



Effectiviteit van maatwerkbeheer en een virtueel hekwerk op verkeersslachtoffers onder reeën

Edgar A. van der Grift, Dennis R. Lammertsma, Hugh A.H. Jansman, Nina Villing, Sander Moonen & Rob A. Smidt



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Effectiviteit van maatwerkbeheer en een virtueel hekwerk op verkeersslachtoffers onder reeën

Edgar A. van der Grift, Dennis R. Lammertsma, Hugh A.H. Jansman, Nina Villing, Sander Moonen & Rob A. Smidt

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research en gefinancierd door BIJ12. Cofinanciering is beschikbaar gesteld door de provincie Utrecht en de provincie Gelderland voor de uitvoering van diverse onderdelen van de twee praktijkproeven.

Wageningen Environmental Research
Wageningen, mei 2024

Gereviewd door:
G. van Duijvendijk, onderzoeker Dierecologie

Akkoord voor publicatie:
M. Kluivers-Poodt, teamleider van Dierecologie

Rapport 3343
ISSN 1566-7197

Van der Grift, E.A., D.R Lammertsma, H.A.H. Jansman, N. Villing, S. Moonen & R.A. Smidt, 2024. *Effectiviteit van maatwerkbeheer en een virtueel hekwerk op verkeersslachtoffers onder reeën*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3343. 98 blz.; 60 fig.; 22 tab.; 35 ref.

In opdracht van BIJ12 zijn twee praktijkproeven uitgevoerd waarin de functionaliteit is onderzocht van maatwerkbeheer en een virtueel hekwerk in het reduceren van het aantal aanrijdingen met reeën op verkeerswegen. Maatwerkbeheer bestaat uit het lokaal verkleinen van de populatiegrootte door afschot van dieren in relatief smalle zones aan weerszijden van de weg. Een virtueel hekwerk bestaat uit een reeks sensoren in de wegbermen die geactiveerd worden door de koplampen van naderende voertuigen, waarna richting de berm en het achterland een geluids- en lichtsignaal wordt geproduceerd dat dieren moet afschrikken om de weg over te steken. Voor beide maatregelen geldt dat in dit onderzoek geen significante afname in het aantal aanrijdingen met reeën is aangetoond. En terwijl een virtueel hekwerk praktisch goed te implementeren is, blijkt maatwerkbeheer moeilijk uitvoerbaar.

Two practical tests were carried out on behalf of BIJ12 in which the functionality was investigated of tailor-made population management and a virtual fence in reducing the number of collisions with roe deer on roads. Tailor-made population management consists of locally reducing the population size by culling animals in relatively narrow zones on both sides of the road. A virtual fence consists of a series of sensors on the roadside that are activated by the headlights of approaching vehicles, after which a sound and light signal is produced towards the roadside and the hinterland to deter animals from crossing the road. For both measures, this study did not demonstrate a significant decrease in the number of collisions with deer. And while a virtual fence is practically easy to implement, population management proves difficult to carry out.

Trefwoorden: versnippering, ontsnippering, mitigatie, aanrijding, faunaslachtoffer, verkeersslachtoffers, valwild, infrastructuur, maatwerkbeheer, virtueel hekwerk, ree, *Capreolus capreolus*

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/653399> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2024 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001.

Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport 3343 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: © Soru Epotok / Shutterstock

Foto's binnenwerk: © E.A. van der Grift / Wageningen University & Research

Inhoud

Verantwoording	5
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Achtergrond	11
1.2 Onderzochte maatregelen	12
1.2.1 Maatwerkbeheer	12
1.2.2 Virtueel hekwerk	13
1.3 Doel van het onderzoek	14
1.4 Onderzoeksvragen	15
2 Methoden	16
2.1 Toetsing van hypothesen	16
2.2 Studieopzet	17
2.3 Selectie onderzoeklocaties	18
2.4 Bepalen studieduur	21
2.5 Implementatie mitigerende maatregelen	22
2.6 Verzamelen gegevens	25
2.6.1 Monitoring slachtoffers van aanrijdingen	25
2.6.2 Monitoring activiteit op en langs de weg	26
2.6.3 Monitoring relatieve dichtheden en activiteit in de omgeving	30
2.6.4 Monitoring landgebruik	32
2.6.5 Monitoring verkeersintensiteit	33
2.7 Analyse gegevens	33
2.7.1 Effect op het aantal aanrijdingen	33
2.7.2 Effect op activiteit in de wegberm en op de weg	33
2.7.3 Effect op relatieve dichtheden en activiteit in de omgeving	35
2.8 Evaluatie praktische uitvoerbaarheid	36
3 Resultaten	37
3.1 Toetsing hypothesen maatwerkbeheer	37
3.2 Praktische uitvoerbaarheid maatwerkbeheer	43
3.3 Toetsing hypothesen virtueel hekwerk	45
3.4 Praktische uitvoerbaarheid virtueel hekwerk	51
3.5 Veranderingen in landgebruik	52
3.6 Veranderingen in verkeersintensiteit	52
4 Discussie	53
4.1 Praktijkproef maatwerkbeheer	53
4.2 Praktijkproef virtueel hekwerk	54
4.3 Veranderingen in landgebruik	56
4.4 Veranderingen in verkeersintensiteit	57
5 Conclusies	58
Dankwoord	59
Literatuur	61

Bijlage 1	Lengte sporenbedden	63
Bijlage 2	Ligging sporenbedden	64
Bijlage 3	Inventarisaties sporenbedden	73
Bijlage 4	Locaties cameravallen	75
Bijlage 5	Aantal meetdagen cameravallen	84
Bijlage 6	Landgebruik	88
Bijlage 7	Verkeersintensiteiten	96

Verantwoording

Rapport: 3343

Projectnummer: 5200045838 / 5200045349

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: onderzoeker Dierecologie

naam: G. van Duijvendijk

datum: 18 maart 2024

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: M. Kluivers-Poodt

datum: 27 maart 2024

Woord vooraf

Voor u ligt een rapport waarin onderzocht is of de maatregelen maatwerkbeheer en virtueel hekwerk bijdragen aan de vermindering van verkeersslachtoffers onder reeën.

De populatie reeën in Nederland neemt al jaren toe. Vereniging Het Ree meldt een schatting uit 2023 van 135.000 dieren. De jagersvereniging meldt op haar website dat er rond 1950 ongeveer 5.000 dieren waren. Deze groei in aantallen en de toename van het verkeer zorgen voor meer verkeersslachtoffers. De stichting Wildaanrijdingen Nederland schat deze op ongeveer 10.000 per jaar. Dit rapport onderzoekt twee uiteenlopende methodes om deze aanrijdingen te verminderen. Enerzijds is gekeken of maatwerkbeheer uitkomst kan bieden, anderzijds is een virtueel hekwerk onderzocht om verkeersslachtoffers onder reeën te voorkomen. Beide ideeën zijn tevoren verkend op haalbaarheid en beide zijn als kansrijk beoordeeld. De effectiviteit van beide maatregelen kon echter niet aangetoond worden, om uiteenlopende redenen. Deze uitslag zal door menigeen als onbevredigend worden gezien, en natuurlijk is het jammer dat het onderzoek niet het verwachte resultaat opgeleverd heeft. Het doel van wetenschappelijk onderzoek is uitzoeken wat je niet weet. De uitkomst kan verrassen of tegenvallen. Zolang de gevolgde methode goed is, is dit onderzoek te beschouwen als een waardevolle bijdrage aan de kennisontwikkeling rondom onze omgang met wilde dieren, in dit geval het ree.

Dank aan hoofdonderzoeker Edgar van der Grift en zijn team voor dit onderzoek. Speciale dank aan de provincies Utrecht en Gelderland die tijdens het onderzoek aanvullende financiering beschikbaar gesteld hebben. Ook bedank ik hier namens de twaalf provincies de leden van de begeleidingsgroep en de klankbordgroep die met hun waardevolle inbreng bijgedragen hebben aan de totstandkoming van dit rapport.

Dirk Keuper
Coördinator Onderzoek Faunazaken
BIJ12

Samenvatting

Reeën zijn veelvuldig slachtoffer van aanrijdingen in het verkeer. In de afgelopen decennia zijn er diverse maatregelen genomen om het aantal aanrijdingen met reeën terug te dringen. De effecten van de meeste maatregelen zijn echter niet onderzocht. Daarbij komt dat voor de wel onderzochte maatregelen geldt dat het aantal studies beperkt is, de studieopzet vaak niet toelaat om causale verbanden tussen de maatregel en het aantal aanrijdingen te leggen en/of de (statistische) analyse en rapportage van het onderzoek gebrekkig zijn. Voorliggend rapport presenteert de resultaten van twee praktijkproeven waarin de functionaliteit van twee maatregelen – maatwerkbeheer en een virtueel hekwerk – is onderzocht. Maatwerkbeheer bestaat uit het lokaal verkleinen van de populatiegrootte door afschot van dieren in relatief smalle zones aan weerszijden van de weg. Een virtueel hekwerk bestaat uit een reeks sensoren in de wegbermen die geactiveerd worden door de koplampen van naderende voertuigen, waarna richting de berm en het achterland een geluids- en lichtsignaal wordt geproduceerd dat dieren moet afschrikken om de weg over te steken.

Het doel van het onderzoek is tweeledig. Een eerste doel is om te bepalen of de geselecteerde maatregelen – maatwerkbeheer en virtueel hekwerk – effect hebben op het aantal aanrijdingen met reeën op verkeerswegen en zo ja, vast te stellen hoe groot dat effect is. Een tweede doel is om de praktische uitvoerbaarheid van beide maatregelen te evalueren. Beide doelen zijn erop gericht om beter onderbouwde beslissingen te kunnen nemen over de implementatie van genoemde maatregelen. Voor beide praktijkproeven is een BACI-studieopzet gebruikt met metingen vóór (*Before*) en na (*After*) het nemen van mitigerende maatregelen op zowel de plek waar de maatregelen genomen worden (*Impact*-plek) als op een plek waar geen maatregelen worden genomen (*Control*-plek). Per maatregel zijn twee onderzoeklocaties gebruikt. Gegevens van faunaslachtoffers zijn verkregen via de reguliere registraties van aanrijdingen met fauna. De (veranderingen in) activiteit van reeën in de wegbermen is gemeten met behulp van sporenbedden en in de omliggende natuurgebieden met behulp van cameravallen.

Er is geen significante afname in het aantal aanrijdingen met reeën aangetoond als gevolg van het maatwerkbeheer. Er zijn geen veranderingen gevonden in het aantal keer dat reeën de weg oversteken, het aantal keer dat reeën de wegberm bezoeken, de loopafstand die reeën in de wegberm afleggen of de loopsnelheid waarmee reeën de wegberm passeren. Het maatwerkbeheer heeft niet geleid tot een afname in activiteit van reeën, een later tijdstip waarop reeën actief worden of een afname in activiteit bij daglicht in de zones waar het maatwerkbeheer is uitgevoerd. Er is geen significante afname in het aantal aanrijdingen met reeën aangetoond als gevolg van het virtuele hekwerk. Er zijn ook geen veranderingen gevonden in het aantal keer dat reeën de weg oversteken en het aantal keer dat reeën de wegberm bezoeken. Wat betreft de loopafstand die reeën in de wegberm afleggen, is er een verschil tussen de onderzoeklocaties: op de ene locatie neemt de loopafstand af, op de andere neemt de loopafstand juist toe. Wat betreft de loopsnelheid waarmee reeën de wegberm passeren, is sprake van een afname. Het virtuele hekwerk heeft niet geleid tot een afname in activiteit van reeën in de gebieden langs de weg. Datzelfde geldt voor het aantal waarnemingen bij daglicht. Wat betreft het gemiddelde tijdstip waarop reeën actief worden, is er op de ene onderzoeklocatie geen effect waargenomen, maar op de andere onderzoeklocatie werden de dieren later actief.

Voor zowel maatwerkbeheer als een virtueel hekwerk is sprake van een niet-significante daling in het aantal aanrijdingen met reeën na implementatie van de maatregelen. Om vast te stellen of er sprake is van een reëel effect – dat hier wellicht buiten de statistische detectielimieten lag – zijn meer meetjaren nodig. Hierbij moet er rekening mee worden gehouden dat bij de dieren gewenning aan een maatregel kan optreden, waardoor na enige jaren een eventueel reëel effect weer verdwijnt.

