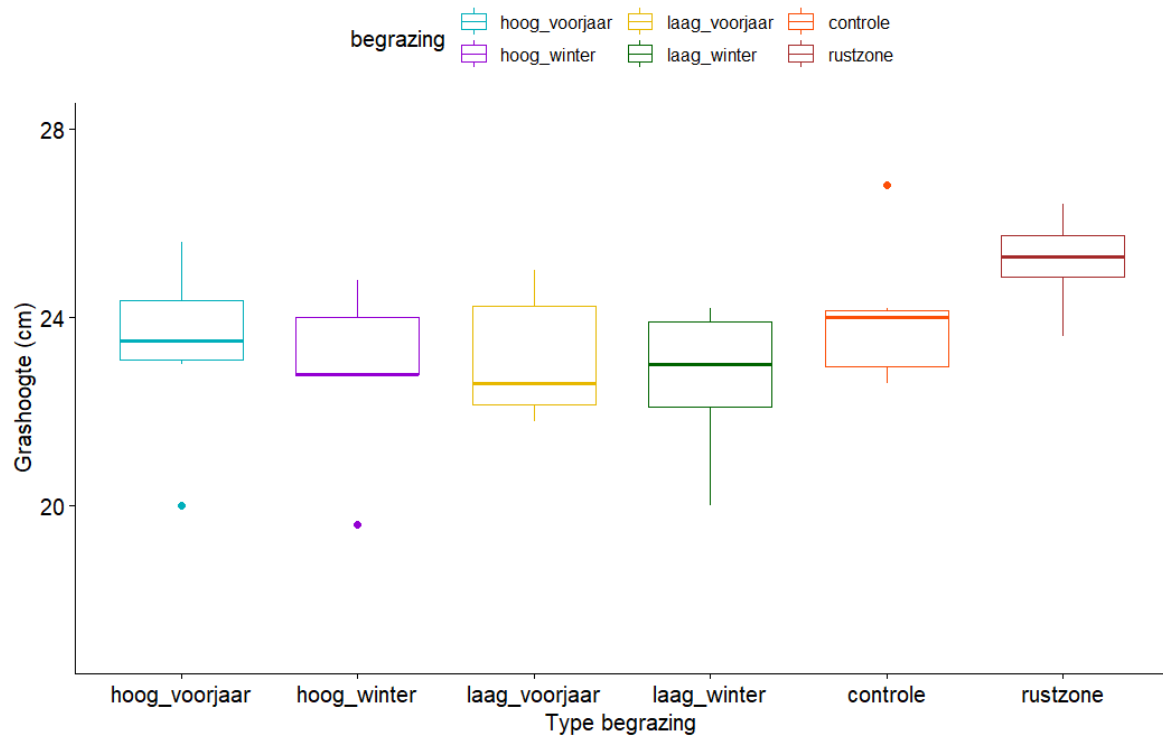
Tussen de eerste en de tweede snede vonden twee grashoogtemetingen plaats (op 23 mei en 6 juni). Tussen de vier begrazingsregimes en de controle werden op beide tijdstippen onderling geen verschillen in grashoogte vastgesteld. In de rustzone bleek de grashoogte op beide tijdstippen wel hoger te zijn (Figuur 28 & Figuur 29, Tabel 5). Deze hogere waarden waren echter net niet significant ($p=0.0923$) en vertaalden zich ook niet effectief in een hogere opbrengst in de tweede snede (zie verder).



Figuur 28: Grashoogte tussen de eerste en de tweede snede zoals gemeten op 23 mei.

Tabel 5: Grashoogte (gem. \pm SD) zoals gemeten op 23 mei en 6 juni.

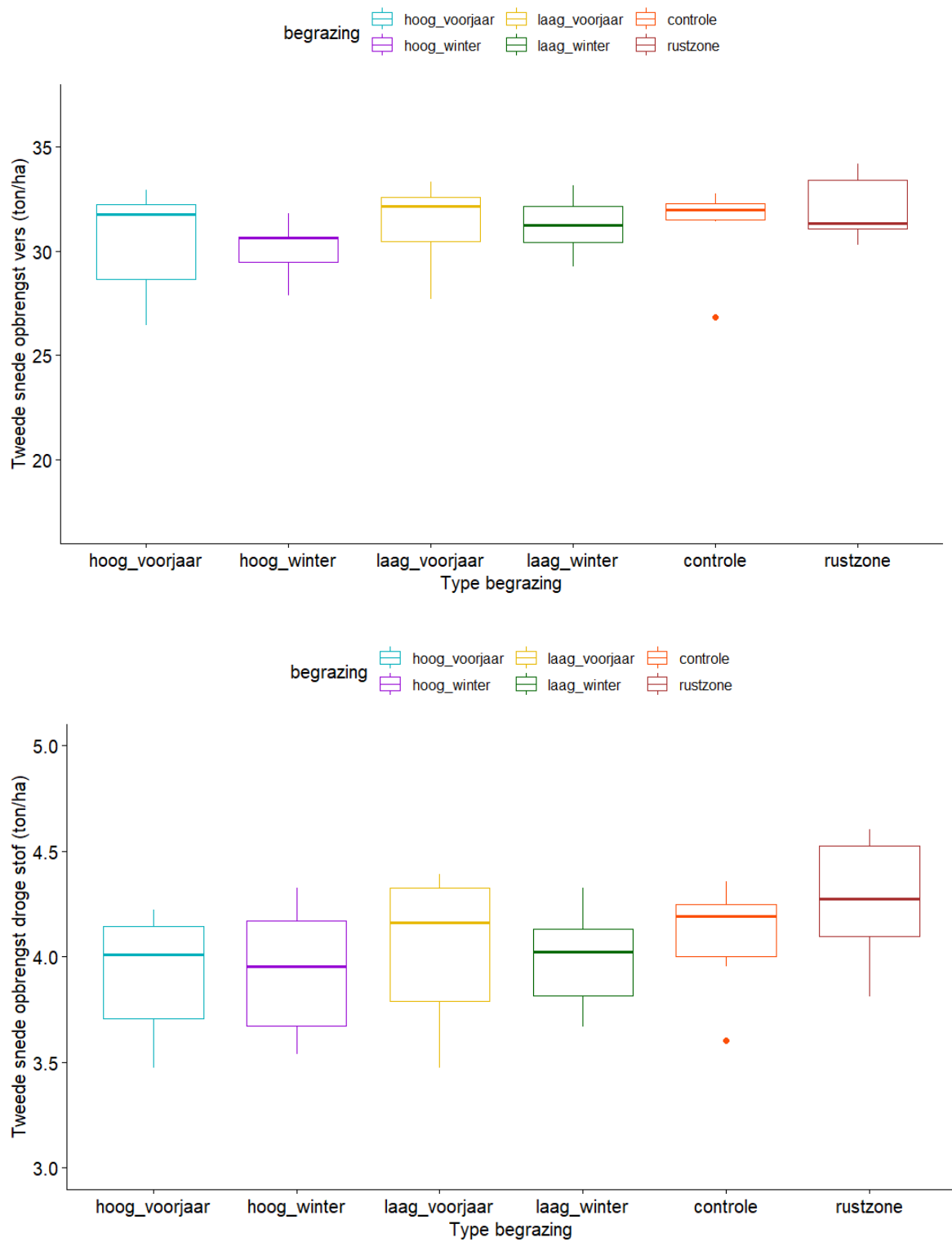
	23 mei	6 juni
Controle	13.0 \pm 0.80	24.0 \pm 1.54
Laag winter	12.8 \pm 1.66	22.7 \pm 1.59
Laag voorjaar	12.4 \pm 1.73	23.1 \pm 1.41
Hoog winter	13.1 \pm 1.58	22.9 \pm 1.83
Hoog voorjaar	12.9 \pm 0.83	23.4 \pm 1.90
rustzone	14.7 \pm 1.19	25.2 \pm 0.97



Figuur 29: Grashoogte tussen de eerste en de tweede snede zoals gemeten op 6 juni.

PROEFOOGST TWEEDE SNEDE

Op 14 juni werd de tweede snede geoogst en de opbrengst (vers & droge stof) bepaald (Figuur 30, Tabel 6).



Figuur 30: Opbrengst vers (boven) en droge stof (onder) bij de tweede snede van de verschillende behandelingen (ton ha⁻¹).

Tabel 6: Opbrengst vers en droge stof (ton ha⁻¹) van de tweede snede (gem.±SD).

	Opbrengst vers (ton ha ⁻¹)	Opbrengst droge stof (ton ha ⁻¹)
Controle	31.2±2.20	4.09±0.27
Laag winter	31.3±1.40	3.99±0.25
Laag voorjaar	31.3±2.12	4.04±0.38
Hoog winter	30.1±1.39	3.93±0.32
Hoog voorjaar	30.1±1.39	3.92±0.30
Rustzone	32.0±1.66	4.27±0.31

De opbrengst aan droge stof in de rustzone blijkt beperkt hoger te zijn dan in de controle. Bij de vier toegepaste begrazingsregimes blijkt de opbrengst dan weer iets lager uit te vallen. Tussen geen enkele van de behandelingen is het verschil in opbrengst aan droge stof echter significant ($p=0.4115$). De effecten van de eerdere begrazing blijven dus beperkt tot de eerste snede. Dit zelfs in geval van een aanzienlijk hoge aanwezigheid van ganzen en de daaraan gerelateerde begrazingsdruk zoals in de rustzone. Het al dan niet voorkomen van een impact op de tweede snede wordt niet consistent waargenomen in de literatuur. Zo werd in Vesterålen (Noorwegen) een lagere opbrengst aan droge stof van deze snede vastgesteld ten gevolge van begrazing door kleine rietgans. Dit werd echter geweten aan het korte groeiseizoen in deze noordelijke regio en de daaraan gelinkte korte periode tussen de eerste en tweede snede waardoor het gras onvoldoende tijd had om de groeiachterstand in te halen (Tombre et al., 2015; Bergjord Olsen et al., 2017; Bjerke et al., 2021). In Nederland, Duitsland en Midden-Noorwegen werden begrazingseffecten van kolgans, brandgans en kleine rietgans onderzocht. In deze regio's met een meer gelijkaardig klimaat werd evenals in onze studie geen impact meer gevonden op de tweede snede (Groot Bruinderink, 1989; Düttmann et al., 2023; Bergjord Olsen et al., 2017).

ONKRUIDDRUK

Één van de mechanismen waardoor ganzenbegrazing tot een hoger aandeel onkruid kan leiden is door de hogere licht- en plaatsbeschikbaarheid die ontstaat door de reductie in gras biomassa (Frankow-Lindberg, 2012). Zowel voorafgaand aan de eerste als de tweede snede werd in de bemonsterde plots echter 100% Engels raaigras vastgesteld. Een tweede mechanisme waarbij ganzen voor een hogere onkruiddruk zorgen is door de verspreiding van onkruidzaden op hun poten en/of pluimen of d.m.v. keutels (Bjerke et al., 2021; Ayers et al., 2010; Bjerke et al., 2014; Farmer et al., 2017; Fox et al., 2017). De invloed hiervan wordt in ons proefopzet geacht zeer beperkt te zijn gezien de ganzen na aankomst de proefveldzone niet verlaten hebben tot het einde van de metingen. Er werd zeer sporadisch onkruid waargenomen buiten de bemonsterde plots (Figuur 31). Dit voornamelijk in de gangen tussen de proefvlakken waar er pleksgewijs sterke betreding en verstoring was door proefveldmedewerkers wat tot inbreng en/of ontwikkeling van onkruidzaden geleid kan hebben. Wel dient erop gewezen dat ons onderzoek slechts gedurende enkele maanden liep op een voorheen zeer goed onderhouden grasland. Het valt niet uit te sluiten dat in een meerjarig experiment wel een hogere onkruiddruk wordt vastgesteld.



Figuur 31: Gestegen onkruiddruk werd slechts zeer beperkt aangetroffen, en dit buiten de eigenlijke proefvlakken.