Maatwerkbeheer blijkt praktisch moeilijk uitvoerbaar. Voor beide onderzoeklocaties geldt dat het gewenste jaarlijkse afschot niet is behaald. Het behaalde afschot was op de ene onderzoeklocatie in het tweede meetjaar zelfs minder dan de helft van het gewenste afschot; op de andere onderzoeklocatie gold dat voor

beide meetjaren. Maatwerkbeheer vraagt een forse inspanning van de jagers en is daarom niet lang vol te houden. Het niet behalen van het gewenste afschot maakt ook dat met de proef niet het effect is gemeten van de hier gedefinieerde vorm van maatwerkbeheer. Een virtueel hekwerk blijkt praktisch goed uitvoerbaar. Voor beide onderzoeklocaties geldt dat het percentage verlies aan sensoren door diefstal of beschadiging beperkt was. Dat geldt ook voor meldingen van omwonenden die last hadden van het geluid. Dergelijke bezwaren kunnen daarbij meestal goed verholpen worden door een andere geluidsfrequentie in te stellen of het geluid van enkele sensoren nabij woonhuizen uit te zetten. Een virtueel hekwerk vraagt wel om regelmatige inspecties en onderhoud.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Reeën (*Capreolus capreolus*) zijn veelvuldig slachtoffer van aanrijdingen in het verkeer. Van der Grift et al. (2018) stelden vast dat in de periode 2016-2017 in Nederland gemiddeld meer dan 6.300 reeën per jaar als slachtoffer van een aanrijding op verkeerswegen zijn geregistreerd. Het werkelijke aantal slachtoffers ligt naar verwachting hoger. Niet alle aangereden dieren worden immers geregistreerd, bijvoorbeeld omdat ze niet worden gevonden. Stichting Wildaanrijdingen Nederland schat dat jaarlijks meer dan 10.000 reeën omkomen in het verkeer (SWN, 2024). In sommige provincies is het aantal geregistreerde aanrijdingen de laatste jaren min of meer stabiel, zoals in Gelderland en Utrecht. In andere provincies, zoals Noord-Brabant en Overijssel, is daarentegen sprake van een positieve trend: het aantal geregistreerde aanrijdingen neemt nog jaarlijks toe (Van der Grift et al., 2018).

In de afgelopen decennia zijn er diverse maatregelen genomen om het aantal aanrijdingen met reeën terug te dringen. Daartoe behoren maatregelen die de dieren de toegang tot de weg moeten belemmeren, maatregelen die de dieren moeten afschrikken om de weg te betreden, maatregelen die gericht zijn op de weggebruiker, maatregelen die het terreingebruik van de dieren moeten beïnvloeden en maatregelen die gericht zijn op het reduceren van het aantal dieren of de dichtheid van de populaties. Van der Grift et al. (2018) identificeerden op basis van de literatuur uit binnen- en buitenland negentien typen mitigerende maatregelen die aanrijdingen met reeën moeten reduceren. Twaalf van deze typen zijn in Nederland toegepast. Hiervan zijn er zes die veelvuldig zijn geïmplementeerd, i.e. (1) de aanleg van ree-kerende rasters, (2) de aanleg van ree-kerende rasters in combinatie met een faunapassage, (3) de plaatsing van wildspiegels en reflectoren, (4) de plaatsing van statische waarschuwingsborden, (5) het verlagen van de rijsnelheid en (6) een verlaging van de stand door afschot in het gehele omliggende leefgebied. De overige zes maatregelen zijn slechts incidenteel of als proefproject geïmplementeerd, i.e. (7) plaatsing van een virtueel hekwerk, (8) plaatsing van een faunadetectiesysteem dat weggebruikers waarschuwt voor de aanwezigheid van dieren in de berm, (9) het vergroten van het zicht voor bestuurders, (10) de afsluiting van een weg voor gemotoriseerd verkeer, (11) het verminderen van de aantrekkelijkheid van de wegberm voor de dieren en (12) een verlaging van de stand door afschot in relatief smalle zones langs de weg.

Kennis over de effectiviteit van al deze maatregelen, dus de mate waarin het aantal aanrijdingen met reeën afneemt na toepassing van een maatregel, is beperkt (Van der Grift et al., 2018). De effecten van de meeste maatregelen zijn niet onderzocht. Daarbij komt dat voor de wel onderzochte maatregelen geldt dat het aantal studies (zeer) beperkt is, de studieopzet vaak niet toelaat om causale verbanden tussen de maatregel en het aantal aanrijdingen te leggen en/of de (statistische) analyse en rapportage van het onderzoek gebrekkig is (Van der Grift et al., 2018; zie ook Van der Grift et al., 2017; Smulders et al., 2021). Dit maakt dat er voor de meeste maatregelen geen onderbouwde uitspraken kunnen worden gedaan over hun werking. Uitzonderingen vormen wildspiegels/-reflectoren, wilddetectiesystemen en faunarasters. Deze typen maatregelen zijn relatief goed onderzocht, wat het mogelijk maakt om meer onderbouwde conclusies te trekken wat betreft hun effectiviteit in het terugdringen van aanrijdingen. Uit dit onderzoek blijkt dat wildspiegels/-reflectoren geen of nauwelijks effect blijken te hebben (o.a. Brieger et al., 2017; Bente et al., 2018a). Wilddetectiesystemen en faunarasters, in combinatie met faunapassages, hebben dat wel (o.a. Druta & Alden, 2020; Gagnon et al., 2015). De grootte van het effect varieert per studie, van enkele tientallen procenten tot honderd procent reductie in het aantal slachtoffers, afhankelijk van het ontwerp van de maatregel en de lokale situatie (Van der Grift, 2022). Rytwinski et al. (2016) ontdekten via een meta-analyse op basis van vijftig studies dat de combinatie van rasters en faunapassages leidde tot een vermindering van gemiddeld 83% van het aantal slachtoffers onder grote zoogdieren. Zij vonden geen effect op het aantal faunaslachtoffers bij situaties waar wel faunapassages, maar geen rasters waren geïnstalleerd. Wilddetectiesystemen bleken het aantal faunaslachtoffers onder grote zoogdieren gemiddeld met 57% te verminderen.

Behalve voor de drie hierboven genoemde maatregelen, tasten we grotendeels dus in het duister als het gaat om de effectiviteit van de maatregelen die in ons land zijn genomen om aanrijdingen met reeën tegen te gaan. Dat is ongewenst, aangezien hierdoor de kans bestaat dat er maatregelen genomen worden die geen effect hebben, waardoor reeën verkeerslachtoffer blijven worden en de verkeersveiligheid niet toeneemt. Ook vanuit economisch perspectief is het onwenselijk als er wordt geïnvesteerd in maatregelen die niet of onvoldoende werken. Meer kennis over de functionaliteit van de diverse maatregelen kan dit voorkomen. In dit kader heeft BII12 aan Wageningen Environmental Research gevraagd om een prioriteitenlijst op te stellen voor het uitvoeren van een of meer praktijkproeven (Van der Grift et al., 2018). Hierbij zijn de diverse mitigerende maatregelen gerangschikt op basis van een multi-criteria-analyse waarin diverse aspecten zijn gewogen wat betreft de verwachte effectiviteit en praktische uitvoerbaarheid. De verkenning resulteerde in een lijst met tien maatregelen die als geschikt werden bevonden voor een praktijkproef. De geschikt bevonden maatregelen waren als volgt gerangschikt: (1) virtueel hekwerk, (2) vergroten zicht bestuurders/verminderen aantrekkelijkheid wegberm (bermbeheer), (3) verlagen van de stand door afschot in het gehele omliggende leefgebied, (4) verlagen rijnsnelheid, (5) (lokaal) verlagen van de dichtheid door afschot in de zones die grenzen aan de weg, (6) wildspiegels en reflectoren, (7) rasters, (8) dynamische waarschuwborden in combinatie met een faunadetectiesysteem, (9) waarschuwingmeldingen via navigatiesysteem, (10) vergroten aantrekkelijkheid gebieden die niet direct grenzen aan de weg.

Op grond van deze uitkomsten, voorstellen van de begeleidingsgroep voor het door WENR uitgevoerde onderzoek en adviezen van de Commissie Onderzoek van BII12-Faunazaken, heeft de IPO werkgroep Natuurwetgeving advies uitgebracht aan de Ambtelijke Adviescommissie Vitaal Platteland van het IPO. Dit advies bestond uit de aanbeveling om een praktijkproef uit te voeren naar de effecten van zogenoemd 'maatwerkbeheer', i.e. afschot van reeën in de zones die grenzen aan de weg, en de haalbaarheid te verkennen van een vergelijkbare proef waarin de effecten van een virtueel hekwerk kunnen worden bepaald. De Ambtelijke Adviescommissie Vitaal Platteland heeft dit advies overgenomen. WENR heeft vervolgens vastgesteld dat een onderzoek naar de werking van een virtueel hekwerk haalbaar is en op welke wijze een dergelijk onderzoek vormgegeven kan worden. Op basis hiervan is besloten om beide praktijkproeven uit te voeren. Dit rapport bevat de resultaten van deze praktijkproeven.

1.2 Onderzochte maatregelen

1.2.1 Maatwerkbeheer

Maatwerkbeheer bestaat uit het verkleinen van de populatiegrootte door afschot van dieren in relatief smalle zones aan weerszijden van de weg. Men denkt daarbij meestal aan zones met een breedte van 100 tot 1000 m. Deze maatregel is in de praktijk vooral voorgesteld voor plekken waar relatief veel dieren worden aangereden ('hotspots'). Hierbij is het streven de populatiedichtheid alleen lokaal, in de directe omgeving van de weg, te verlagen en daarmee de kans dat dieren de weg oversteken en worden aangereden. Een ander principe dat bij deze vorm van afschot mogelijk een rol speelt, is het creëren van een gebied rond de weg dat door de dieren wordt gevreesd – ook wel een 'landscape of fear' genoemd. Een verhoogde jachtdruk kan er immers toe leiden dat de dieren het gebied gaan associëren met gevaar en als gevolg daarvan het gebied gaan mijden.

In Nederland is de maatregel al op meerdere plaatsen toegepast. Hoewel in de meeste faunabeheerplannen primair wordt ingestoken op populatiebeheer van reeën binnen het gehele leefgebied, is in een aantal faunabeheerplannen daarnaast ook maatwerkbeheer als beheermaatregel genoemd. Zo geven de provincies Drenthe, Flevoland, Gelderland, Limburg en Utrecht aan dat het afschot van reeën niet alleen vlakdekkend dient plaats te vinden, maar daarnaast ook langs wegen met relatief veel aanrijdingen (Van der Grift et al., 2018). Voor sommige terreinbeherende instanties, zoals Natuurmonumenten, wordt de maatregel zelfs gezien als mogelijk alternatief voor afschot in het hele leefgebied (Van Belle & Spek, 2007). Vereniging Het Reewild heeft de lokale verlaging van de aantallen rond plekken waar relatief veel dieren worden aangereden, opgenomen in haar *Richtlijn Reeënbeheer* (VHR, 2015). De aanbeveling hierbij is om vooral bokkalveren, jaarlingen en geiten te schieten. Territoriale bokken schieten langs wegen werkt volgens de vereniging veelal contraproductief. Dit zorgt er volgens de vereniging voor dat territoria vrijkomen die dan wellicht worden ingenomen door jonge bokken die weinig of geen ervaring hebben met de weg en hierdoor

een grotere kans hebben om verkeersslachtoffer te worden. Deze opvatting wordt gedeeld door andere praktijkdeskundigen, zoals terrein- en wegbeheerders (Van der Grift et al., 2018).

In Nederland is er vooralsnog geen onderzoek gedaan naar de effecten van maatwerkbeheer op aanrijdingen met reeën. Positieve dan wel negatieve beoordelingen van de aanpak zijn dan ook vooral gebaseerd op indrukken en ervaringen van individuele beheerders. De veronderstelde effecten zijn dan meestal niet gekwantificeerd en causaliteit is niet aangetoond. Daarbij geldt voor maatwerkbeheer dat er duidelijke 'voorstanders' en 'tegenstanders' lijken te zijn. De voorstanders zijn van mening dat bij een zorgvuldig uitgevoerd maatwerkbeheer de aantallen rond wegen daadwerkelijk kunnen worden teruggebracht door een combinatie van afschot en het door de jachtdruk creëren van een 'landscape of fear', waardoor reeën het gebied gaan mijden. De tegenstanders zijn van mening dat afschot van dieren rond wegen snel zal leiden tot een instroom van nieuwe (jonge) dieren die de leeggevallen plekken opvullen. Ook verwachten zij dat dergelijk afschot de populatieopbouw van reeën verstoort, wat kan leiden tot een verhoogde aanwas op een plek waar je dat juist niet wilt.

Ook buiten Nederland is de effectiviteit van maatwerkbeheer in het terugdringen van aanrijdingen met reeën niet onderzocht. Er is wel een recente studie naar het effect van dergelijk beheer op het aantal aanrijdingen met witstaartherten (*Odocoileus virginianus*) (Kilgo et al., 2020). In dit onderzoek is maatwerkbeheer toegepast rondom vier verkeerswegen in het buitengebied van South Carolina in de Verenigde Staten. Gemiddeld werden er tijdens de proef jaarlijks vijf witstaartherten per kilometer weg geschoten. Het onderzoek duurde zeven jaar. Na afschot in het voorjaar nam het aantal aanrijdingen met witstaartherten significant af. Na afschot in de herfst gebeurde dat niet. Op jaarbasis was er een negatieve trend in het aantal aanrijdingen te zien. Ten opzichte van het aantal aanrijdingen vóór de start van de proef, was er sprake van een afname in aanrijdingen van circa 40% op jaarbasis en circa 50% in het voorjaar. De onderzoekers concludeerden dat afschot langs wegen in dunbevolkte gebieden een hulpmiddel kan zijn om aanrijdingen met herten te verminderen en nuttig kan zijn in gebieden waar populatiebeheer via algemeen afschot niet praktisch of wenselijk is.

1.2.2 Virtueel hekwerk

Een virtueel hekwerk bestaat uit een reeks sensoren in de wegbermen die geactiveerd worden door de koplampen van naderende voertuigen, waarna richting de berm en het achterland een geluids- en lichtsignaal wordt geproduceerd. Als het voertuig is gepasseerd, doven alle signalen weer uit. Het idee hierachter is dat dieren die in de wegberm staan en de weg willen oversteken, door de optische en akoestische signalen worden gewaarschuwd voor naderend verkeer en dan besluiten om niet over te steken en/of de wegberm te verlaten. De verwachting is dat de dieren de oversteek wel weer maken nadat de signalen zijn gedoofd, zodat er geen absolute barrière ontstaat.

In Nederland is deze maatregel op drie plekken in de provincie Gelderland toegepast: langs de N787, N795 en N302. Het betrof op al deze plekken een pilotproject, bedoeld om een indruk te krijgen van het effect van een virtueel hekwerk op het aantal aanrijdingen met hoefdieren, waaronder reeën, en ervaring op te doen met de implementatie van een dergelijk systeem (O. van de Veer, provincie Gelderland, persoonlijke communicatie). Het op deze plekken gebruikte virtuele hekwerk is ontwikkeld en geproduceerd door het bedrijf IPTE Traffic Solutions, Oostenrijk (zie: www.ipte.at). Er is geen onderzoeksrapport verschenen voor deze pilotprojecten. Bij een vergelijking tussen het aantal aanrijdingen met reeën in de maanden april-juli in 2013 met die in dezelfde maanden in 2016, is 10% reductie gemeten over alle plekken samen: van tien slachtoffers vóór naar negen slachtoffers na installatie van het virtuele hekwerk. Dit verschil is statistisch niet significant en de proefopzet laat het ook niet toe om causaliteit aan te tonen.

Ook buiten Nederland is vooralsnog geen wetenschappelijk onderzoek gepubliceerd waarin de effecten van een virtueel hekwerk op aanrijdingen met reeën of andere hoefdieren zijn onderzocht. Op basis van een vijfjarige studie in Oostenrijk (2004-2009), waar dertig wegtrajecten zijn betrokken, claimt de producent een gemiddelde reductie in het aantal aanrijdingen van 85% (bron: www.ipte.at; Schalk, 2009). Moser (2007) rapporteert het effect van een IPTE-virtueel hekwerk op tien locaties in Oostenrijk. Het aantal aanrijdingen met middelgrote tot grote zoogdieren werd geteld vóór (2000-2002) en na (2003-2009) de installatie van het systeem. Over alle soorten samen, inclusief ree, werd een reductie van bijna 94% in het aantal

aanrijdingen gemeten. In een recente brochure van IPTE wordt een reductie in aanrijdingen tot 95% geclaimd. Opgemerkt moet worden dat al deze claims niet te verifiëren zijn. Hoewel een rapportage van de vijfjarige studie was voorzien in 2011, is deze vooralsnog niet verschenen. Ook de (deel)studie van Moser (2007) ontbeert een gedetailleerde beschrijving van studieopzet, methoden, statistische analyses en bevindingen.

Buiten hoefdieren zijn er over virtuele hekwerken recentelijk twee effectstudies gepubliceerd. Beide studies zijn uitgevoerd in Tasmanië. Fox et al. (2019) onderzochten het effect van een virtueel hekwerk van IPTE op aanrijdingen met diverse soorten middelgrote zoogdieren. Het onderzoek richtte zich op een 13 km lange kustweg. Tijdens een vier maanden durende monitoring van faunaslachtoffers stelden de onderzoekers vast dat het aantal aanrijdingen met zoogdieren min of meer gelijk was verdeeld over de totale weg. Na die 'nulmeting' is ruim 5 km van de weg, in twee fasen, voorzien van een virtueel hekwerk van IPTE. Na de aanleg van dit hekwerk zijn de faunaslachtoffers opnieuw geteld op zowel de wegtrajecten mét als zonder virtueel hekwerk. Voor alle soorten samen vonden zij significant (50%) minder aanrijdingen op het wegtraject met een virtueel hekwerk. De opzet van deze studie en de conclusies die Fox et al. trekken, zijn in twijfel getrokken door Coulson & Bender (2019), die wijzen op acht methodologische tekortkomingen. Fox & Potts (2019) hebben hier weer op gereageerd, een aantal aspecten van de studie verduidelijkt en de methodologische bezwaren getracht te weerleggen. Zij laten zien dat het bezwaar van een te lage nauwkeurigheid van de geolocaties van de faunaslachtoffers ongegrond is. Datzelfde geldt voor de bezwaren die waren geuit over de gebruikte statistische tests. Ze motiveren ook dat verschillen in aantallen slachtoffers tussen seizoenen de resultaten naar verwachting maar beperkt beïnvloed hebben. Coulson & Bender werpen ook op dat habituatie, dus gewenning aan de maatregel, geen aandacht heeft gekregen in de studie. De onderzoekers benadrukken dat langetermijnhabituatie inderdaad buiten de scope van de studie lag, maar dat in de jaren van onderzoek in ieder geval geen tekenen van habituatie zijn waargenomen. Zij erkennen dat de duur van de studie beperkt is en het slechts één onderzoeksgebied betreft. In dit verband concluderen zij dan ook dat meer onderzoek nodig is, op andere wegen en voor langere perioden, om inzicht te verwerven in de potenties van een virtueel hekwerk in het terugdringen van aanrijdingen met fauna (Fox & Potts, 2019).

Englefield et al. (2019) monitorde, eveneens in Tasmanië, faunaslachtoffers onder middelgrote zoogdieren op een 4,5 km lang wegtraject waarlangs een virtueel hekwerk van IPTE was geïnstalleerd. Secties van het virtuele hekwerk werden aan- of uitgezet, op basis van een vooraf bepaald schema. Tellingen van faunaslachtoffers vonden dagelijks plaats voor de duur van 126 dagen. In totaal werden 174 faunaslachtoffers geteld. De meeste slachtoffers betroffen Bennett's wallaby (*Notamacropus rufogriseus*), roodbuikpademelon (*Thylogale billardierii*) en gewone borstelstaartbuidelrat (*Trichosurus vulpecula*). Voor deze drie soorten werd – met toepassing van diverse analysetechnieken – geen significante reductie in het aantal aanrijdingen gevonden als gevolg van het virtuele hekwerk. De voor deze drie soorten verkregen reducties, variërend van 13 tot 32%, laten de vraag open of er een werkelijk maar bescheiden effect is dat buiten de statistische detectielimieten lag.

1.3 Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is tweeledig. Een eerste doel is om te bepalen of de geselecteerde maatregelen – maatwerkbeheer en virtueel hekwerk – effect hebben op het aantal aanrijdingen met reeën op verkeerswegen en zo ja, vast te stellen hoe groot dat effect is. Een tweede doel is om de praktische uitvoerbaarheid van beide maatregelen te evalueren. Beide doelen zijn erop gericht om beter onderbouwde beslissingen te kunnen nemen over de implementatie van genoemde maatregelen.

1.4 Onderzoeksvragen

Op basis van bovenstaande doelen van het onderzoek zijn vijftien onderzoeksvragen geformuleerd.

Onderzoeksvragen die gericht zijn op het effect van de maatregelen:

1. Wat is het effect van de maatregel op de activiteit van reeën in de gebieden die grenzen aan de weg?
2. Wat is het effect van de maatregel op de activiteit van reeën in de wegbermen?
3. Wat is het effect van de maatregel op de frequentie waarmee reeën de weg oversteken?
4. Wat is het effect van de maatregel op het aantal aanrijdingen met reeën?

Onderzoeksvragen die gericht zijn op de praktische uitvoerbaarheid van het maatwerkbeheer:

5. Hoeveel dieren zijn er geschoten in het kader van het maatwerkbeheer?
6. Hoe was dit afschot verdeeld over de maanden van het jaar?
7. Welke inspanning was er nodig van jagers om tot dit afschot te komen?
8. Welke knelpunten zijn door de jagers ervaren bij de uitvoering van het maatwerkbeheer?
9. Zijn er factoren aan te wijzen die de uitvoerbaarheid van maatwerkbeheer vergroten?

Onderzoeksvragen die gericht zijn op de praktische uitvoerbaarheid van een virtueel hekwerk:

10. Hoeveel uitval van sensoren is er geweest door diefstal?
11. Hoeveel uitval van sensoren is er geweest door vandalisme?
12. Hoeveel uitval van sensoren is er geweest door beschadiging?
13. Hoeveel klachten van omwonenden zijn er binnengekomen naar aanleiding van het virtueel hekwerk?
14. Wat was de aard van eventuele klachten en op welke wijze zijn de bezwaren weggenomen?
15. Zijn er factoren aan te wijzen die de uitvoerbaarheid van een virtueel hekwerk vergroten?

2 Methoden

2.1 Toetsing van hypothesen

Het onderzoek richt zich op het toetsen van een set vooraf opgestelde hypothesen. Deze hypothesen verschillen per onderzochte maatregel en zijn gebaseerd op de veronderstelde werking van de betreffende maatregel (zie paragraaf 1.2). Als het onderzoek ertoe leidt dat een hypothese niet kan worden verworpen, betekent dit dat er een effect van de maatregel is aangetoond dat overeenkomt met de verwachtingen.

Maatwerkbeheer

De maatregel is erop gericht om lokaal – in relatief smalle zones langs de weg – de populatiedichtheid door afschot te verlagen. Dit zou ertoe moeten leiden dat er minder reeën in deze zones verblijven, zij minder vaak de berm bezoeken of de weg oversteken en als gevolg daarvan het aantal aanrijdingen in het verkeer afneemt. De uitvoering van de maatregel, het veelvuldig jagen in genoemde zones, kan tegelijkertijd leiden tot een 'landscape of fear', waardoor (1) de dieren de zones, inclusief de weg en berm, gaan mijden, (2) hier minder tijd gaan doorbrengen door gerichtere bewegingen en een snellere tred en/of (3) het tijdstip van activiteit gaan aanpassen (meer in de nacht, minder bij daglicht). Op basis van beide aspecten – een lokale reductie in aantallen door afschot en de mogelijke vorming van een 'landscape of fear' waardoor dieren de zones langs de weg gaan mijden/anders gaan gebruiken –, zijn de volgende hypothesen geformuleerd:

1. Maatwerkbeheer leidt tot een significante afname in de relatieve dichtheid van reeën in de zones waar dit beheer wordt uitgevoerd.
2. Maatwerkbeheer leidt tot een significant later tijdstip waarop reeën actief worden in de zones waar dit beheer wordt uitgevoerd.
3. Maatwerkbeheer leidt tot een significante afname in activiteit van reeën bij daglicht in de zones waar dit beheer wordt uitgevoerd.
4. Maatwerkbeheer leidt tot een significante afname in het aantal keer dat reeën de wegberm bezoeken.
5. Maatwerkbeheer leidt tot een significante afname in de loopafstand die reeën in de wegberm afleggen.
6. Maatwerkbeheer leidt tot een significante toename in de loopsnelheid waarmee reeën de wegberm passeren.
7. Maatwerkbeheer leidt tot een significante afname in het aantal keer dat reeën de weg oversteken.
8. Maatwerkbeheer leidt tot een significante afname in het aantal registraties van reeën als faunaslachtoffer.