SAMENVATTING

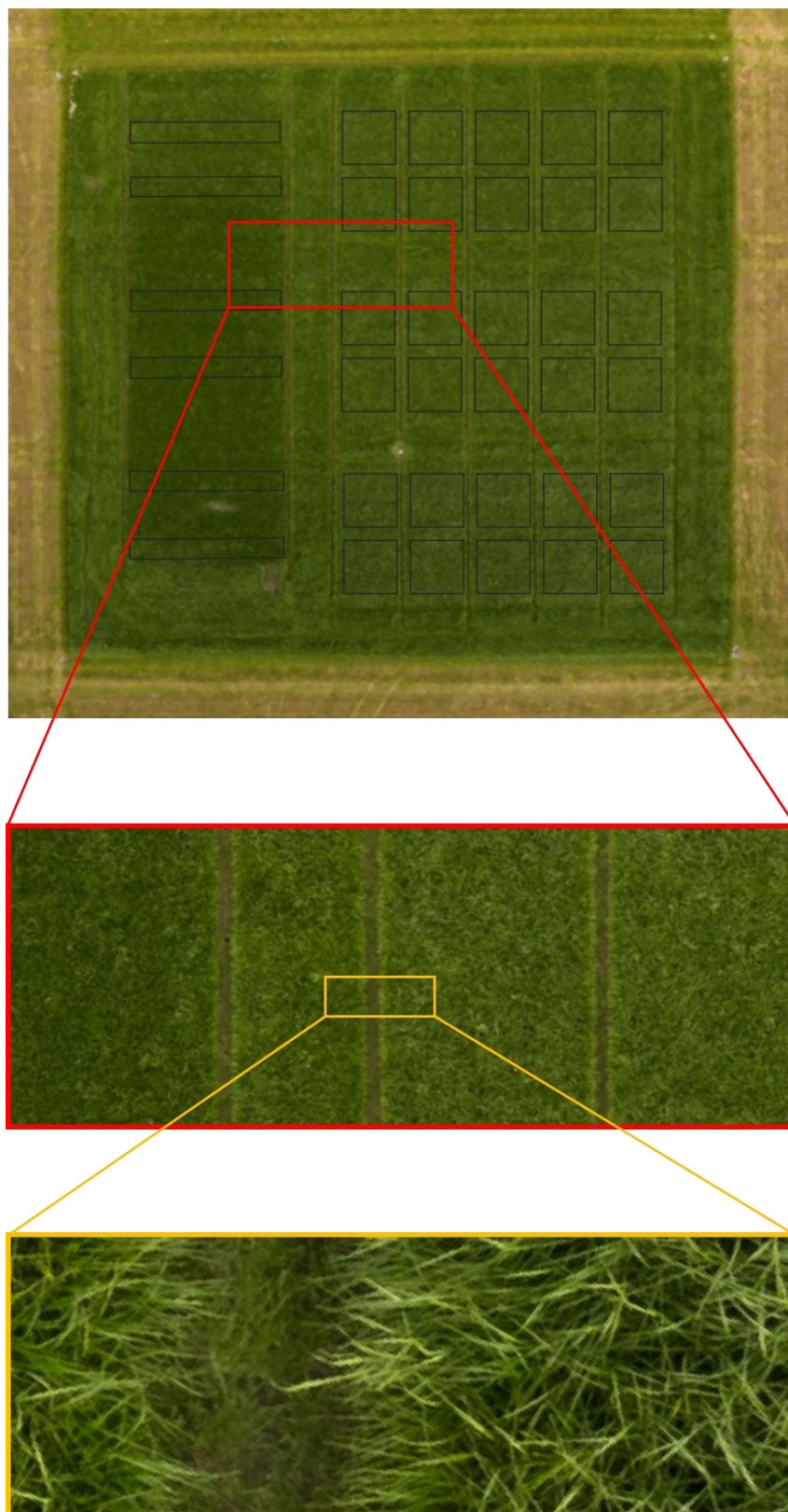
Doorheen de maanden januari tot april werden significante reducties in grashoogte vastgesteld ten gevolge van ganzenbegrazing. Bij de meting eind april bedroeg deze reductie 1.2 tot 2.4 cm in geval van begrazing gedurende januari tot maart (afhankelijk van de begrazingsdruk). In het bijzonder wanneer de begrazing vroeg in de winter wordt uitgevoerd lijkt het gras zich reeds snel te herstellen. Bijkomende begrazing in april leidde tot een reductie van 3.9 tot 4.9 cm. In de rustzone daalde de grashoogte met 13.1 cm. Echter, in elk van deze gevallen was de resterende grashoogte op 24 april reeds hoger dan de stoppelhoogte na maaien. In de praktijk kan hier mogelijks wel een soortafhankelijk effect optreden waarbij bijvoorbeeld brandganzen het gras doorgaans korter zullen afgrazen dan grauwe gans (Bjerke et al., 2021).

De resultaten uit ons proefopzet duiden op eerder beperkte gevolgschade bij de oogst. Wanneer begrazing plaatsvindt gedurende de maanden januari t.e.m. maart dan blijkt de opbrengst bij de eerste snede 3.5 tot 7.5% lager te zijn dan in de controle. Wanneer ook in april nog begrazing plaatsvindt werd een opbrengstverlaging van 6.3 tot 6.8% waargenomen in vergelijking met de controle. De waargenomen opbrengstdervingen ten gevolge van hoger genoemde begrazingsregimes blijken bijgevolg relatief beperkt te zijn (tussen de 0.2 en 0.4 ton DS ha⁻¹). Deze reducties waren ook effectief statistisch niet significant. Noch blijkt er een significant verschil aanwezig in de mate van schade als gevolg van begrazing die enkel in de winter optrad versus begrazing die doorloopt in april. Desondanks zien we wel dat de kleinste opbrengstreductie (3.5%) waargenomen werd voor de begrazing die in januari tot maart plaatsvond onder de lichtste begrazingsdruk. In de intensief betreden en begraasde rustzone werd wel een aanzienlijke opbrengstderving van 36.6% of 2.0 ton ha⁻¹ vastgesteld bij oogst van de eerste snede.

Bij oogst van de tweede snede bleek in geen enkele behandeling nog een opbrengstreductie waarneembaar. Een opbrengstverhoging bij de tweede snede werd evenmin waargenomen. In bepaalde regio's wordt winterbegrazing toegepast om de uitstoeling van het gras te stimuleren en zodoende een hogere opbrengst te bekomen. In onze proef bleken de begrazingen tijdens januari tot maart en desgevallend de bijkomende begrazing in april in geen van de gevallen tot dergelijke verhoging te leiden. Enkel in geval van een hoge en langdurige begrazingsdruk door ganzen zoals in de rustzone, werd een beperkte en niet-significante verhoging gevonden.

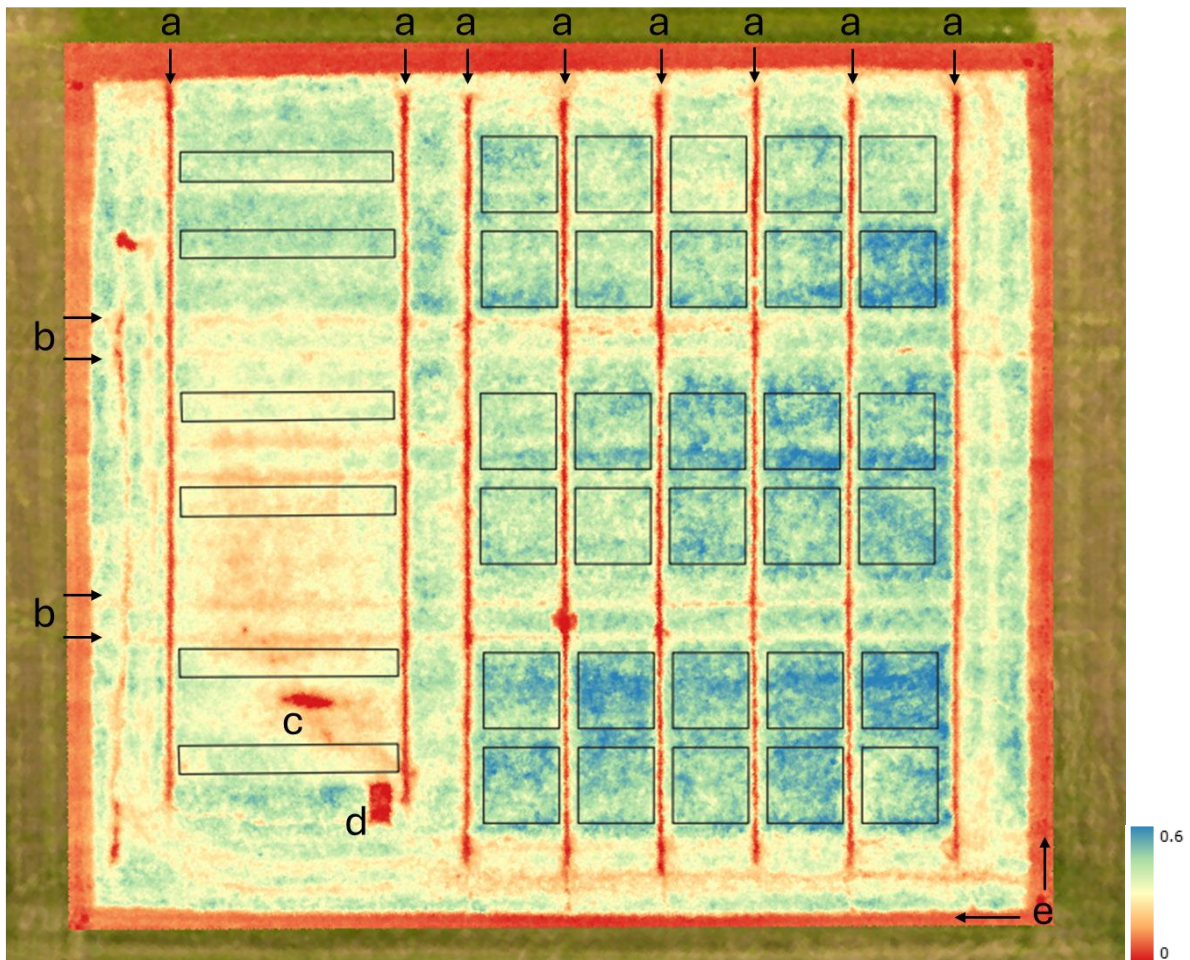
Een hogere onkruiddruk werd niet waargenomen in de opgevolgde proefvlakken.

BEPALING GRAS BIOMASSA VIA UAV METING



Figuur 32: RGB orthomosaic van de proef in toenemend detail met aanduiding van de proefvlakken.

Op 13 mei 2024 werd de volledige proefvlakzone in grote mate van detail in beeld gebracht m.b.v. een UAV (drone), uitgerust met een RGB en een 10-band multispectrale camera aan een respectievelijke resolutie van 0,3 en 2 cm. (Figuur 33 toont het gewashoogtemodel gebaseerd op RGB data.). Dit werd berekend door het Digital Terrain Model (DTM) af te trekken van het Digital Surface Model (DSM). Via de gebufferde polygonen die de proefvlakken omschrijven wordt het 90ste kwantiel (Q90) berekend voor ieder proefvlak. Dit is een goede maat om de gewashoogte in te schatten (Borra-Serrano et al. 2019). Enkele uren later werd de proefvoorst uitgevoerd zodat de resulterende data van beide optimaal aan elkaar gelinkt kunnen worden.