Virtueel hekwerk

De maatregel is erop gericht om reeën die op de weg of in de wegberm staan op te schrikken op het moment dat er een voertuig nadert, waardoor ze de weg en wegberm (snel) verlaten. Omdat de optische en akoestische signalen stoppen als het verkeer is gepasseerd, is de verwachting dat er geen (absolute) barrière ontstaat en de mate van uitwisseling tussen de leefgebieden aan weerszijden van de weg niet afneemt. Mogelijk leiden de ervaringen met de signalen van een virtueel hekwerk wel tot gewijzigd gedrag van reeën in de wegbermen, zoals gerichtere bewegingen en een hogere loopsnelheid. Op basis van deze achtergrond zijn de volgende hypothesen geformuleerd:

1. Een virtueel hekwerk leidt niet tot een significante afname in de relatieve dichtheid van reeën in de gebieden die grenzen aan de weg.
2. Een virtueel hekwerk leidt niet tot een significant later tijdstip waarop reeën actief worden in de gebieden die grenzen aan de weg.
3. Een virtueel hekwerk leidt niet tot een significante afname in activiteit van reeën bij daglicht in de gebieden die grenzen aan de weg.
4. Een virtueel hekwerk leidt niet tot een significante afname in het aantal keer dat reeën de wegberm bezoeken.
5. Een virtueel hekwerk leidt tot een significante afname in de loopafstand die reeën in de wegberm afleggen.

-
6. Een virtueel hekwerk leidt tot een significante toename in de loopsnelheid waarmee reeën de wegberm passeren.
 7. Een virtueel hekwerk leidt niet tot een significante afname in het aantal keer dat reeën de weg oversteken.
 8. Een virtueel hekwerk leidt tot een significante afname in het aantal registraties van reeën als faunaslachtoffer.

2.2 Studieopzet

Voor beide praktijkproeven is een BACI-studieopzet gebruikt. BACI staat voor *Before-After-Control-Impact*. Dit verwijst naar een proefopzet met metingen vóór (*Before*) en na (*After*) het nemen van mitigerende maatregelen op zowel de plek waar de maatregelen genomen worden (*Impact*-plek) als op een plek waar geen maatregelen worden genomen (*Control*-plek). De BACI-studieopzet is de geschiktste methode om causale verbanden te leggen tussen een maatregel en een gemeten effect (Van der Grift et al., 2013). De *Control*-plek maakt het immers mogelijk om eventuele andere oorzaken, die buiten de scope van het onderzoek liggen, voor een gemeten effect uit te sluiten of om hiervoor te corrigeren (Roedenbeck et al., 2007).

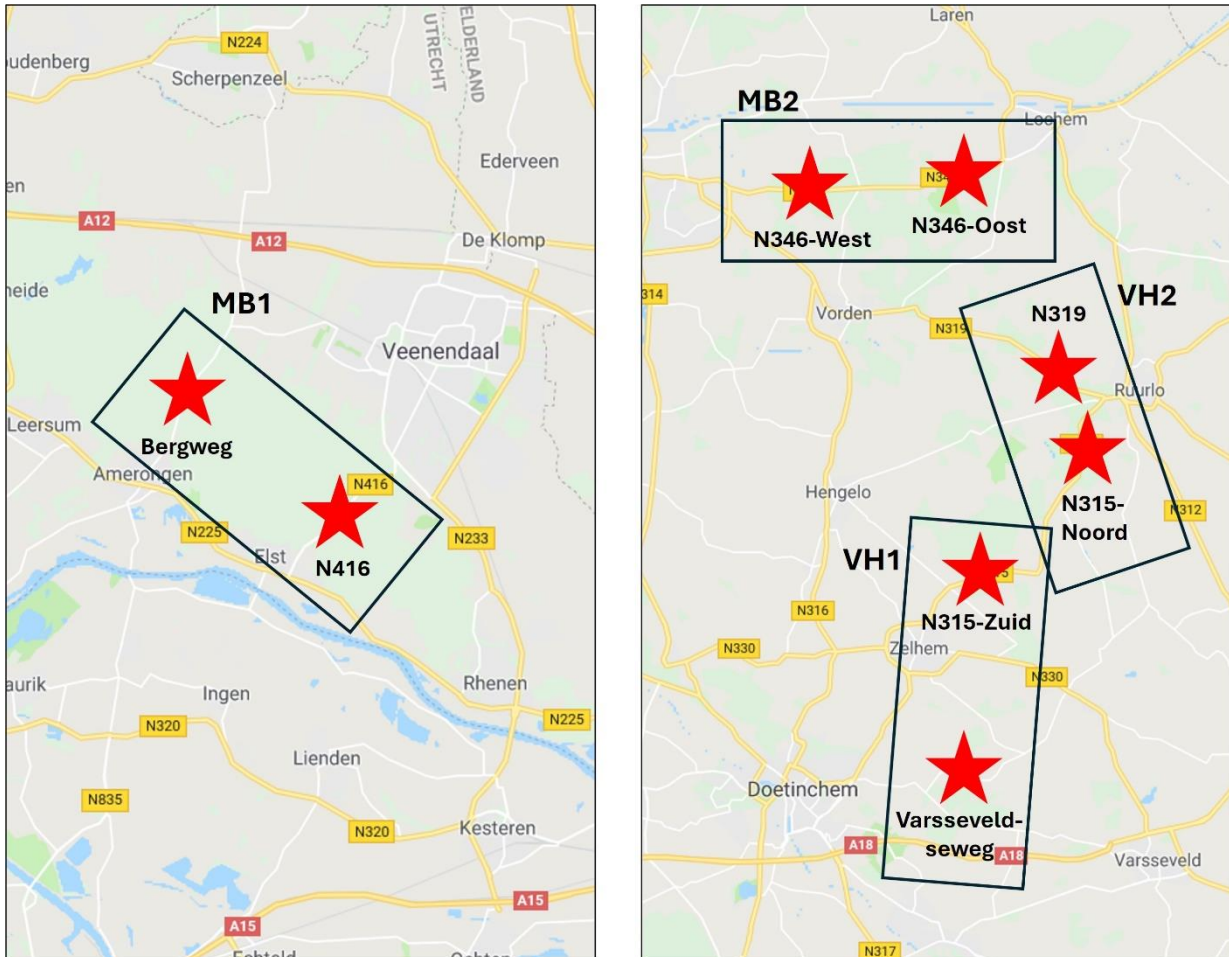
Voor zowel de proef met maatwerkbeheer als de proef met een virtueel hekwerk zijn twee *Impact*-plekken en twee bijbehorende *Control*-plekken geselecteerd. Wat betreft de verkenning van een effect van de maatregelen op het aantal aanrijdingen met reeën is hiervoor gekozen om een grotere steekproef te hebben, waardoor de kans op het vaststellen van een werkelijk effect toeneemt. In de verkenning van veranderingen in het aantal aanrijdingen *Before* en *After* genoemde maatregelen zijn genomen, nemen we de metingen van beide *Impact*- en *Control*-plekken dan ook samen. De metingen van activiteit van reeën op de weg, in de wegbermen en in de zones langs de weg vormen een voldoende grote steekproef per plek (zie ook paragraaf 2.5). Voor de analyse van een effect van de maatregelen op deze activiteit beperken we ons dus steeds tot de metingen van één *Impact*- en één *Control*-plek. In dit geval is dus sprake van een 'herhaalde' proef – een 'replicated BACI' – met als doel om beter onderbouwde conclusies te kunnen trekken over de effecten van de maatregelen.

Wat betreft aanrijdingen met reeën besloeg de *Before*-meting veertien jaar (2007-2020). De duur van de *After*-meting van deze meetvariabele is bepaald op basis van een power-analyse (zie paragraaf 2.4) en besloeg twee jaar (2021-2022). Hoewel er al tellingen van aanrijdingen met reeën van vóór 2007 zijn, zijn deze jaren buiten de *Before*-meting gehouden, omdat deze tellingen niet op alle geselecteerde wegtrajecten compleet waren (zie paragraaf 2.3). Wat betreft het oversteken van de weg door reeën en activiteit van reeën in de wegbermen en in de gebieden die grenzen aan de weg, besloeg de *Before*-meting twee jaar (2019-2020). De duur van de *After*-meting van deze meetvariabele is bepaald op basis van een poweranalyse (zie paragraaf 2.4) en besloeg eveneens twee jaar (2021-2022).

Na identificatie van twee voor de proef geschikt geachte wegtrajecten is door loting bepaald wat de *Impact*- en wat de *Control*-plek is. In een enkel geval is hiervan afgeweken naar aanleiding van bezwaren van de terreineigenaar om maatwerkbeheer uit te voeren (zie paragraaf 2.3). *Impact*- en *Control*-plek liggen altijd op relatief korte afstand van elkaar, variërend van 1 tot 7 kilometer, in een min of meer vergelijkbaar landschap. Getracht is om voor de *Impact*- en *Control*-plek twee secties op dezelfde verkeersweg te vinden, omdat hiermee verschillen in wegontwerp en verkeersintensiteit kunnen worden geminimaliseerd. Waar dit niet mogelijk was, zijn secties op twee verschillende wegen in dezelfde regio geselecteerd (zie paragraaf 2.3).

2.3 Selectie onderzoeklocaties

Een onderzoeklocatie is hier gedefinieerd als een set van twee wegtrajecten, i.e. een combinatie van een *Impact*-plek en een *Control*-plek. Voor de proef met maatwerkbeheer zijn twee onderzoeklocaties aangewezen, die in het navolgende MB1 en MB2 worden genoemd. Voor de proef met het virtuele hekwerk zijn eveneens twee onderzoeklocaties aangewezen, die in het navolgende VH1 en VH2 worden genoemd. Figuur 2.1 geeft de ligging van de onderzoeklocaties en geselecteerde wegtrajecten.



Figuur 2.1 De ligging van de onderzoeklocaties MB1, MB2, VH1 en VH2 en de geselecteerde wegtrajecten in de provincie Utrecht (links) en provincie Gelderland (rechts).

Maatwerkbeheer

Voor de proef met maatwerkbeheer zijn voor de selectie van geschikte wegtrajecten de volgende criteria gebruikt:

1. Het is een wegtraject op een N-weg of lokale weg met een lengte van 3 km waar gemiddeld minimaal vier reeën per jaar zijn aangereden in de periode 2012-2016.
2. Er zijn voornamelijk nog geen mitigerende maatregelen op het wegtraject genomen, zoals de aanleg van een eoduct.
3. Er zijn geen mitigerende maatregelen op het wegtraject gepland die tijdens de looptijd van het onderzoek worden uitgevoerd.
4. Het aantal woonhuizen, tuinen en erven langs de weg is beperkt.
5. De twee wegtrajecten van een onderzoeklocatie liggen in dezelfde regio en in een vergelijkbaar landschap.
6. De wegbeheerder gaat akkoord met de gekozen proefopzet.
7. De Faunabeheereenheden, Wildbeheereenheden en jachthouders van de gebieden rond de wegtrajecten willen meewerken aan een proef met maatwerkbeheer.

Op basis hiervan zijn voor onderzoeklocatie MB1 een wegtraject op de N416 en de Bergweg in de provincie Utrecht geselecteerd. Beide wegen doorsnijden het bosgebied van de zuidelijke Utrechtse Heuvelrug. Voor onderzoeklocatie MB2 zijn twee wegtrajecten op de N346 in de provincie Gelderland geselecteerd. Eén nabij Lochem en één nabij Zutphen, in het navolgende aangeduid met respectievelijk N346-Oost en N346-West. Het landschap rond deze twee wegtrajecten is min of meer vergelijkbaar met een mix van bos, akker- en grasland.

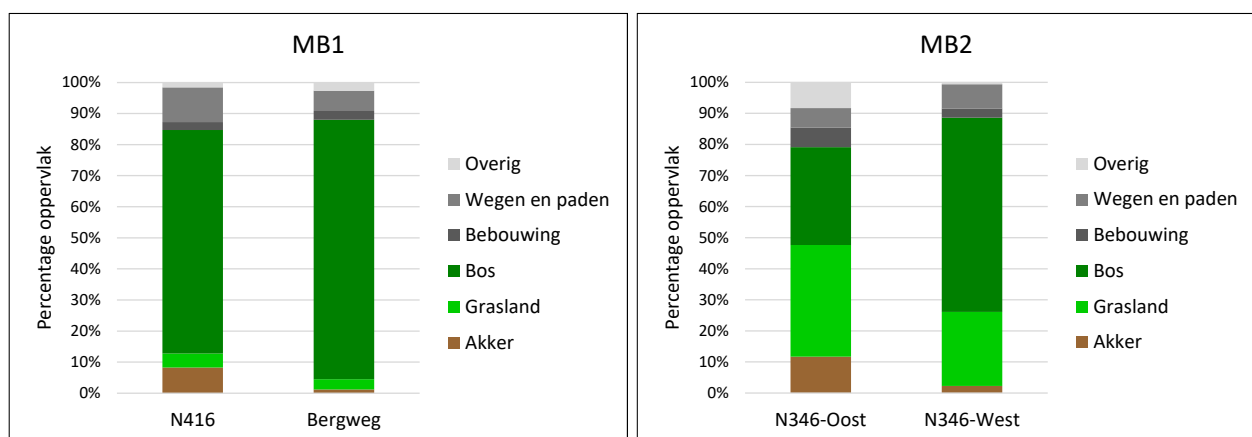
De provincie Utrecht is de wegbeheerder van de N416. De provincie Gelderland is de wegbeheerder van de N346. De gemeente Utrechtse Heuvelrug is de wegbeheerder van de Bergweg. Onderzoeklocatie MB1 valt binnen het werkgebied van de Faunabeheereenheid Utrecht en Wildbeheereenheid Kromme Rijn. Onderzoeklocatie MB2 valt binnen het werkgebied van de Faunabeheereenheid Gelderland en de Wildbeheereenheden Lochem en IJssel-Oost. Natuurmonumenten, de jachthouder van de gebieden rond het wegtraject N346-West, gaf aan om alleen als *Control*-plek deel te willen nemen. Dit maakte het wegtraject N346-Oost automatisch tot *Impact*-plek.

Tabel 2.1 presenteert de kenmerken van de onderzoeklocaties voor de proef met maatwerkbeheer. Figuur 2.2 toont het landgebruik rond de geselecteerde wegen in 2019, tot een afstand van 250 m aan weerszijden van de weg.

Tabel 2.1 Kenmerken van de onderzoeklocaties die zijn geselecteerd voor de proef met maatwerkbeheer. N = het gemiddelde aantal geregistreeerde aanrijdingen met reeën op het betreffende wegtraject per jaar over de periode 2012-2016.

Onderzoeklocatie	Naam wegtraject	Lengte (km)	Ligging	Type plek	Maximaal toegestane rijsnelheid (km/uur)	Gemiddeld aantal voertuigen per weekdag*	N
MB1	N416	3	hm 0.5-3.5	Impact	80	~7.700	4,8
	Bergweg	3	Amerongen-Overberg	Control	60	~3.200	5,6
MB2	N346-Oost	3	hm 10.6-13.6	Impact	80	~9.400	5,2
	N346-West	3	hm 6.5-9.5	Control	80	~9.200	4,0

* Op basis van tellingen in 2018 [bronnen: Provincie Utrecht (N416); Gemeente Heuvelrug (Bergweg); Provincie Gelderland (N346)].



Figuur 2.2 Per onderzoeklocatie voor de proef met maatwerkbeheer de procentuele verdeling van de oppervlakten landgebruik per wegtraject tot een afstand van 250 m vanaf de weg in 2019.¹ De N416 en N346-Oost zijn aangewezen als *Impact*-plek; de Bergweg en N346-West zijn *Control*-plek.

¹ Bronnen: Topografische kaart 1:10.000, Top10NL-2018; Nationaal Wegen Bestand (NWB) 2018; Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG); Basisregistratie Gewaspercelen (BRP) 2019; aangevuld op basis van een eigen kartering in het veld.

Virtueel hekwerk

Voor de proef met een virtueel hekwerk zijn voor de selectie van geschikte wegtrajecten de volgende criteria gebruikt:

1. Het is een wegtraject op een N-weg of lokale weg met een lengte van 3 km waar gemiddeld minimaal vier reeën per jaar zijn aangereden in de periode 2012-2016.
2. Er zijn voornamelijk geen mitigerende maatregelen op het wegtraject genomen, zoals de aanleg van een ecoduct.
3. Er zijn geen mitigerende maatregelen op het wegtraject gepland die tijdens de looptijd van het onderzoek worden uitgevoerd.
4. De wegtrajecten van een onderzoeklocatie liggen in dezelfde regio en in een vergelijkbaar landschap.
5. De wegbeheerder gaat akkoord met de plaatsing van een virtueel hekwerk en de gekozen proefopzet.

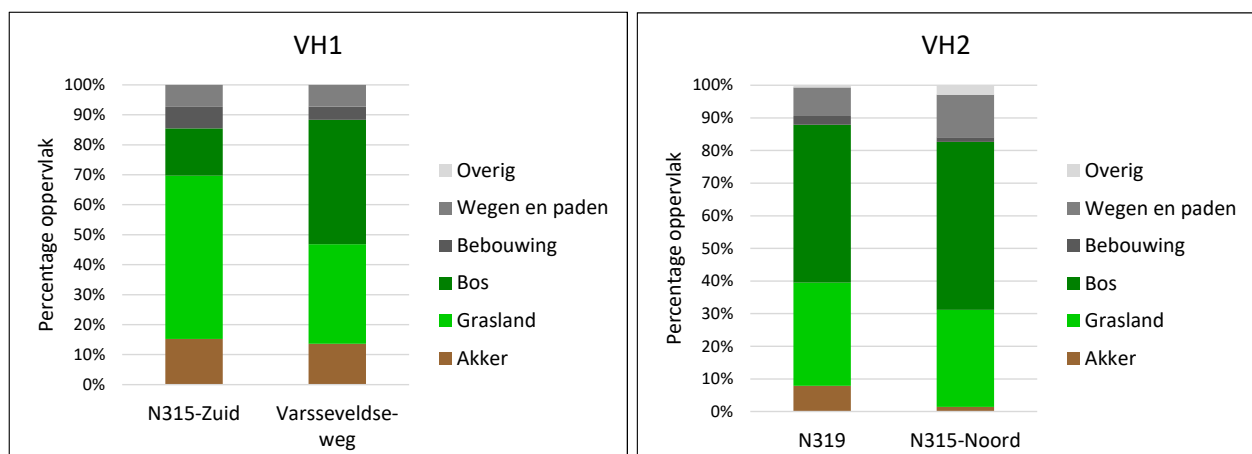
Op basis hiervan zijn voor onderzoeklocatie VH1 een wegtraject op de N315 – in het navolgende N315-Zuid genoemd – en de Varsseveldseweg geselecteerd. Beide wegtrajecten liggen in een landschap met een afwisseling van akkers, grasland en bos. Voor onderzoeklocatie VH2 is een wegtraject op de N315 – in het navolgende N315-Noord genoemd – en N319 geselecteerd. Beide wegtrajecten liggen in een landschap met vooral bos, naast kleine oppervlakten met grasland en akkers. Alle geselecteerde wegtrajecten liggen in de Achterhoek. De provincie Gelderland is de wegbeheerder van de N315 en N319. De gemeente Doetinchem is de wegbeheerder van de Varsseveldseweg.

Tabel 2.2 presenteert de kenmerken van de onderzoeklocaties voor de proef met een virtueel hekwerk. Figuur 2.3 toont het landgebruik rond de geselecteerde wegen in 2019, tot een afstand van 250 m aan weerszijden van de weg.

Tabel 2.2 Kenmerken van de onderzoeklocaties die zijn geselecteerd voor de proef met een virtueel hekwerk. N = het gemiddelde aantal geregistreerde aanrijdingen met reeën op het betreffende wegtraject per jaar over de periode 2012-2016.

Onderzoeklocatie	Naam wegtraject	Lengte (km)	Ligging	Type plek	Maximaal toegestane rijsnelheid (km/uur)	Gemiddeld aantal voertuigen per weekdag*	N
VH1	N315-Zuid	3	hm 12.8-15.5	Impact	80	~5.200	6,4
	Varsseveldseweg	3	Plakdijk-Pinnedijk	Control	60	~4.800	6,2
VH2	N319	3	hm 15.6-18.6	Impact	80	~5.100	6,0
	N315-Noord	3	hm 19.9-22.9	Control	80	~5.100	4,6

* Op basis van tellingen in 2018. [bronnen: Provincie Gelderland (N315, N319); Gemeente Doetinchem (Varsseveldseweg)].



Figuur 2.3 Per onderzoeklocatie voor de proef met een virtueel hekwerk de procentuele verdeling van de oppervlakten landgebruik per wegtraject tot een afstand van 250 m vanaf de weg in 2019.² De N315-Zuid en N319 zijn aangewezen als Impact-plek; de Varsseveldseweg en N315-Noord zijn Control-plek.

² Bronnen: Topografische kaart 1:10.000, Top10NL-2018; Nationaal Wegen Bestand (NWB) 2018; Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG); Basisregistratie Gewaspercelen (BRP) 2019; aangevuld op basis van een eigen kartering in het veld.

2.4 Bepalen studieduur

Wanneer een maatregel een groot effect heeft, dan is dat eerder aan te tonen dan wanneer er een marginaal effect is. Dit betekent in de praktijk dat voor kleine effecten veel meer onderzoeksinspanning moet worden geleverd. De vraag die hierbij dan ook beantwoord moet worden, is wat het minimale effect is dat men wil vaststellen. Zo kan het zijn dat men niet de ambitie heeft om een effect van 10 of 20% vast te stellen, wellicht omdat een dergelijk beperkt effect de maatregel niet interessant maakt om toe te passen. Er is in dit verband een poweranalyse uitgevoerd. Het doel van deze analyse was om vast te stellen hoe groot de kans is dat we een werkelijk effect op het aantal aanrijdingen met reeën kunnen meten, bij een variërend aantal meetjaren na de start van de mitigerende maatregelen. Hiervoor zijn de slachtoffergegevens gebruikt van 2007-2016 – dus een *Before*-meting van tien jaar – en is als uitgangspunt genomen dat de kans op het aantonen van een significant effect 80% is. Dit is voor beide maatregelen gedaan per onderzoeklocatie en voor de twee onderzoeklocaties samen, waarbij de slachtofferaantallen van de wegtrajecten bij elkaar zijn opgeteld. Tabel 2.3 geeft een overzicht van de uitkomsten.

De tabel laat zien dat na één meetjaar er 80% kans is om een reductie in aanrijdingen van minimaal 70% aan te tonen als de onderzoeklocaties worden gecombineerd, zowel voor de proef met maatwerkbeheer als die met een virtueel hekwerk. Na twee tot drie meetjaren is de verwachting dat een reductie van 50% kan worden aangetoond en na vier jaar een reductie van 40%. Daarentegen kan voor de onderzoeklocaties apart – ongeacht het type maatregel – na twee meetjaren slechts een reductie van minimaal 70% met een kans van 80% worden aangetoond. Het combineren van de onderzoeklocaties voor het verkennen van een effect op het aantal slachtoffers is dus efficiënter, want het vraagt minder *After*-meetjaren. In overleg met de opdrachtgever voor het onderzoek en een aantal stakeholders is bepaald dat we de studieduur hier afstemmen op het aantonen van minimaal een halvering van het aantal aanrijdingen. Dit betekent dat is gekozen voor twee jaren meten na de start van de mitigatie.