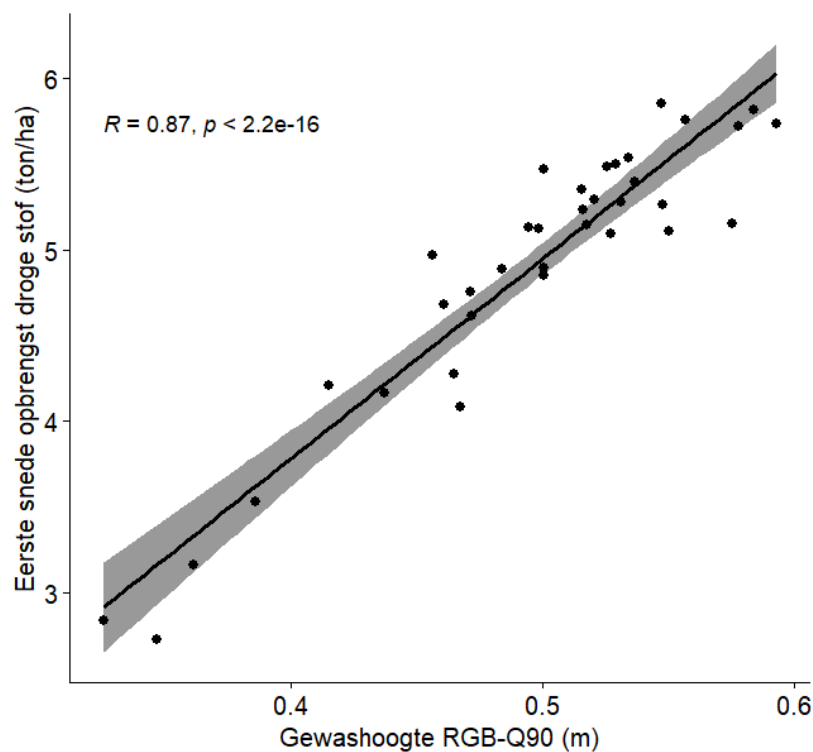
Figuur 33: Gewashoogte van de verschillende proefvlakken op basis van het RGB hoogtemodel.

Op het RGB hoogtemodel zijn duidelijke verschillen in gewashoogte tussen de proefvlakken te zien. Een afnemende kleurgradiënt is zichtbaar van de proefvlakken rechts-beneden naar links-boven. Dit weerspiegelt de volgorde waarin de begrazing werd uitgevoerd. Er wordt een hogere grashoogte vastgesteld in de proefvlakken rechts-beneden aangezien deze het vroegst op het seizoen begrast werden en dus het meest tijd hebben gehad om te herstellen in tegenstelling tot de proefvlakken die linksboven in de proefzone gelegen zijn. Ook in de rustzone zien we zich een gradiënt aftekenen van de proefvlakken die meer centraal en nabij de voederplek gelegen zijn richting de proefvlakken die zich aan de uithoek van de rustzone bevinden. Dit komt overeen met de vaststelling op terrein dat de ganzen zich frequenter in eerstgenoemde zone ophielden. Daarnaast zijn duidelijke hoogteverschillen buiten de

eigenlijke proefvlakken zichtbaar zoals de bufferstrookjes (verticaal) die tussen de proefvlakken werden gemaaid (a), de rijsporen (horizontaal) tussen de proefvlakblokken (b) die gebruikt werden door de tractor voor bemesten van het perceel, de plaats waar water en voeder aangeboden werd (c), de zone waar het nachthok stond (d) en de rand van het perceel omliggend aan de proefvlakzone dat reeds enkele dagen eerder gemaaid werd (e).

Voor elk van de bekomen indices werd de Spearman's rank correlatie met de opbrengstdata van de proefvoogst bepaald.

De canopy height index (RGB) blijkt een goede correlatie te geven met de effectief gemeten opbrengst aan droge stof (Spearman's $r=0.87$) (Figuur 34).

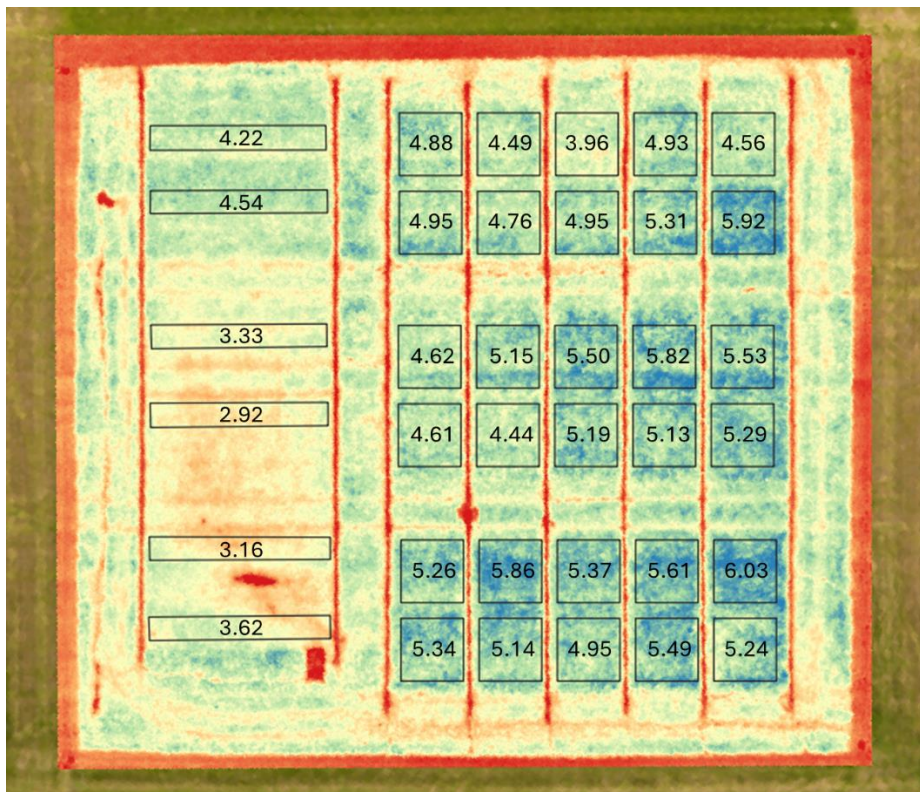
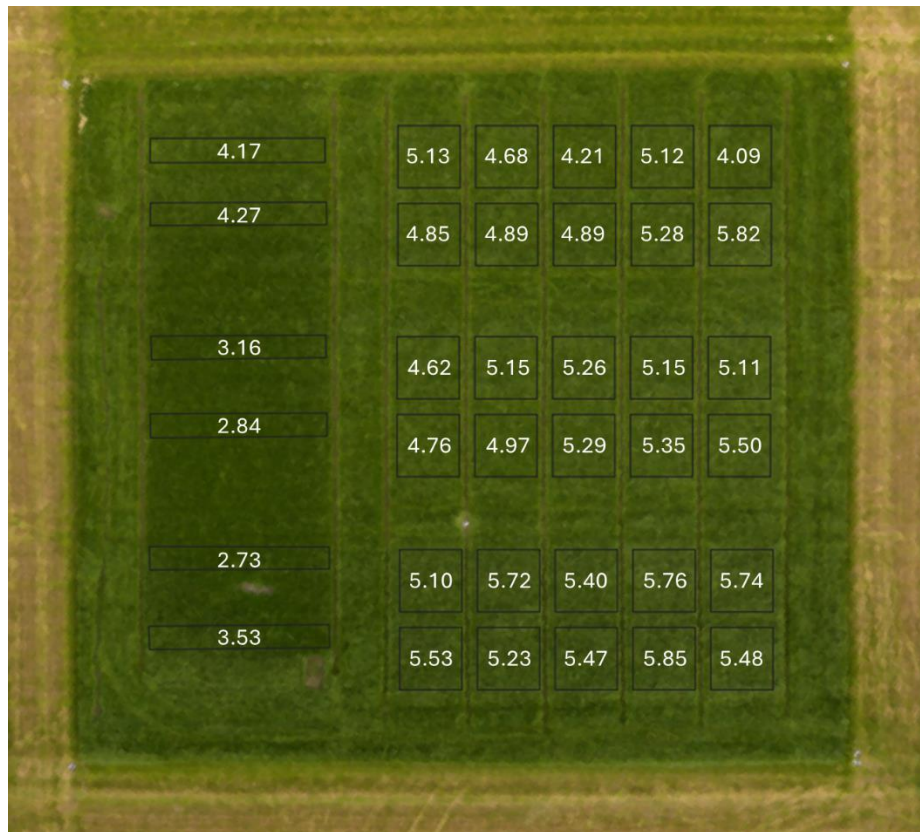


Figuur 34: Spearman's rank correlatie tussen de opbrengst aan droge stof van de eerste snede en RGB-index Gewashoogte (q90) [m].

Een lineair model geeft volgende relatie weer ($R^2=0.8855$, $AIC=12.49$):

$$\text{Ton DS/ha eerste snede} = 11.6653 \cdot \text{CH RGB Q90} - 0.8856$$

De goede correlatie met de RGB-index Canopy height is niet onverwacht op basis van de literatuur (Borra-serrano et al., 2019). In Figuur 35 wordt voor elk proefvlak de op basis van het bovenstaand model geschatte opbrengst weergegeven samen met de effectief geoogste opbrengsten. Het relatief verschil tussen beide opbrengstcijfers varieert tussen 0 en 16%. Het gemiddelde verschil bedraagt 4% (relatief ten opzichte van de effectief geoogste opbrengst). Het model resulteert met andere woorden in een vrij accurate schatting.



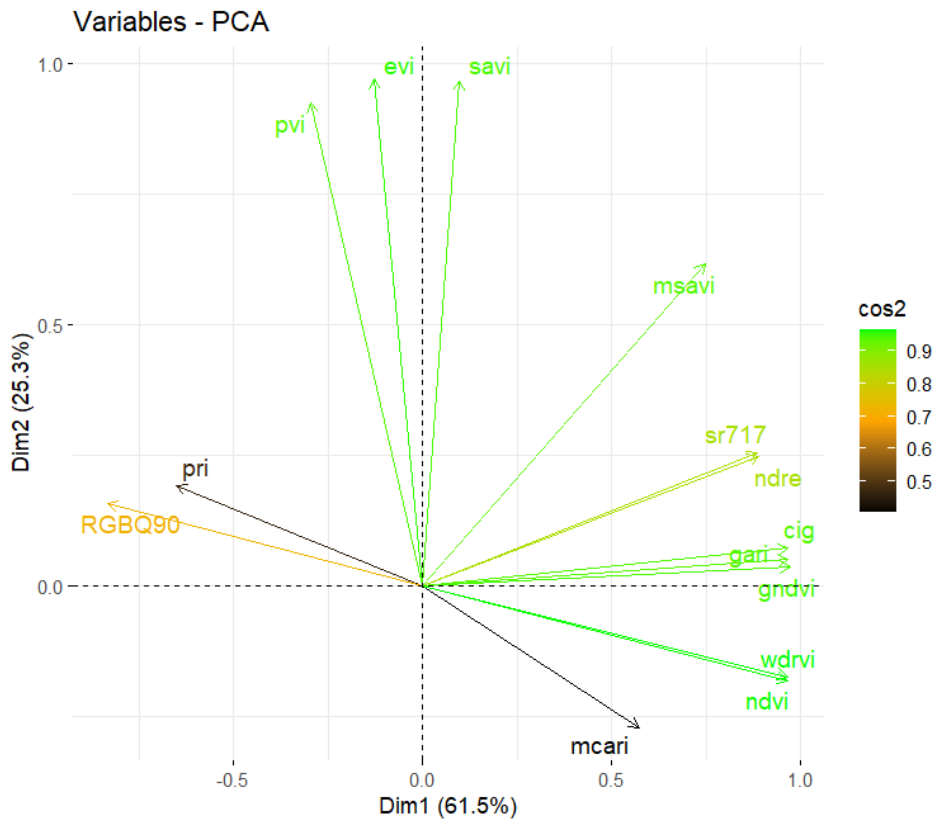
Figuur 35: Boven: luchtfoto met vermelding opbrengst droge stof (ton ha^{-1}) per proefvlak zoals gemeten met de Haldrup Forage harvester. Onder: RGB-beeld met vermelding opbrengst droge stof (ton ha^{-1}) per proefvlak zoals gemodelleerd o.b.v. de RGB-index gewashoogte (q_{90}) [m].

Op basis van de 10 band multispectrale vlucht werden 10 verschillende vegetatie indices afgeleid. Na extractie van de data per proefvlak werd de Spearman's rank correlatie berekend met de effectief gemeten opbrengst. Deze was steeds lager dan de correlatie gevonden met RGB_CH_Q90 (Tabel 7, Bijlage 1). Daarnaast werd een PCA uitgevoerd op de proefvlakwaarden van de indices bekomen m.b.v. RGB en MS (Figuur 36). Er werd onderzocht of het model voor de voorspelling van de biomassa kon verbeterd worden met toevoeging van NDVI, WDRVI, EVI of SAVI. In geen van voornoemde gevallen werd echter een significante verbetering van het model bekomen. NDVI is een vegetatie index die gebruikt wordt om de bodembedekking door het gewas te beoordelen. Daarnaast correleert de index ook met leaf area index (LAI, bladoppervlakte per eenheid van grondoppervlakte), echter deze index verzadigt reeds bij een LAI van 2,8. EVI en SAVI correleren ook met LAI maar verzadigen in veel mindere mate.

Op basis van de statistische analyse van de RGB en MS UAV data kan besloten worden dat een UAV vlucht met een RGB camera een voordelige optie is om een goede indicatie te krijgen van de aanwezige biomassa voor deze proef. Voor gebruik in praktijkomstandigheden zijn verdere experimenten nodig met UAV vluchten om het generieke karakter van de correlatie verder te onderzoeken en bevestigen.

Tabel 7: Spearman's rank correlatie tussen door proefoogst gemeten DS opbrengst en de vermelde indices bekomen via RGB en/of MS sensor.

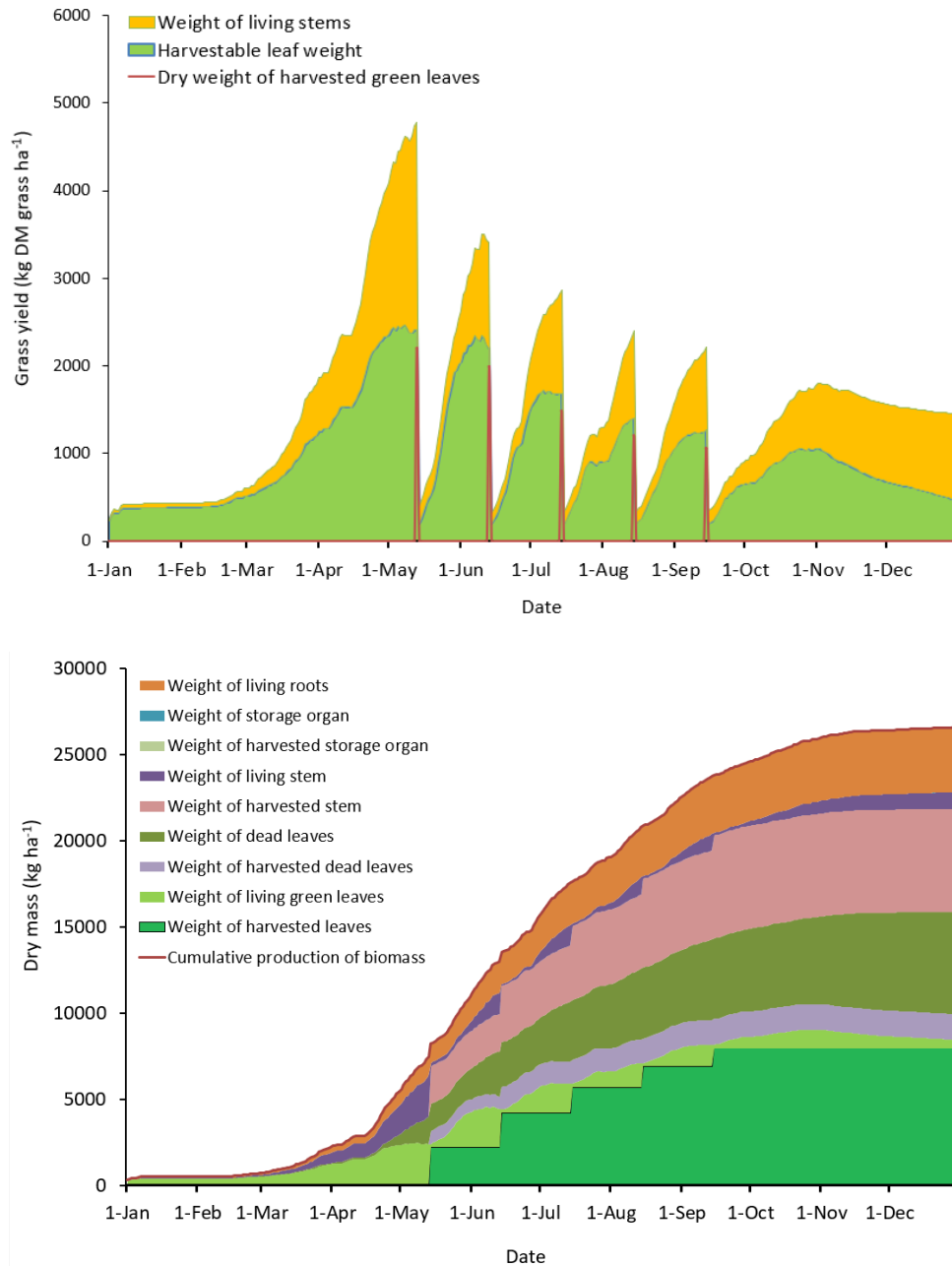
Sensor	index	Spearman's rho	Sensor	index	Spearman's rho
RGB	CH_Q90	0.87	MS	PVI_mean	0.53
MS	NDVI_mean	-0.76	MS	PRI_mean	0.48
MS	WDRVI_mean	-0.75	MS	EVI_mean	0.39
MS	MCARI_mean	-0.72	MS	NDRE_mean	-0.33
MS	GNDVI_mean	-0.57	MS	SR717_mean	-0.31
MS	GARI_mean	-0.54	MS	MSAVI_mean	-0.28
MS	Clg_mean	-0.54	MS	SAVI_mean	0.23



Figuur 36: Biplot van de eerste en de tweede principale component (verklaren 86% van de aanwezige variatie in de data) van een principale componenten analyse op basis van het de gewashoogte (RGBQ90) en de MS vegetatie indices.

LINGRA-N PLUS

LINGRA-N is een computermodel dat de grasgroei simuleert. De oorspronkelijke tool en bijhorende FORTAN code worden beschreven door Wolf (2012). Het model werd als “LINGRA-N PLUS” in een Microsoft Excel spreadsheet geïmplementeerd (Burgess et al., 2020; Giannitsopoulos et al., 2023). De tool laat toe om het effect op oogstbare gras biomassa en oogstkwaliteit na te gaan van meerdere variabelen waaronder water- en stikstoftekorten, temperatuur, CO₂-gehalte en duur van de oogstintervallen tussen de verschillende snedes.



Figuur 37: Output van Lingra-N waarbij oogstbare bladbiomassa wordt weergegeven per snede en de aanwezige stengel-biomassa (boven) en cumulatieve productie aan droge stof van het grasland (onder).

In wat volgt wordt nagegaan in welke mate de tool gebruikt kan worden om de impact van ganzenbegrazing in te schatten door het vergelijken van de opbrengstresultaten uit de begrazingsproef met cijfers die werden bekomen d.m.v. simulaties. Naar analogie met de begrazingsproef worden drie scenario's geëvalueerd: grasland met een normaal maaibeheer zonder begrazing, grasland dat gedurende de winter begraasd wordt en grasland dat zowel in de winter als in april begraasd wordt. De focus ligt op de eerste snede aangezien in onze proef reeds op de tweede snede geen effect meer werd gevonden. Gezien de beperkingen van het huidige model, wordt een begrazing hierbij ingegeven als een gangbare maaibeurt (Burgess & Giannitsopoulos, *pers. comm.*). Nadelen hierbij zijn de wellicht sterke vereenvoudiging van potentiële heterogeniteit en het negeren van bijkomende effecten zoals vertrappen van gras.

LINGRA-N PLUS omvat een vrij uitgebreide serie klimaatreeksen, momenteel echter enkel uit de UK en Nederland. Voor de simulaties werd een reeks geselecteerd die het gemiddelde jaar in Ukkel goed benadert (reeks uit Sutton Bonington van 2019). De overige input-parameters werden default gelaten voor onderstaande simulaties.

SCENARIO 1: STANDAARD MAAIREGIME

In de tool dient het tijdsinterval tussen de snedes aangegeven te worden, alsook de datum waarop de eerste snede genomen wordt. Er wordt in dit scenario uitgegaan van vijf snedes, waarvan dus enkel de eerste beschouwd wordt, met een tijdsinterval van 31 dagen. Analoog aan de oogstdatum in onze proef werd de datum voor het nemen van de eerste snede op 13 mei vastgelegd. Dit levert een gesimuleerde droge stof opbrengst op van $5.138 \text{ ton ha}^{-1}$. Hierbij werd ook de oogstbare dode bladbiomassa meegerekend, wat standaard in het LINGRA-N PLUS model niet het geval is. Deze waarde is m.a.w. vrij gelijkaardig aan de opbrengst die vastgesteld werd in de controle-proefvlakken in onze proef van gemiddeld $5.44 \pm 0.293 \text{ ton DS ha}^{-1}$ bij de eerste snede. Het resterende verschil duidt erop dat de modellering wellicht verder geoptimaliseerd kan worden. Dit vereist echter een vrij uitgebreide set input-parameters. Het verzamelen van de volledige set parameters voor het proefperceel viel buiten de scope van dit onderzoek. Idealiter is in dat geval ook een groter aantal controle-plots beschikbaar. In wat volgt wordt verder gewerkt met de bovenvermelde inputwaarden.

De biomassa-opbrengst per snede wordt in LINGRA-N PLUS ook grafisch weergegeven. Dit betreft in de huidige versie van de tool echter geen weergave van de totale geoogste biomassa, maar van de oogstbare bladbiomassa en de aanwezige stengel-biomassa op het tijdstip van elke snede (Figuur 37).

SCENARIO 2: BEGRAZING IN DE WINTER

De begrazing in de winter wordt gesimuleerd door een maaibeurt te veronderstellen op 8 maart. De vooropgestelde datum van oogst van de eerste snede is opnieuw 13 mei. In onze proef werd in dit geval een droge stof opbrengst vastgesteld van 5.03 ± 0.600 en 5.25 ± 0.447 ton DS ha⁻¹, afhankelijk van de intensiteit van de begrazing. Door modellering wordt in dat geval via LINGRA-N PLUS een opbrengst van 4.677 ton DS ha⁻¹ bekomen.

Er werd tevens nagegaan wat het effect is op de simulatie wanneer de begrazing verondersteld wordt op 13 maart plaats te vinden. In dat geval bedraagt de opbrengst 4.331 ton DS ha⁻¹. Zoals verwacht heeft het exacte tijdstip van begrazing dat wordt ingegeven in het model een grote impact. Bovendien wordt in LINGRA-N PLUS een vaste maaihoogte verondersteld, daar waar het in het geval van begrazing eigenlijk noodzakelijk is deze te kunnen specificeren. Zo blijkt de gemiddelde grashoogte in de begraasde proefvlakken in onze proef op 13 maart 10.6 ± 1.84 cm en 12.4 ± 1.21 cm te bedragen, voor de begrazing aan hoge en lage intensiteit, respectievelijk. Dit is aanzienlijk hoger dan de resterende grashoogte na een maaibeurt waar de huidige modelversie van uit gaat om het begrazingsevent in maart te simuleren. Dit verklaart mede de hogere waargenomen opbrengst bij de proefoogst van de eerste snede in vergelijking met de gemodelleerde opbrengst op 13 mei.

SCENARIO 3: BEGRAZING IN DE WINTER EN IN APRIL

Tenslotte wordt nagegaan wat de gesimuleerde opbrengst is wanneer begrazing plaatsvindt in de winter en het voorjaar, vooropgestelde tijdstippen van begrazing waren 26 februari en 5 april. De oogst vond opnieuw plaats op 13 mei.