Tabel 2.3 Per scenario de minimale reductie in het aantal geregistreerde aanrijdingen met reeën die kan worden aangetoond bij een oplopend aantal meetjaren na de implementatie van de mitigerende maatregel, waarbij de kans op het aantonen van een significant effect 80% is.

Scenario	Aantal meetjaren na start mitigerende maatregel			
	1	2	3	4
Maatwerkbeheer				
MB1	90%	70%	60%	60%
MB2	90%	70%	60%	60%
MB1 + MB2	70%	50%	50%	40%
Virtueel hekwerk				
VH1	90%	70%	60%	60%
VH2	80%	70%	60%	50%
VH1 + VH2	70%	50%	50%	40%

Een vergelijkbare analyse is uitgevoerd om te bepalen hoe groot de kans is dat we een werkelijk effect op de activiteit van reeën in de wegbermen en de gebieden langs de weg kunnen meten. Hiervoor zijn geen waarnemingen van voorgaande jaren beschikbaar, dus zijn diverse hypothetische scenario's doorgerekend. Deze scenario's verschillen in het aantal waarnemingen van reeën in de wegberm dan wel het omliggende gebied, welke respectievelijk op 20, 40, 60, 80 en 100 zijn gesteld. De effecten zijn hierbij gevarieerd tussen -100 en +100% in stappen van 25%. Als er vóór de implementatie van de maatregel gemiddeld 60 waarnemingen per jaar zijn gedaan, dan betekent een 50%-effect dat er na implementatie gemiddeld 90 waarnemingen worden gedaan. Een effect van -50% betekent dat er gemiddeld 30 waarnemingen per jaar worden gedaan. Bedenk dat -100% het minimum is, maar +100% – wat een verdubbeling van het aantal waarnemingen betekent – is niet het maximum. De *Before*-meting is op twee jaar gezet. Ook hier is als uitgangspunt genomen dat de kans op het aantonen van een significant effect 80% is. En net als bij het

aantal aanrijdingen is ook hier de ambitie van de opdrachtgever en stakeholders om minimaal een effect van 50% verandering aan te kunnen tonen. Tabel 2.4 geeft een overzicht van de uitkomsten.

Tabel 2.4 Per scenario de minimale afname dan wel toename in het aantal waarnemingen van reeën in de wegberm of gebieden die grenzen aan de weg die kan worden aangetoond bij een oplopend aantal meetjaren na de implementatie van de mitigerende maatregel, waarbij de kans op het aantonen van een significant effect 80% is.

Scenario	Aantal meetjaren na start mitigerende maatregel							
	1		2		3		4	
	afname	toename	afname	toename	afname	toename	afname	toename
20	-75%	100%	-75%	75%	-50%	75%	-50%	75%
40	-50%	75%	-50%	50%	-50%	50%	-50%	50%
60	-50%	50%	-50%	50%	-50%	50%	-50%	50%
80	-50%	50%	-50%	50%	-50%	50%	-25%	50%
100	-50%	50%	-50%	50%	-25%	50%	-25%	50%

De tabel laat zien dat een afname dan wel toename van 50% naar verwachting kan worden aangetoond na twee meetjaren onder voorwaarde dat er gemiddeld minimaal 40 waarnemingen per jaar worden gedaan. Het aantonen van een afname van minimaal 25% vraagt om gemiddeld minimaal 80 waarnemingen per jaar en vier meetjaren, of 100 waarnemingen per jaar en drie meetjaren. Voor het aantonen van een toename van minimaal 25% zijn meer waarnemingen nodig dan in de hier gepresenteerde scenario's en/of meer dan vier meetjaren. Als we de *After*-meting voor het verkennen van veranderingen in activiteit gelijk houden aan die voor het verkennen van een effect op het aantal aanrijdingen – dus twee meetjaren –, dan zijn 40 waarnemingen genoeg om een significant effect van 50% aan te tonen. De verwachting was dat dit aantal waarnemingen (ruim) bereikt zou worden met de gekozen meetmethoden (zie paragraaf 2.6) en een *Before*- en *After*-meting van twee jaar dus een geschikte studieduur is om de ambities te bereiken.

Samengevat: Met een praktijkproef waarbij gedurende twee jaar na de implementatie van de mitigerende maatregelen wordt gemeten, kan met 80% kans een effect van de mitigatie – zowel maatwerkbeheer als virtueel hekwerk – op het aantal aanrijdingen en activiteit van reeën op en rond de weg worden aangetoond, mits dit effect minimaal 50% is.

2.5 Implementatie mitigerende maatregelen

In deze paragraaf beschrijven we de twee maatregelen – maatwerkbeheer en virtueel hekwerk – zoals die in dit onderzoek zijn geïmplementeerd.

Maatwerkbeheer

Maatwerkbeheer kan op veel manieren worden vormgegeven. Zo zijn er besluiten te nemen over de omvang van het gebied waarbinnen het beheer wordt uitgevoerd, de periode waarin het afschot plaatsvindt, de leeftijdsgroep(en) en het (de) geslacht(en) die voor afschot in aanmerking komen en het aantal dieren dat men via afschot wil wegnemen. Deze besluiten, dus de definiëring van het maatwerkbeheer, zijn hier in nauw overleg met beide provincies en faunabeheereenheden genomen om zo veel mogelijk aan te sluiten bij de huidige manier van jagen en zodoende de praktische uitvoerbaarheid te vergroten. Een eenduidige beschrijving – of protocol – van het maatwerkbeheer was ook een voorwaarde om draagvlak te creëren bij de leden van de wildbeheereenheden waar de praktijkproeven plaatsvinden, inclusief alle jachthouders die het beheer zouden gaan uitvoeren. Daarnaast is een protocol onmisbaar om te zorgen dat het maatwerkbeheer op beide onderzoeklocaties op identieke wijze plaatsvindt. Het protocol voor maatwerkbeheer dat in het kader van deze praktijkproef is gehanteerd, omvatte de volgende specificaties:

Duur van de praktijkproef:	De praktijkproef duurt vier jaar. De eerste twee jaren (2019-2020) wordt in het proefgebied alleen het reguliere afschot gepleegd. De laatste twee jaren (2021-2022) wordt daar het afschot in het kader van het maatwerkbeheer aan toegevoegd.
Relatie tot regulier afschot:	Het afschot dat in het kader van het maatwerkbeheer wordt uitgevoerd, is additioneel ten opzichte van de doelstelling voor het reguliere afschot; het maatwerkbeheer betekent dus dat er extra afschot wordt gepleegd.
Locatie extra afschot:	Het extra afschot vindt plaats in zones aan weerszijden van het wegtraject dat als proeflocatie is aangewezen.
Breedte zones waarin extra afschot plaatsvindt:	De zones aan weerszijden van de weg waarbinnen het extra afschot plaatsvindt, zijn 250 m breed. Dit betekent dat het maatwerkbeheer in een gebied van maximaal 150 ha wordt uitgevoerd. Er is niet voor een kleinere breedte gekozen om te zorgen dat het afschot i.h.k.v. het maatwerkbeheer van redelijke omvang is, dus niet bestaat uit afschot van enkele dieren, maar uit afschot van enkele tientallen dieren. Anderzijds is er niet voor een grotere breedte gekozen om het maatwerkbeheer praktisch uitvoerbaar te houden en te voorkomen dat de zones reiken tot naburige verkeerswegen.
Doelstelling extra afschot:	Het streven is om 90% van de volwassen reeën in de zones langs de weg af te schieten en alle kalveren. Dit betekent dus dat nagenoeg alle dieren in de zones worden geschoten, maar er zijn uitzonderingen mogelijk. Zo kan een jachthouder besluiten om een territoriale bok of geit te handhaven. De jachthouder maakt zelf deze afwegingen.
Omvang extra afschot:	Om '90% afschot in de zones' te concretiseren voor de jachthouders, is per gebied het aantal dieren geschat dat jaarlijks moet worden afgeschoten. Hierbij is de volgende methodiek gevolgd: <ol style="list-style-type: none"> 1. Op basis van het grondgebruik in 2019 is het areaal leefgebied berekend binnen de zones langs de weg waar het maatwerkbeheer wordt uitgevoerd. Hiervoor is op basis van een expertoordeel allereerst bepaald welke vorm van grondgebruik optimaal, suboptimaal, marginaal of ongeschikte habitat is. De gebruikte wegingsfactoren voor deze vier klassen zijn achtereenvolgens 1, 0,5, 0,1 en 0. <ul style="list-style-type: none"> o MB1: 84% (127 ha) van de zones is geschikt leefgebied. o MB2: 73% (109 ha) van de zones is geschikt leefgebied. 2. Op basis van de vuistregel van gemiddeld 1 bok per 10 ha leefgebied³ en een geslachtsverhouding van 1:1 wordt het aantal adulte reeën, inclusief smaldieren en jaarlingen, in de zones geschat. <ul style="list-style-type: none"> o MB1: Er leven naar schatting 25 volwassen reeën in de zones. o MB2: Er leven naar schatting 22 volwassen reeën in de zones.

³ Op basis van Worm (2014); zie ook Spek (2011), Borst (2011) en Groot Bruinderink (2016).

-
3. De omvang van het gewenste extra afschot in de zones wordt berekend door het geschatte aantal te vermenigvuldigen met 0,9.
 - o MB1: Het na te streven afschot in de zones is 23 volwassen reeën, plus alle kalveren.
 - o MB2: Het na te streven afschot in de zones is 20 volwassen reeën, plus alle kalveren.

Periode extra afschot:	Het extra afschot in de zones kan jaarrond plaatsvinden. De jachthouder heeft hiermee flexibiliteit in het moment dat er dieren geschoten worden. Het accent moet echter liggen op de eerste vier maanden (januari-april) van het jaar.
Afschot richt zich op:	Er zijn vanuit het onderzoek geen beperkingen wat betreft geslacht en leeftijd voor wat er binnen de zones in het kader van het maatwerkbeheer geschoten kan worden: bok, geit, smaldier, jaarling, kalf. De jagers bepalen dit zelf. Zo is er geen afschot gepleegd van geiten met jonge kalveren.
Afschotmiddelen:	Het afschot wordt gepleegd met dezelfde middelen als die zijn toegestaan voor het reguliere afschot.
Registratie:	De jachthouder registreert zijn inspanningen die voor het uitvoeren van het extra afschot zijn gedaan, ook als deze niet tot resultaat (afschot) hebben geleid. Dit omvat datum, tijdstip, duur en plek/route van de jacht, evenals de jachtmethode (bersjacht, vanuit een hoogzit, vanuit een auto) en het aantal personen dat aan de jacht heeft deelgenomen. De jachthouder registreert het behaalde afschot in het Faunaregistratiesysteem (FRS) op identieke wijze als regulier afschot.

De hier gehanteerde breedte van de zones waarbinnen het maatwerkbeheer wordt uitgevoerd, maakt dat er op de onderzoeklocaties MB1 en MB2 respectievelijk drie en vijf jachthouders betrokken zijn bij de proef. Het oppervlak van de jachtvelden van de diverse jachthouders binnen de zones verschilt. Ingeval van MB1 behoort circa 90% van de zones met maatwerkbeheer tot één jachtveld. De twee andere jachthouders hebben samen circa 5% aan jachtveld binnen de zones. Er zijn binnen de zones van MB1 meerdere (particuliere) percelen waar niet gejaagd mag en/of kan worden. Deze bestrijken samen circa 5% van het gebied waarbinnen het maatwerkbeheer plaatsvindt. In geval van MB2 behoort circa 55% van de zones tot twee jachtvelden. De overige drie jachthouders hebben samen circa 10% aan jachtveld binnen de zones. Er zijn binnen de zones van MB2 meerdere (particuliere) percelen waar niet gejaagd mag en/of kan worden. Deze bestrijken samen circa 35% van het gebied waarbinnen het maatwerkbeheer plaatsvindt.