In dit scenario werd een gemodelleerde opbrengst van 2.998 ton DS ha⁻¹ bekomen. De bij de proefopbrengstmeting bepaalde waarden bedroegen in dit geval tussen 5.10 ± 0.286 en 5.07 ± 0.600 ton DS ha⁻¹ in de proefvlakken die zowel in de winter als in april begraasd werden, afhankelijk van de intensiteit van de begrazing. Met andere woorden opnieuw aanzienlijk hoger dan de inschatting d.m.v. LINGRA-N PLUS. Als we kijken naar de grashoogte zoals gemeten op 28 februari (i.e. 2 dagen na de eerste begrazing in de simulatie met LINGRA-N) en op 10 april (i.e. 5 dagen na de tweede begrazing in de simulatie), dan zien we dat deze waardes een stuk hoger zijn in de begraasde proefvlakken dan de stoppelhoogte die doorgaans overblijft na maaien (ca. 5 à 7 cm).

In de rustzone bedraagt de grashoogte op 28 februari en 10 april echter gemiddeld 6.0 ± 2.05 cm en 5.93 ± 2.64 cm, wat zeer gelijkaardig is aan de stoppelhoogte na maaien. De vastgestelde opbrengst in de rustzone, die eveneens zowel in de winter als in april begraasd werd, bedroeg 3.45 ± 0.660 ton DS ha⁻¹. Hoewel nog steeds hoger, is deze waarde reeds meer gelijkaardig aan de schatting van LINGRA-N PLUS. Dit wijst op de noodzaak om in dergelijke tool de resulterende grashoogte na begrazing te kunnen specificeren. Anderzijds lijkt dit aan te geven dat een vertrappingseffect in de rustzone slechts beperkt is, aangezien dan net een lagere opbrengst dan de simulatie verwacht zou worden.

Hoewel LINGRA-N PLUS de opbrengst in de controle-proefvlakken vrij goed benadert blijkt het effect van begrazing door middel van de huidige versie moeilijk te simuleren. Enkel in geval van een zeer intensieve (en homogeen veronderstelde) begrazing die de stoppelhoogte na maaien benadert lijkt de schatting in de buurt van de gemeten waardes te komen. In andere gevallen blijkt de afwezigheid van de optie om een stoppelhoogte na begrazing in te geven een belangrijke handicap. Op dit moment bestaat reeds de mogelijkheid om in LINGRA-N PLUS de hoeveelheid resterende bladbiomassa na maaien in te geven. Dit is echter een constante voor elke snede en dus niet afzonderlijk aanpasbaar om de begrazing(en) te simuleren. Bovendien modelleert een model doorgaans op perceelsniveau, terwijl begrazing vaak heterogeen plaatsvindt. Aan dit laatste kan in principe tegemoet gekomen worden door elke subzone afzonderlijk te modelleren hoewel de haalbaarheid in de praktijk afhankelijk zal zijn van de effectieve mate van heterogeniteit die bij begrazing vastgesteld wordt. Ondanks de vrij substantiële aanpassingen die bovengenoemde met zich meebrengen lijkt het technisch vrij goed mogelijk de tool aan te passen. Daarbij zal het echter tevens een vrij aanzienlijke taak zijn om de tool te kalibreren (en valideren). Bovendien is het, zoals vaak het geval met modellen, niet gegarandeerd dat percelen die als minder "standaard" getypeerd kunnen worden door de tool nauwkeurig ingeschat zullen worden. Zo stellen we bijvoorbeeld vast dat de fout op de geschatte ($5.138 \text{ ton ha}^{-1}$) en gemeten opbrengst (5.44 ton ha^{-1}) in de controle-proefvlakken ca. 5.5% bedraagt. Deze fout heeft m.a.w. reeds dezelfde grootteorde als de hoger beschreven door proefopbrengst bepaalde reducties in grasopbrengst van 3.5 tot 7.5% t.g.v. begrazing.

EVALUATIE GEHANTEERDE METHODIEK

De impact van ganzenbegrazing op grasland werd reeds verscheidene malen experimenteel onderzocht waarbij frequent gebruik gemaakt wordt van omheinde proefvlakken of “exclosures”. Deze laatste vrijwaren de betreffende zone van betreding en begrazing door ganzen waarbij vervolgens de grasgroei en opbrengst in deze exclosures vergeleken kunnen worden met de groei en opbrengst in vrij betreedbare controleproefvlakken. De conclusies van deze experimenten zijn echter vaak niet éénduidig (Bjerke et al 2021). In ons proefopzet werd de begrazing in sterk gecontroleerde omstandigheden uitgevoerd. Bij uitvoer van de proef bestond de mogelijkheid dat de ganzen zich voornamelijk langsheen de proefvlakomheining zouden ophouden en bewegen, en daarbij slechts een deel van de proefvlakken zouden begrazen. Dit bleek in de praktijk niet het geval en er kon vastgesteld worden dat de ganzen de proefvlakken vrij uniform betraden en begraasden.

De in het proefopzet gebruikte ganzendensiteiten en daaruitvolgende begrazingsdrukken werden bepaald o.b.v. waargenomen densiteiten op praktijkpercelen die als hoog worden beschouwd. De gebruikte ganzen waren tevens van relatief forse grootte. In die zin is de beperkte gevolgschade alsook het ontbreken van een substantieel effect van bijkomende begrazing in april eerder verrassend. Het testen van nog hogere begrazingsdrukken kan overwogen worden, hoewel zich de vraag stelt in welke mate dit praktijkrelevant is. Dit ook gezien zelfs in de rustzone de uiteindelijke opbrengstreductie beperkt bleef tot 36.6%. Hoewel dit substantieel is vanuit landbouwkundig oogpunt, werd hier met andere woorden nog steeds 2/3 van de gangbare oogst gerealiseerd bij de eerste snede en werd geen opbrengstreductie meer waargenomen bij de tweede snede. Dit ondanks de zeer hoge aanwezigheid van de ganzen en de daaruitvolgende sterke daling in grashoogte die in deze zone werd genoteerd. Relevanter is bijgevolg om de impact van weer- of perceelsomstandigheden na te gaan die de impact van begrazing en betreding vergroten of die de daaropvolgende inhaalbeweging van het gras kunnen belemmeren.

Factoren die volgens Düttmann et al. (2023) en Bjerke et al. (2021) mogelijks de impact van begrazing kunnen beïnvloeden zijn jaar-effecten en perceelsgebonden verschillen. Aangezien ons proefopzet slechts één (homogene) perceelszone omvatte en één groeiseizoen werden deze beide niet verder onderzocht. Ook Bergjorg Olsen et al. (2017) wijzen erop dat het gras op percelen met goede groeicondities een beter vermogen tot herstel na begrazing heeft. De impact van jaar- en locatiegebonden variaties in het weer op graasschade wordt in meerdere studies aangehaald, onder meer door de invloed op de groeiomstandigheden van het gras. Hoewel ons proefopzet niet toeliet om weerseffecten te testen, kon op terrein visueel wel de vrij sterke impact van sneeuwval na begrazing in een bepaald proefvlak vastgesteld worden (Figuur 38). Ook in dit proefvlak bleek echter geen effect meer merkbaar op het moment van de eerste snede (de opbrengst aan droge stof bedroeg er 5.48 ton ha⁻¹). Daarnaast bleek de betreding van de ganzen lokaal tot stagnerend water te leiden in geval van hevige regenval kort na de begrazing (Figuur 39). Hoewel dit in ons proefopzet slechts beperkt en kortstondig optrad kan verwacht worden dat dergelijke effecten tot bijkomende schade kunnen leiden indien deze zich langdurig voordoen. Tenslotte bepaalt het weer in de praktijk mede wanneer trekkende ganzen toekomen en vertrekken, alsook wanneer perceelsbewerkingen worden uitgevoerd (Bergjord Olsen et al., 2017). Ganzen foerageren op de stoppels waar graankorrels

die zijn achtergebleven bij de oogst als alternatieve voedselbron dienen. Het inwerken van de stoppels in het voorjaar kan ervoor zorgen dat de overblijvende ganzen meer geconcentreerd worden op de naburige graslanden.



Figuur 38: Boven: sneeuwval in twee aangrenzende proefvlakken. Het rechtse proefvlak werd reeds begraasd i.t.t. het linkse proefvlak (foto genomen op 17 januari). Onder: gecombineerde impact van begrazing en sneeuwval in het rechtse proefvlak (foto genomen op 24 januari).



Figuur 39: Stagnerend water in recent begraasde proefvlakken ten gevolge van zware regenval (foto genomen op 26 februari).

BESLUIT

De proefopzet waarbij de impact van ganzenbegrazing onder gecontroleerde omstandigheden werd nagegaan bleek goed te werken. De gedomesticeerde ganzen maakten goed gebruik van de beschikbare ruimte in de proefvlakken en begraasden deze ook effectief. Doorheen de begrazingsperiode werden duidelijke effecten op de grashoogte zichtbaar. Deze vertaalden zich echter niet steeds in een verlies aan geoogste biomassa. Bij begrazing gedurende januari t.e.m. maart bedroeg het opbrengstverlies aan droge stof bij de eerste snede ten opzichte van de controleproefvlakken 3.5 tot 7.5%, afhankelijk van de toegepaste begrazingsdruk. Bij begrazing gedurende januari t.e.m. april bedroeg deze opbrengstreductie 6.3 tot 6.8%, afhankelijk van de toegepaste begrazingsdruk. Geen van de voornoemde opbrengstverschillen bleek echter ook statistisch significant verschillend te zijn van de opbrengst in de controleproefvlakken. Ondanks een lagere grashoogte eind april bleek dus geen verschil in opbrengst waarneembaar tussen proefvlakken die voor eind maart begraasd werden versus proefvlakken waarbij de begrazing ook in april verder ging. Enkel in de zeer intensief belopen rustzone, waar een reductie van 36.6% werd waargenomen, bleek de opbrengst bij de eerste snede significant lager te zijn. Bij de tweede snede bleek in ons proefopzet geen effect van de behandelingen meer waarneembaar op de geoogste gras biomassa. Ook wat betreft de impact van begrazing op onkruiddruk werd geen duidelijk effect waargenomen. Het proefperceel werd voorheen wel gebruikt voor graszaadproductie, wat een zeer homogene en zuivere uitgangssituatie heeft gecreëerd.

De uren voorafgaand aan de opbrengstmeting van de eerste snede werd een meting met een UAV uitgevoerd die was uitgerust met een RGB en 10 band multispectrale camera. De bekomen opbrengstdata correleerden zeer goed (Spearman's $r=0.872$) met de RGB-index Gewashoogte (q90). Correlatie met de via (duurdere) MS-meting bekomen vegetatie indices bleek lager te zijn. De Gewashoogte index op basis van RGB meting is in de praktijk relatief prijsgunstig en snel te bekomen en blijkt een goede indicatie te geven van de aanwezige oogstbare biomassa. Voor gebruik in praktijkomstandigheden zijn verdere experimenten nodig met UAV vluchten om het generieke karakter van de correlatie verder te onderzoeken en bevestigen.

Vergelijking van de bekomen opbrengstdata met LINGRA-N PLUS duidde op een zeker potentieel van deze tool om de impact van begrazing te simuleren. Hiertoe ontbreken momenteel echter enkele belangrijke functionaliteiten waaronder de mogelijkheid om de residuele grashoogte in te geven en om met het op perceelsniveau vaak heterogene karakter van begrazing om te gaan. Simulatie van groei en opbrengst in de onbegaasde controleproefvlakken gaf daarnaast een afwijking aan van de model-output met de terreindata. Door verdere verfijning en kalibratie kan deze afwijking wellicht verkleind worden. Zoals vaak het geval bij dit type modellen zou door het groot aantal invloedrijke factoren een zekere fout echter wellicht aanwezig blijven.

PRAKTIJKRELEVANTIE

In Nederland blijkt grauwe gans met voorsprong de voornaamste schadeverwekkende soort. In Vlaanderen wordt de schade meestal door (kleine) rietgans veroorzaakt. Zoals hoger vermeld bepaalt de soort gans mee de mate en het type van schade. In dit onderzoek werd gebruik gemaakt van gedomesticeerde ganzen om de begrazing uit te voeren. Hoewel deze ontstaan zijn uit de grauwe gans ligt het lichaamsgewicht doorgaans hoger, wat eveneens het geval was bij de in onze proef gebruikte dieren. Daarnaast kunnen de in dit onderzoek toegepaste ganzendensiteiten ook als hoog tot zeer hoog beschouwd worden in vergelijking met de densiteiten die op praktijkpercelen worden waargenomen. Bijgevolg kan de in dit onderzoek toegepaste begrazingsdruk en de daaruit volgende schade aanzien worden als een reeds vrij extreme situatie in vergelijking met de situatie die doorgaans in de praktijk wordt aangetroffen.

Wel dient rekening gehouden te worden met het aanwezige type grasland. De resultaten bekomen op het proefveld in ons onderzoek leveren informatie voor meerjarige graslanden waar vergelijkbare goede groeiomstandigheden gelden en die goed onderhouden zijn. In de praktijk treft men uiteraard ook minder goede groeiomstandigheden aan, denk bijvoorbeeld aan percelen die frequent overstromen. Hoewel deze percelen hier soms gedeeltelijk zelf voor compenseren, bijvoorbeeld door een wijziging van de soortensamenstelling, kan begrazing op deze percelen tot grotere schade leiden dan waargenomen in ons proefopzet. Een ernstiger schadebeeld wordt eveneens verwacht op recent ingezaaide percelen. Deze hebben doorgaans een nog ijlere, minder vertakte grasmat, en een minder ontwikkeld wortelstelsel. Ze zijn dan enerzijds ook gevoeliger voor betreding, begrazing en/of het uittrekken van het gras. Anderzijds zijn ze minder veerkrachtig om te compenseren voor de schade.

Voor het inschatten van opbrengstreducties kan gebruik gemaakt worden van grashoogtemetingen. Ons onderzoek bevestigt daarbij dat het volstaat om enkel het opbrengstverlies van de eerste snede in acht te nemen zoals ook beschreven in de literatuur m.b.t. grasland in de gematigde streken. Belangrijk daarbij is wel om de grashoogtemeting voldoende laat op het seizoen uit te voeren gezien het sterke herstelvermogen van het gras en de resulterende inhaalbeweging. Idealiter wordt deze meting niet voor eind maart uitgevoerd, desgevallend gevolgd door een meting eind april indien bijkomende begrazing plaatsvond. Dit al dan niet gecombineerd met een eerder terreinbezoek op het moment van optreden van de schade om de eigenlijke oorzaak na te gaan.

Een andere methodiek die in de praktijk toegepast kan worden voor bepaling van reducties in grasbiomassa is het uitvoeren van metingen d.m.v. UAV. Met de huidige technologie kan dit vrij (kosten)efficiënt gerealiseerd worden. In bijzonder aangezien het gebruik van RGB sensoren reeds een nauwkeurig en perceelsdekkend resultaat levert. Indien deze meting vlak voor de oogst wordt uitgevoerd, wordt een goede inschatting van de variaties in opbrengst bekomen. In de praktijk zal dergelijke timing echter moeilijk werkbaar zijn en zullen UAV-metingen ook een bepaalde periode voorafgaand aan de oogst uitgevoerd worden. Bijgevolg zal ook hier een correctiefactor bepaald en toegepast dienen te worden op de verzamelde beelden om de grasbiomassa op moment van oogst in te schatten.

AANBEVELINGEN VOOR VERVOLGONDERZOEK

Idealiter wordt een gelijkaardige proefopstelling op grotere schaal herhaald om de bekomen resultaten te bevestigen. Daarbij kunnen desgevallend bijkomende invloedrijke factoren onderzocht worden:

Zoals hoger beschreven kan de exacte impact van begrazing variëren naargelang de ganzensoort. Om dit na te gaan kan overwogen worden om een gelijkaardige proef uit te voeren waarbij de begrazing door één of meer andere ganzensoorten wordt uitgevoerd.

Op gelijkaardige wijze kan het effect van de aanwezige grassoort nagegaan worden. Zo bleek uit onze resultaten dat de grasgroei in de begraasde proefvlakken een inhaalbeweging kon maken waardoor effectieve opbrengstverliezen grotendeels uitbleven. Het valt niet uit te sluiten dat in geval van bijvoorbeeld Italiaans raaigras (*Lolium multiflorum*) een andere respons op begrazing wordt vastgesteld door de vroegere groeipek in vergelijking met Engels raaigras.

Aanvullend op de opbrengst aan droge stof kunnen effecten op de kwaliteit van het geogste gras bestudeerd worden. Zo vonden Fox et al. (1998) en Düttmann et al. (2023) bijvoorbeeld een gestegen eiwitgehalte bij (gesimuleerde) ganzenbegrazing.

De data bekomen binnen dit onderzoek werden verzameld op grasland onder maaibeheer. In grasland dat begraasd wordt kunnen deze effecten mogelijk verschillen. Zo is de opbrengst aan droge stof in begraasd grasland doorgaans meer variabel door de impact van betreding, ontlasting en selectief grazen (Grace et al. 2019, Creighton et al., 2012). In begraasd grasland kan daarnaast potentieel reeds een lagere grashoogte aanwezig zijn bij de start van het groeiseizoen. Zo vergeleken Grace et al. (2019) de grashoogte vóór het grazen in gemaaide proefvlakken versus in begraasde proefvlakken. In eerstgenoemde was deze significant hoger dan in laatstgenoemde (10.28 cm versus 9.15 cm). Dit wordt uiteraard mede bepaald door de residuele grashoogte na begrazing.

Tenslotte kunnen de weersomstandigheden en terreincondities een effect hebben op de wijze waarop en/of de mate waarin begrazing schade veroorzaakt. Hiertoe zou bijvoorbeeld een meerjarig onderzoek uitgevoerd kunnen worden op variërende types percelen waarbij in het bijzonder de studie van recent ingezaaide percelen en natte terreinomstandigheden relevant kan zijn.

REFERENTIES

- Adriaens, T., Huysentruyt, F., Van Daele, P., Devos, K., Casaer, J., 2012. NARA - 4. Evaluatie bescherming en beheer van ganzenpopulaties. P29-41. schadebepaling. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2010 (rapportnr. INBO.R.2009.56). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Agisoft LLC. Agisoft Metashape User Manuals. Agisoft LLC; St. Petersburg, Russia: 2021. Available online: <http://www.agisoft.com/>
- Ayers, C.R., Deperno, C.S., Moorman, C.E., Yelverton, F.H., 2010. Canada goose weed dispersal and nutrient loading in turfgrass systems. *Appl. Turfgrass Sci.*,7(1), 1-6. <https://doi.org/10.1094/ATS-2010-0212-02-RS>.
- Bakker, E. S., Veen, C. G. F., ter Heerdt, G. J. N., Huig, N., & Sarneel, J. M. (2018). High Grazing Pressure of Geese Threatens Conservation and Restoration of Reed Belts. *FRONTIERS IN PLANT SCIENCE*, 9, 1649. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01649>
- Baveco, J. M., Kuipers, H., & Nolet, B. A. (2011). A large-scale multi-species spatial depletion model for overwintering waterfowl. *Ecological Modelling*, 222(20–22), 3773–3784. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.09.012>
- Bergjord Olsen, A. K., Bjerke, J. W., & Tombre, I. M. (2017). Yield reductions in agricultural grasslands in Norway after springtime grazing by pink-footed geese. *Journal of Applied Ecology*, 54, 1836–1846
- BIJ12. 22 augustus 2024. Schadecijfers. <https://www.bij12.nl/onderwerp/faunaschade/schadecijfers/>
- Bjerke, J.W., Bergjord, A.K., Tombre, I.M., Madsen, J., 2014. Reduced dairy grassland yields in mid-Norway after a single springtime grazing event by pink-footed geese. *Grass Forage Sci.* 69, 129–139. <https://doi.org/10.1111/gfs.12045>
- Bjerke J.W., Tombre I.M., Hanssen M., Olsen A.K.B., 2021. Springtime grazing by Arctic-breeding geese reduces first- and second-harvest yields on sub-Arctic agricultural grasslands. *Sci Total Environ.* 2021 Nov 1;793:148619. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.148619. Epub 2021 Jun 22. PMID: 34182443.
- Borra-Serrano, I., De Swaef, T., Muylle, H., Nuyttens, D., Vangeyte, J., Mertens, K., et al. (2019). Canopy height measurements and non-destructive biomass estimation of *Lolium perenne* swards using UAV imagery. *Grass Forage Sci.* 74, 356–369. doi: 10.1111/gfs.12439
- Buitendijk, N. H. (2023). Geese grazing grasslands: Managing the impact of geese on agricultural grassland. PhD thesis. Universiteit van Amsterdam. 189 p.
- Burgess PJ, Giannitsopoulos ML, Richter GM, Topp CFE, Bell M, Takahashi T, Ingram J 2020. Modelling Grass Growth with LINGRA-N-Plus: Teaching Guide. Cranfield University, July 2020. 23 pp.

Bracke, J., Reubens, B., Tuytens, F., De Haas, E., Pardon, P., Van Vooren, L., Nelissen, V., Decroos, T., & Van Grembergen, D., 2020. Meerwaarde creëren in de biologische landbouw door duurzame combinaties van plantaardige teelten met uitloop voor pluimvee: Eindrapport project LEGCOMBIO (2017-2020). (ILVO MEDEDELING 266).

Buitendijk, N. H. (2023). Geese grazing grasslands: Managing the impact of geese on agricultural grassland. PhD thesis, Universiteit van Amsterdam, 189p.

Cougnon, M. & Reheul, D. (2019). Welke grasmat voor Brussels Airport?. Eindrapport. UGent, Melle. 39 pp.

Creighton, P., Gilliland, T. J., Delaby, L., Kennedy, E., Boland, T. M., & O'Donovan, M. (2012). Effect of *Lolium perenne* sward density on productivity under simulated and actual cattle grazing. *Grass and Forage Science*, 67, 526–534. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2012.00872.x>

Durant, D., Fritz, H., Blais, S., & Duncan, P. (2003). The functional response in three species of herbivorous Anatidae: Effects of sward height, body mass and bill size. *Journal of Animal Ecology*, 72(2), 220–231. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2003.00689.x>

Düttmann, H., Kruckenberg, H., Bünte, R., Delingat, J., Emke, D., Garlichs, M., Korner, P., Kowallik, C., Lauenstein, G., Südbeck, P., & Bairlein, F. (2023). Grazing effects of wintering geese on grassland yield: A long-term study from Northwest Germany. *Journal of Applied Ecology*, 60, 421-432

Farmer, J.A., Webb, E.B., Pierce, R.A., Bradley, K.W., 2017. Evaluating the potential for weed seed dispersal based on waterfowl consumption and seed viability. *Pest Manag. Sci.* 73, 2592–2603. <https://doi.org/10.1002/ps.4710>.

Frankow-Lindberg, B.E. (2012) Grassland plant species diversity decreases invasion by increasing resource use. *Oecologia*, 169, 793–802.

Fox, A., Kristiansen, J., Stroud, D. *et al.* The effects of simulated spring goose grazing on the growth rate and protein content of *Phleum pratense* leaves. *Oecologia* 116, 154–159 (1998). <https://doi.org/10.1007/s004420050574>

Fox, A., Madsen, J., 2017. Threatened species to super-abundance: the unexpected international implications of successful goose conservation. *Ambio* 46, S179–S187. <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0878-2>.