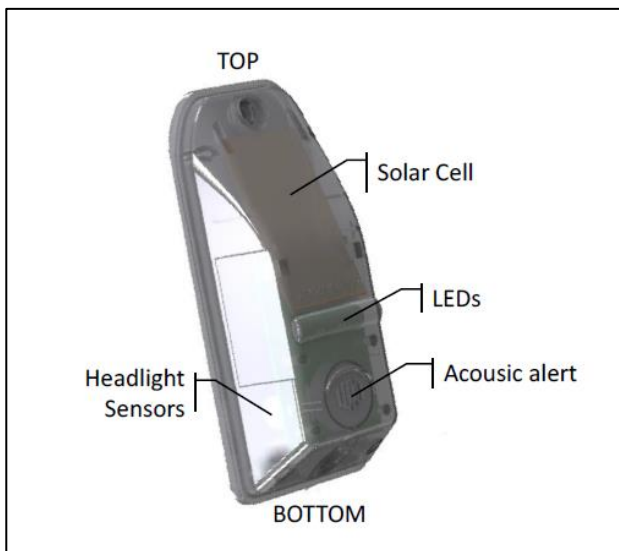
Virtueel hekwerk

In deze proef is het door IPTE ontwikkelde virtuele hekwerk 'WildStop' gebruikt van het type DD430. Het is geleverd, geïnstalleerd en gedurende de looptijd van de proef onderhouden door Traffic Safety Systems. De modules van het virtuele hekwerk – circa 14,5 x 6,5 x 4,0 cm groot – zijn alternerend aan de rechter- en linkerkant van de weg geplaatst, op een onderlinge afstand van 25 m (figuur 2.4). Dit betekent dat langs een wegtraject waar de proef is uitgevoerd 121 modules zijn geplaatst. De modules zijn op paaltjes bevestigd die circa 1 m vanaf de rand van het wegdek staan, op een hoogte van circa 60 cm. De modules bevatten een sensor waarmee het licht van de koplampen van naderende voertuigen wordt gedetecteerd, met een drempelwaarde van 150 lux (figuur 2.5). De detectieafstand van voertuigen is hiermee circa 300 m. Een daglichtsensor zorgt ervoor dat het virtuele hekwerk alleen voertuigen detecteert in de schemering en nacht. Bij activatie van het virtuele hekwerk gaan de modules een licht- en geluidssignaal produceren. Deze zijn gericht op het achterland. Het lichtsignaal bestaat uit een knipperende led-lichtstraal, afwisselend in de kleur blauw (470 nm) en oranje (591 nm). Het geluidssignaal kent twee varianten: een lage frequentie

(3.5-6.5 kHz) voor buitengebied en een hoge frequentie (7-13 kHz) voor bewoond gebied. De modules worden gevoed via een zonnecel waarmee een lithiumbatterij wordt opgeladen.



Figuur 2.4 De modules van het virtuele hekwerk (links) zijn op pvc-paaltjes bevestigd op een hoogte van circa 60 cm (rechts).



Figuur 2.5 Ontwerp van een module van het virtuele hekwerk WildStop. [Bron: 2015 IPTE – Traffic Solutions Ltd. DD4xx Family Wildlife Crossing Guard Description].

In de maanden april-september is het virtuele hekwerk bijna wekelijks geïnspecteerd. In de maanden oktober-maart is dat eenmaal per twee maanden gedaan. Paaltjes die scheef stonden of omver lagen, zijn rechtgezet en gebroken of ontbrekende paaltjes en/of modules zijn gemeld en vervolgens door Traffic Safety Systems vervangen.

2.6 Verzamelen gegevens

2.6.1 Monitoring slachtoffers van aanrijdingen

Gegevens van aanrijdingen met reeën op de wegtrajecten in de provincie Utrecht zijn verkregen van de Stichting Valwild Utrecht (SVU). De coördinator valwild van deze stichting ontvangt de meldingen van aanrijdingen die binnenkomen bij de politie, de dierenambulance of, in een enkel geval, bij een terreinbeheerder of jachtopzichter. De coördinator schakelt vervolgens een vrijwilliger in die de plek bezoekt, de kenmerken van het dier (o.a. geslacht, leeftijd) en de aanrijding (o.a. datum, tijd, wegnummer of -naam,

hectometerpaal of huisnummer) op een formulier invult en deze informatie doorgeeft aan de secretaris van de stichting die de gegevens digitaliseert. De vrijwilliger verzorgt ook de afvoer van het kadaver.

Gegevens van aanrijdingen met reeën op de wegtrajecten in de provincie Gelderland zijn verkregen uit het faunaregistratiesysteem (FRS) dat wordt beheerd door de Faunabeheereenheid Gelderland. De procedure is hier min of meer identiek aan die in de provincie Utrecht. Aanrijdingen die worden gemeld bij de politie of dierenambulance worden doorgegeven aan de Stichting Wildaanrijdingen Nederland (zie: www.wildaanrijding.nl). Deze regelt dat het kadaver wordt afgevoerd met behulp van boa's en vrijwilligers die een jachtakte hebben, waarbij alle gegevens over het dier (o.a. geslacht, leeftijd, wildtype, gewicht, vorm gewei) en de aanrijding (o.a. datum, tijd, wegnummer of -naam, hectometerpaal of huisnummer, gps-coördinaten) via een app in het faunaregistratiesysteem worden gezet.

In de meeste gevallen waren aangereden reeën al gemeld en weggehaald op het moment dat de bij deze praktijkproef betrokken onderzoekers het gebied bezochten. Een enkele keer zijn wel aangereden reeën aangetroffen, meestal kadavers die niet (goed) zichtbaar waren vanaf de weg, bijvoorbeeld door hoge vegetatie in de wegberm. Deze vondsten zijn alle aan de politie gemeld en zodoende in bovengenoemde gegevensbestanden opgenomen. De monitoring van aangereden reeën vond jaarrond plaats, dus van januari tot december.

2.6.2 Monitoring activiteit op en langs de weg

Activiteit van reeën op en direct rond de weg is gemeten met behulp van sporenbedden. Een sporenbed is een zandstrook waarmee de pootafdrukken van passerende reeën kunnen worden geregistreerd. Ieder sporenbed is in principe 100 m lang, 1,5-2 m breed en bestaat uit een circa 0,15 m dikke leemarme zandlaag (figuur 2.6 en 2.7). Op twee plekken is een sporenbed gesplitst in twee sporenbedden van ieder 50 m omdat er niet voldoende ruimte was voor een aaneengesloten sporenbed. Op vier andere plekken is, eveneens door ruimtegebrek, een iets korter sporenbed aangelegd (zie bijlage 1). Onder het sporenbed is worteldoek gelegd om (snelle) ingroei van planten te voorkomen. De sporenbedden zijn bij voorkeur in de wegbermen aangelegd. Op plekken waar niet voldoende ruimte was voor een sporenbed in de wegberm, is deze op het aanliggende terrein geplaatst. Hierbij was de afstand van het sporenbed tot aan de weg nooit groter dan 25 m.

Per onderzoeklocatie zijn er tien sporenbedden aangelegd op zowel de *Impact*- als *Control*-plek. Hiermee is circa 33% (1 km) van de lengte van alle betrokken wegtrajecten door sporenbedden gedekt. De sporenbedden zijn willekeurig geplaatst, zowel wat betreft de locatie langs de weg als de zijde van de weg. Hiervoor is gekozen om de gemiddelde activiteit op en direct rond de weg te kunnen schatten voor het gehele wegtraject van 3 km. Bijlage 2 geeft een overzicht van de ligging van de sporenbedden langs alle in dit onderzoek betrokken wegtrajecten. De aanleg en het beheer van de sporenbedden op onderzoeklocatie MB1 is georganiseerd door de provincie Utrecht. De aanleg en het beheer van de sporenbedden op onderzoeklocaties MB2, VH1 en VH2 is georganiseerd door de provincie Gelderland. Het beheer van de sporenbedden bestond in beide provincies uit het jaarlijks schonen, rullen en zo nodig met zand aanvullen vlak voor de start van de metingen. In de provincie Gelderland bleken de sporenbedden meer last te hebben van ingroei van vegetatie. Daarom is hier ook twee tot vier keer machinaal geschoond gedurende de meetperiode. Op alle locaties is eventuele plantengroei in de sporenbedden ook wekelijks verwijderd door de onderzoekers. Sommige sporenbedden bleken frequent door mensen te worden betreden, wat het aflezen van sporen bemoeilijkte. Op deze plekken zijn daarom 'niet betreden'-bordjes geplaatst (figuur 2.8).



Figuur 2.6 Een sporenbed langs de N315-Noord (links) en N346-Oost (rechts) in mei 2019.



Figuur 2.7 Een sporenbed langs de Varsseveldseweg in juni 2019 (links) en N416 in mei 2020 (rechts).



Figuur 2.8 Betreding door mensen is ontmoedigd door de plaatsing van bordjes op plekken waar mensen vaak een sporenbed bleken op te lopen.

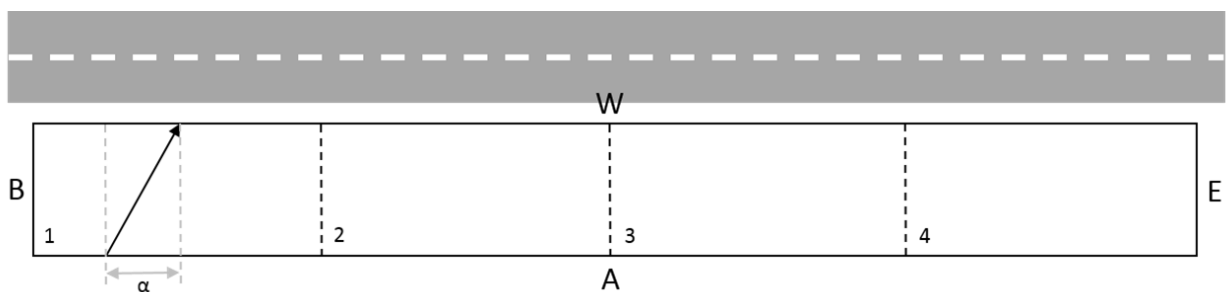
In ieder meetjaar was de meetperiode april-september (zes maanden). Tijdens de meetperiode zijn de sporenbedden in principe wekelijks gecontroleerd. Een enkele keer is een week overgeslagen. In meetjaar 2020 is later gestart vanwege de uitbraak van de Covid 19-pandemie. Het aantal inventarisaties varieerde hierdoor tussen 19 en 27 per jaar (bijlage 3). Tijdens iedere inventarisatie is eerst een schatting gedaan van het aantal 'valnachten', i.e. het aantal nachten dat leesbare sporen van reeën heeft opgeleverd. Dit is maximaal het aantal nachten dat is verstreken sinds de laatste controle en minimaal nul als het sporenbed geheel onleesbaar blijkt, bijvoorbeeld door een recente (zwarte) regenbui. Als hulpmiddel bij het schatten van het aantal valnachten zijn na iedere inventarisatie drie kuiltjes met een toenemende diepte aangebracht – geclassificeerd als ondiep, diep, zeer diep – aan de uiteinden van ieder sporenbed. Als vuistregels zijn

gebruikt: (1) als alle kuultjes nog zichtbaar zijn: het aantal valnachten is gelijk aan het aantal nachten dat sinds de vorige inventarisatie verstreken is; (2) als alleen het diepe en zeer diepe kuiltje nog zichtbaar zijn: 4-5 valnachten; (3) als alleen het diepe kuiltje nog zichtbaar is: 2-3 valnachten; (4) als geen enkel kuiltje meer zichtbaar is: 0-1 valnachten. In aanvulling hierop zijn ook verschillen in kwaliteit van aanwezige sporen betrokken die duiden op passages in verschillende nachten.