Geopunt. 22 augustus 2024. Digitale bodemkaart van het Vlaams Gewest: bodemtypes. <https://www.geopunt.be/>

Giannitsopoulos, M. L., Burgess, P. J., Bell, M. J., Richter, G. M., Topp, C. F. E., Ingram, J., & Takahashi, T. (2023). Translating and applying a simulation model to enhance understanding of grassland management. *Grass and Forage Science*, 78(1), 50–63. <https://doi.org/10.1111/gfs.12584>

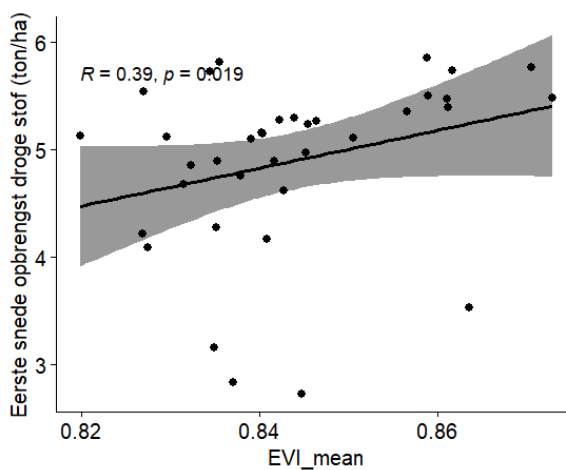
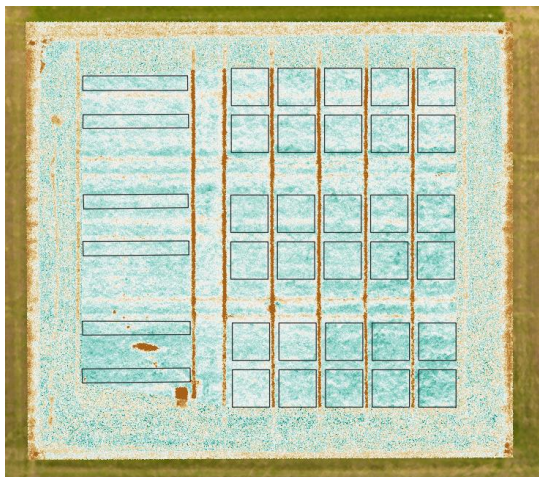
Grace C, Boland TM, Sheridan H, Brennan E, Fritch R, Lynch MB. The effect of grazing versus cutting on dry matter production of multispecies and perennial ryegrass-only swards. *Grass Forage Sci.* 2019;00:1–13. <https://doi.org/10.1111/gfs.12440>

- Groot Bruinderink, W.T.A. (1989) The impact of wild geese visiting improved grasslands in the Netherlands. *Journal of Applied Ecology*, 26, 131–146.
- Heikkinen, M., 2017. The domestication history of the European goose. A genomic perspective. PhD thesis, University of Oulu, 50p.
- Huysentruyt F., Van Moer K., Adriaens T., 2022. Testing the efficacy of different Larson trap designs for trapping Egyptian geese (*Alopochen aegyptiacus* L.) in Flanders (northern Belgium). *Management of Biological Invasions* 13(2): 391–405.
<https://doi.org/10.3391/mbi.2022.13.2.08>
- Huysentruyt F., Verschelde P., Van Daele T., Casaer J., Neukermans A. & Adriaens T., 2020a. Management options for a resident Barnacle Goose (*Branta leucopsis*) population in Flanders. *Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020*.). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: doi.org/10.21436/inbor.17611440
- Huysentruyt F., Verschelde P., Van Daele T., Casaer J., Neukermans A. & Adriaens T., 2020b. Populatieontwikkeling van in Vlaanderen broedende Brandganzen onder verschillende beheersscenario's. *Natuur.oriolus*, 86, 51-60.
- Latour, J.B., Pot, M., Stahi. J., 2019. Effecten van verjaging op vraatschade door ganzen in Fryslân. A&W-rapport 2571. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.& Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen. 89 pp.
- Kozak, J., 2019. Variations of geese under domestication. *World's Poult. Sci. J.*, 75: 247-260.
- Pix4D SA Pix4Dmapper. Lausanne: Pix4D SA. [(accessed on 30 August 2024)]. Available online: <https://www.pix4d.com/>
- QGIS.org, 2024. QGIS Geographic Information System. QGIS Association. <http://www.qgis.org>
- Tombre, I., Bjerke, J.W., Bergjord, A.K. & Hansen, M. (2015) Gasebeite og effekter for landbruksnæringen. County Governor of Nordland, Bodø. Bezocht: 19 augustus 2024. Beschikbaar op: <https://www.statsforvalteren.no/siteassets/fm-nordland/dokument-fmno/landbruk-og-mat-dokumenter/naringsutvikling-dokumenter/rapporteringprosjekt-gasebeite-og-effekter-for-landbruksnaringen.pdf>
- Van Gils B., Huysentruyt F., Casaer J., Devos K., De Vliegheer A. & Carlier L., 2010. Project Winterganzen 2008-2009: onderzoek naar objectieve schadebepaling. *Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2010* (rapportnr. INBO.R.2009.56). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. 87 pp.
- Vlaamse overheid. Bezocht: 22 augustus 2024. NATURA2000. <https://natura2000.vlaanderen.be/planten-en-dieren>
- Wolf J (2012). LINGRA-N: Simple generic model for simulation of grass growth under potential, water limited and N limited conditions. <https://models.pps.wur.nl/lingra-n-grassland-model-potential-water-limited-and-n-limited-conditions-fortran>

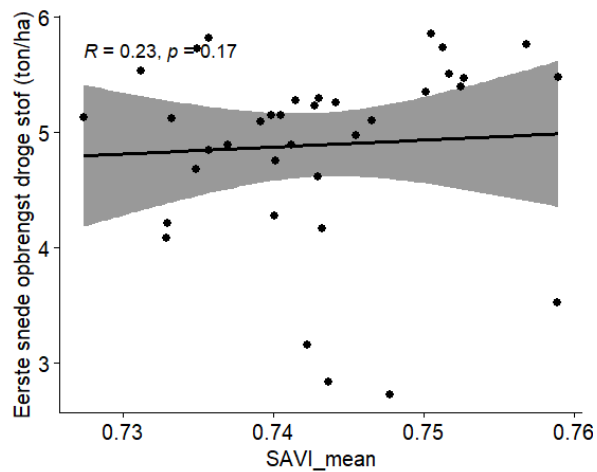
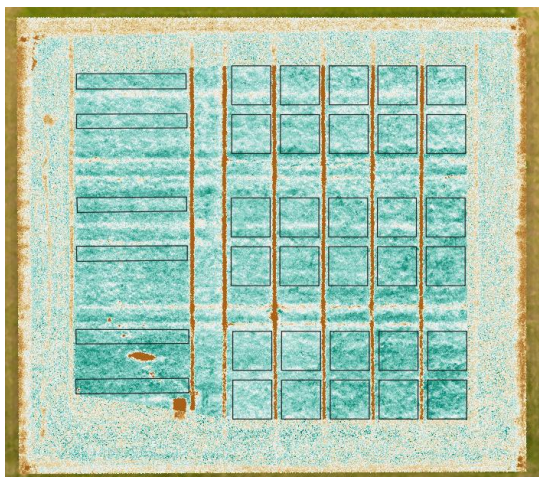
BIJLAGEN

Bijlage 1: Spearman's rank correlatie tussen de vegetatie indices afgeleid uit de 10 band MS UAV vlucht en de door proefvoorst gemeten opbrengst aan droge stof bij de eerste snede.

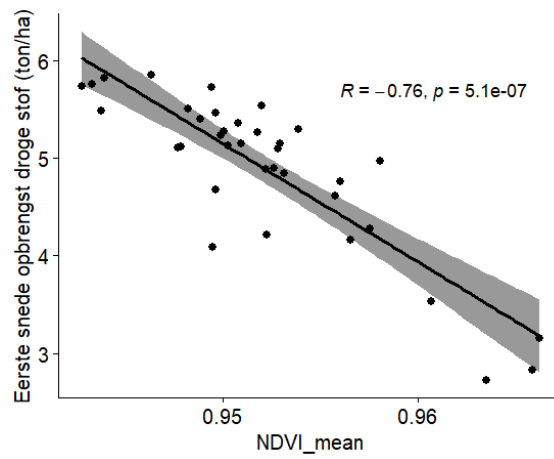
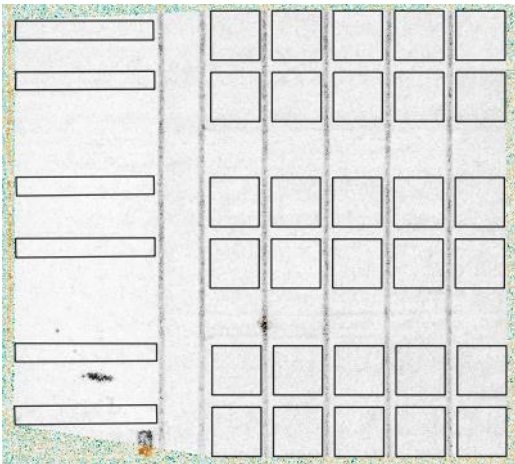
1.1 EVI_mean



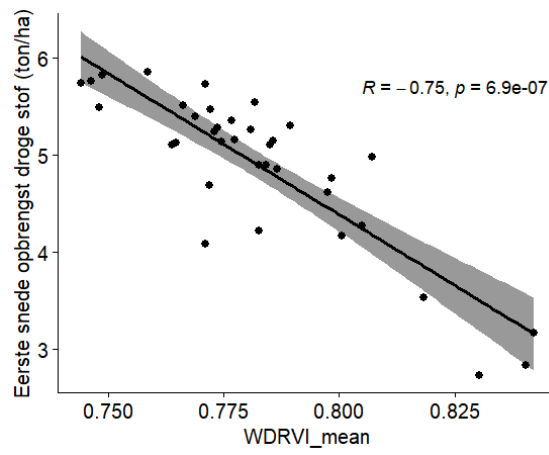
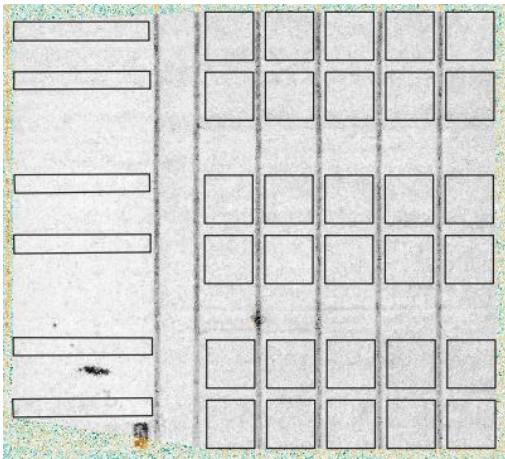
1.2 SAVI_mean



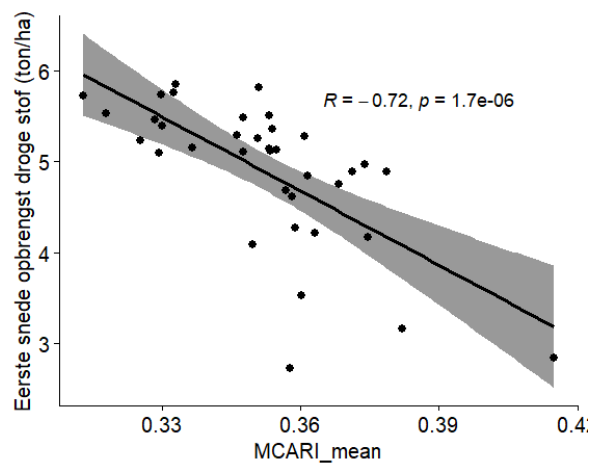
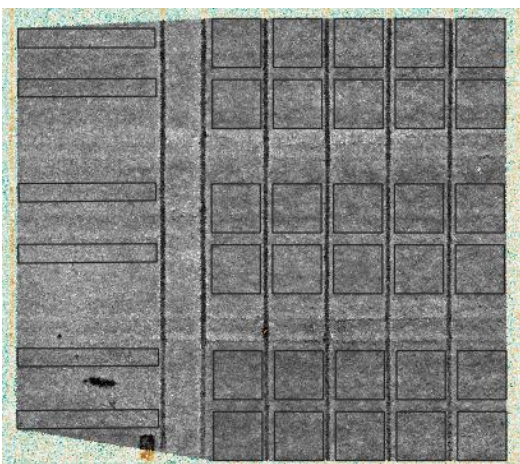
1.3 NDVI_mean



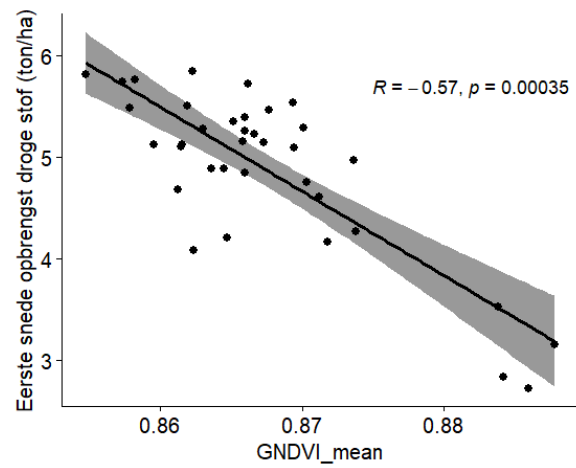
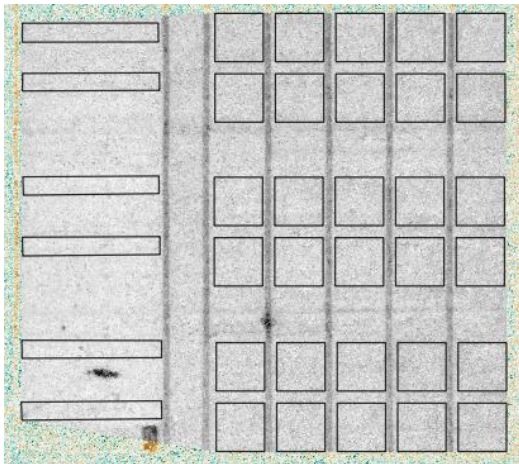
1.4 WDRVI_mean



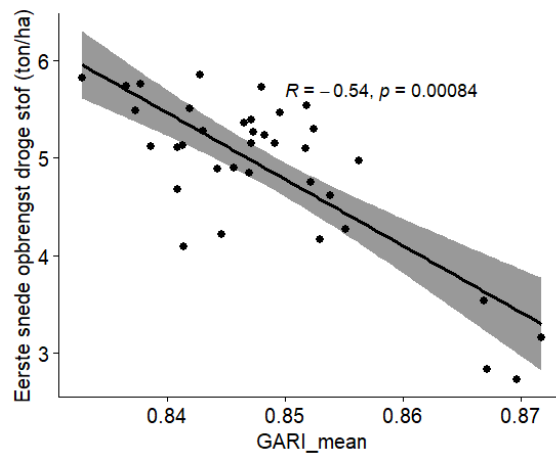
1.5 MCARI_mean



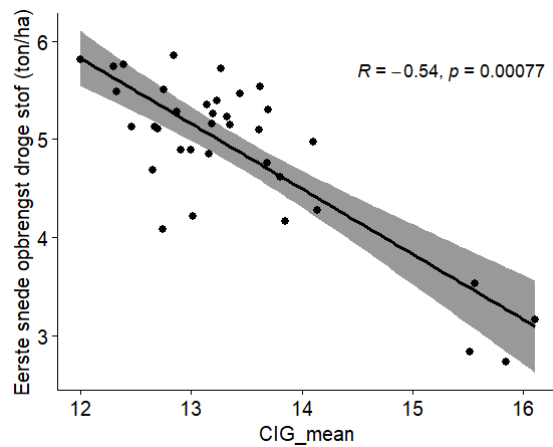
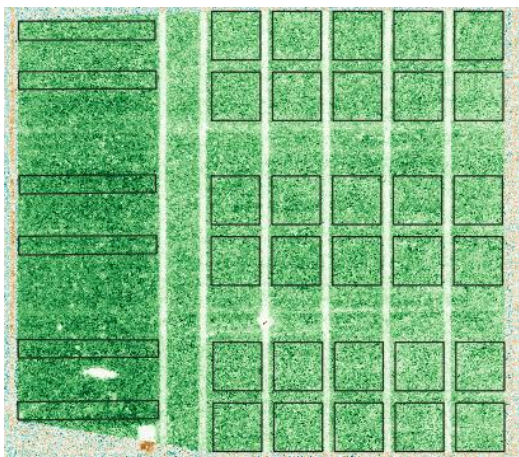
1.6 GNDVI_mean



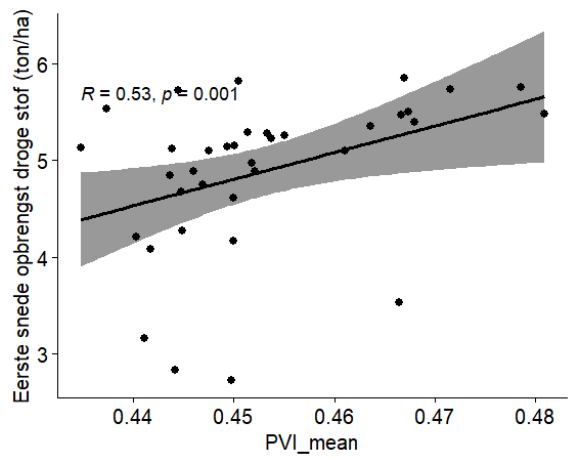
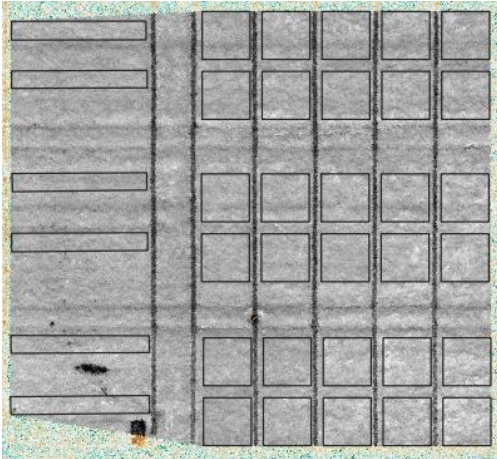
1.7 GARI_mean



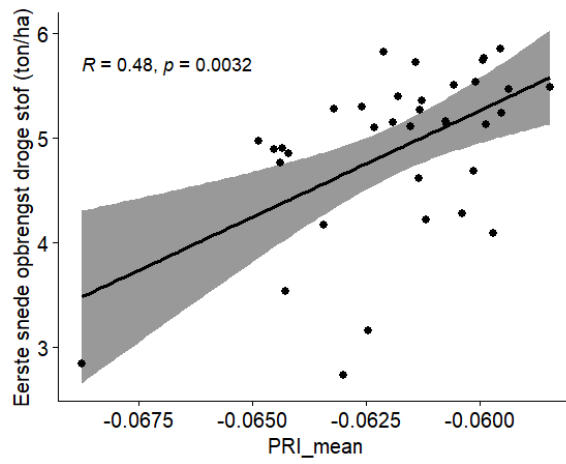
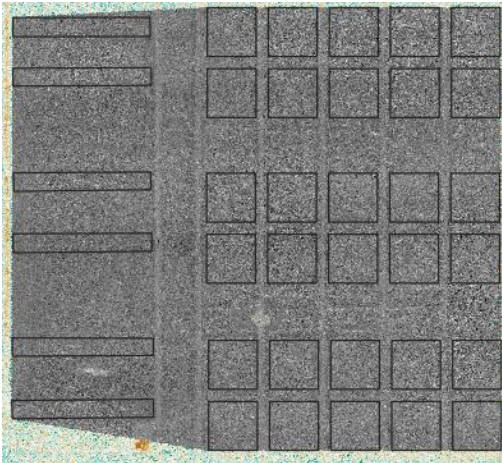
1.8 CIG_mean



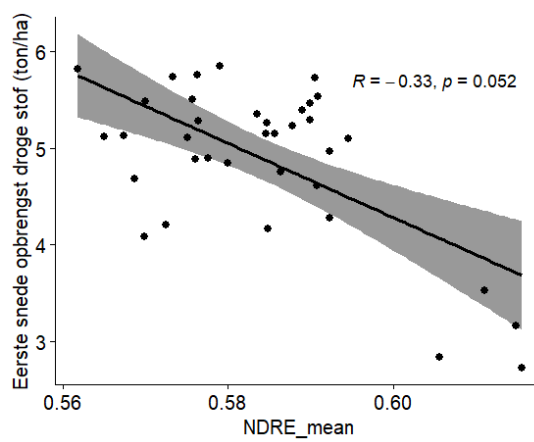
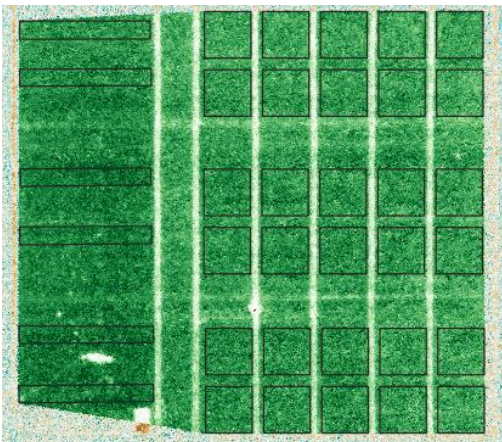
1.9 PVI_mean



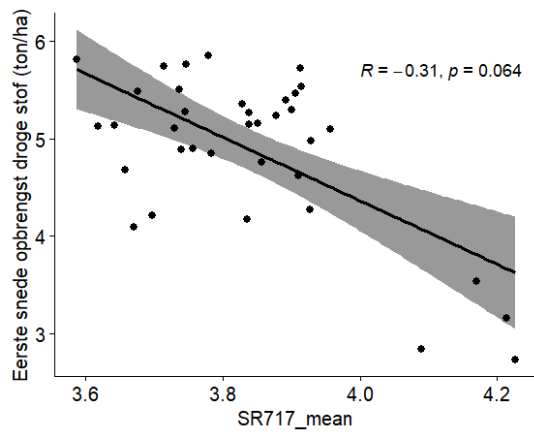
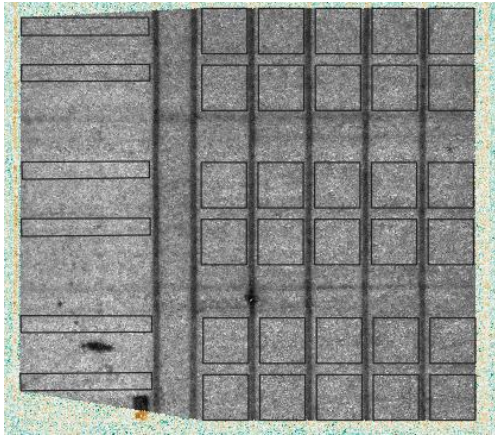
1.10 PRI_mean



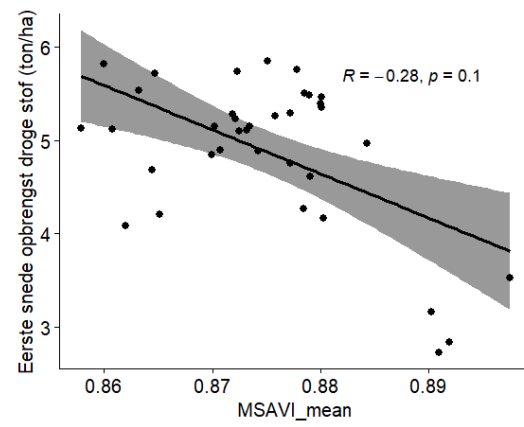
1.11 NDRE_mean



1.12 SR717_mean



1.13 MSAVI_mean





ILVO

Instituut voor Landbouw-,
Visserij- en Voedingsonderzoek

Burg. Van Gansberghelaan 92

9820 Merelbeke - België

T +32 9 272 25 00

ilvo@ilvo.vlaanderen.be

www.ilvo.vlaanderen.be