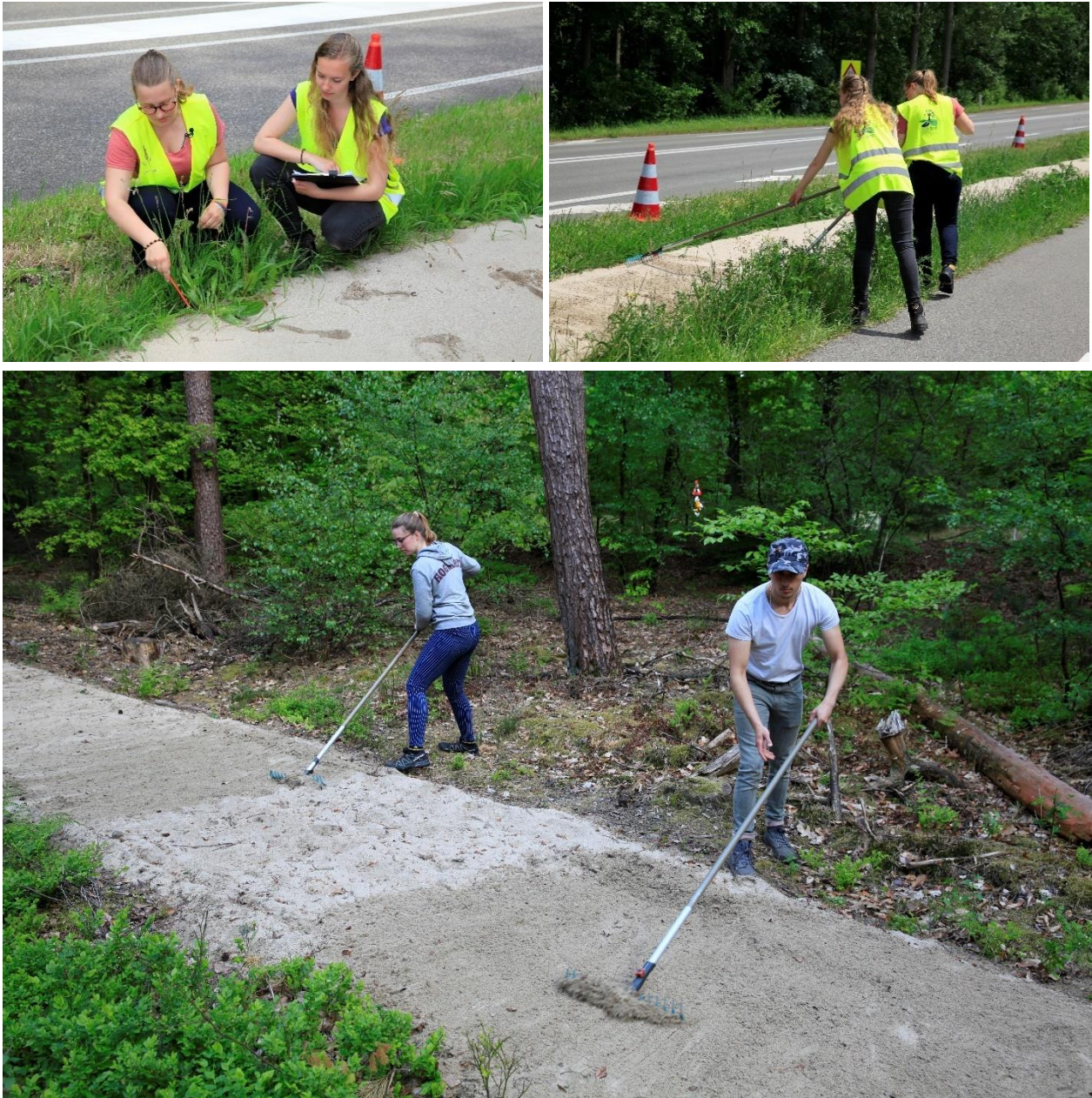
Figuur 2.9 Een ree is in stap het sporenbed gepasseerd vanuit het achterland naar de weg.

Tijdens een inventarisatie zijn de sporenbedden langsgelopen en alle sporen van reeën genoteerd op een veldformulier (figuur 2.9). De looprichting is ingetekend op een geschematiseerde afbeelding van een sporenbed (figuur 2.10). Indien start- en eindpunt duidelijk zijn maar de richting van de beweging niet, is dit genoteerd. Voor ieder aangetroffen spoor is ook de lengte van het sporenbed (α) gemeten tussen het punt waar het dier het sporenbed betreedt en het punt waar het dier het sporenbed verlaat; zie figuur 2.10. De α is geschat tot op 1 m nauwkeurig.



Figuur 2.10 Schematische weergave van de indeling van een sporenbed, met de zijdes B (begin), E (eind), W (wegzijde) en A (zijde achterland) en vier vakken. Ook een grafische weergave van de meetvariabele α .

Voor ieder spoor is ook het looppatroon (de tred) bepaald. Hierbij zijn drie typen onderscheiden: stap, draf en galop. Nadat alle sporen zijn geregistreerd, zijn de sporen weggeharkt. Waar nodig is het sporenbed geruld en weer geëgaliseerd (figuur 2.11).



Figuur 2.11 Na het aflezen van de sporen (linksboven) zijn de sporen weggeharkt (rechtsboven) en is het sporenbed gladgestreken (onder).

De inventarisaties van de sporenbedden in Gelderland konden op veel plekken alleen plaatsvinden na het treffen van diverse veiligheidsmaatregelen, conform de door de provincie verstrekte vergunning. De sporenbedden lagen immers vaak vlak naast de weg. De belangrijkste maatregelen bestonden uit het tijdelijk verlagen van de toegestane rijsnelheid van 80 naar 50 km/uur, het afzetten van de werkplek met pylonen en waarschuwingsborden 'werk in uitvoering', het voeren van een zwaailicht en het dragen van veiligheidsvesten (figuur 2.12). Voor de provinciale wegen in Gelderland gold verder de beperking dat de sporenbedden die grenzen aan de rijbaan alleen tussen 9:00 en 16:00 uur mochten worden geïnventariseerd. Dit was om verkeerscongesties door de snelheidsbeperking te voorkomen.



Figuur 2.12 Voor het inventariseren van sporenbedden vlak bij het wegdek is de werkplek eerst afgezet met pylonen (linksboven), zijn borden 'werk in uitvoering' geplaatst (rechtsboven) en is de toegestane maximale rijnsnelheid op het gehele traject van 3 km teruggebracht naar 50 km/uur (onder).

2.6.3 Monitoring relatieve dichtheden en activiteit in de omgeving

Relatieve dichtheden en activiteit van reeën in de gebieden die grenzen aan de weg zijn onderzocht met behulp van cameravallen. Per wegtraject zijn zes cameravallen geïnstalleerd, drie aan de rechter- en drie aan de linkerkant van de weg. Hiervoor zijn eerst aan elke zijde van de weg drie vakken onderscheiden van 250 m breed en 1000 m lang (25 ha). Binnen elk vak is een camera geplaatst op een willekeurige locatie. Betreft dit een locatie in een weiland of akker, dan is de camera aan de rand van het betreffende perceel geplaatst. Betreft het een locatie op een erf of in een tuin, dan is de locatie verworpen en een nieuwe random locatie gekozen. Binnen één vak langs de N319 kon geen camera geplaatst worden, omdat hiervoor geen toestemming werd verleend door de landeigenaar. Daarom zijn in het tegenoverliggende vak aan de andere zijde van de weg twee cameravallen geïnstalleerd. Bijlage 4 geeft een overzicht van de posities van alle cameravallen per wegtraject. De camera's waren alle van het type Reconyx HyperFire PC900 (figuur 2.13). De camera's zijn op een hoogte van circa 0,5 m boven het maaiveld gehangen. De camera's zijn alle zijwaarts gericht in een hoek van 0 graden, dus parallel aan het maaiveld. Het zichtveld van de camera's –

dus de richting waarin deze is opgesteld – is random bepaald. Eventuele (dichte) vegetatie in het zichtveld van de camera's is regelmatig verwijderd om voldoende zicht op passerende dieren te waarborgen.



Figuur 2.13 Met cameravallen van het type Reconyx HyperFire PC900 zijn passerende reeën geregistreerd in de gebieden die grenzen aan de weg.

De metingen met de cameravallen zijn uitgevoerd in de periode 2019-2022, dus gedurende twee jaar vóór en twee jaar na implementatie van de mitigerende maatregelen. Er is per meetjaar van 1 april tot 1 oktober gemeten. De cameravallen waren in principe 7 dagen per week, 24 uur per dag actief. Door incidentele verstoringen van de camera's hebben niet alle camera's in ieder meetjaar alle dagen goede opnamen gemaakt. Bijlage 5 geeft per wegtraject en meetjaar een overzicht van het aantal dagen dat iedere camera 24 uur operationeel was. De cameravallen zijn eenmaal per maand gecontroleerd. Hierbij zijn alle beelden gedownload en is de status van de batterijen en het functioneren van de camera gecontroleerd.

Op het moment dat een cameraval door een passerend dier werd geactiveerd, maakte de camera tien opnamen direct na elkaar. Als een dier na de tiende opname nog in het sensorveld van de camera aanwezig was, is de camera een nieuwe serie van tien foto's gestart. Dergelijke aaneengesloten series zijn als één gebeurtenis geanalyseerd. De camera's registreren voor iedere gemaakte foto een groot aantal (technische) gegevens automatisch, waaronder datum en tijdstip van de opname. Daarnaast zijn alle fotobeelden van de cameravallen bekeken en geannoteerd, waarbij per gebeurtenis de volgende gegevens in een database zijn opgenomen: (1) soort, (2) geslacht, (3) leeftijd, (4) loopwijze (tred) en (5) lichtsituatie. Als een van deze aspecten niet met zekerheid kon worden vastgesteld, is 'onbekend' ingevuld. Voor 'leeftijd' zijn twee categorieën onderscheiden: juveniel en adult. Subadulten, zoals smaldieren en jaarlingen bij reeën, zijn niet onderscheiden, omdat dieren die behoren tot deze categorie in veel gevallen lastig te herkennen zijn op basis van de camerabeelden. Om fouten en/of veel dieren met een classificering 'leeftijd onbekend' te voorkomen, zijn alle subadulte dieren dus consequent geclassificeerd als 'adult'. In april/mei geboren reekalveren zijn tot 31 december van hun geboortjaar aangeduid als juveniel. Vanaf 1 januari van het volgende jaar zijn ze opgenomen in de categorie adult. Voor loopwijze zijn drie typen onderscheiden: stap, draf en galop. Voor 'lichtsituatie' zijn drie klassen onderscheiden: daglicht, schemer en donker. Voor de toekenning van een waarneming aan een van deze klassen zijn de volgende beslisregels gebruikt: (1) een waarneming valt in de klasse 'daglicht' als de foto's van de serie in kleur zijn; (2) een waarneming valt in de klasse 'schemer' als de foto's van de serie in grijsstinten zijn; (3) een waarneming valt in de klasse 'donker' als de foto's van de serie in zwart-wit zijn (figuur 2.14).



Figuur 2.14 Voorbeelden van fotobeelden van passerende reeën bij daglicht, in de schemering en bij nacht.

2.6.4 Monitoring landgebruik

Ieder meetjaar is het landgebruik gekarteerd in de 250m-zones langs de wegtrajecten van de vier onderzoeklocaties. In een eerste stap is een kaart van het landgebruik vervaardigd op basis van twee ruimtelijke databestanden: (1) Basisregistratie Topografie (BRT) TOPNL, Topografische kaart 1:10.000, Top10NL-2018, Kadaster; (2) Nationaal Wegen Bestand (NWB) 2018, Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Per meetjaar is deze kaart vervolgens aangepast op basis van (1) de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG), Kadaster Nederland en (2) de Basisregistratie Gewaspercelen (BRP), Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. In een laatste stap zijn de kaarten van het landgebruik per meetjaar gecorrigeerd op basis van een veldinventarisatie die ieder meetjaar in juli/augustus is uitgevoerd.

2.6.5 Monitoring verkeersintensiteit

Gegevens van de verkeersintensiteit op de onderzochte wegtrajecten zijn opgevraagd bij de Provincie Utrecht (N416), Provincie Gelderland (N315, N319, N346), Gemeente Utrechtse Heuvelrug (Bergweg) en Gemeente Doetinchem (Varsseveldseweg). De gegevens van de verkeersintensiteit op de provinciale wegen zijn alle afkomstig van permanente meetpunten die binnen de hier onderzochte wegtrajecten liggen. Gegevens over de verkeersintensiteit op de Varsseveldseweg zijn afkomstig van een permanent meetpunt dat circa 2 km ten westen van het onderzoekstraject ligt. De gegevens van de verkeersintensiteit op de Bergweg in de periode 2019-2022 zijn niet beschikbaar.

2.7 Analyse gegevens

2.7.1 Effect op het aantal aanrijdingen

Per onderzochte maatregel is allereerst de verandering in het aantal aanrijdingen per wegtraject, zowel *Impact*- als *Control*-plekken, bepaald met:

$$(1 - G_{\text{after}}/G_{\text{before}}) * 100\%$$

Waarbij G_{before} en G_{after} het gemiddelde aantal aanrijdingen per jaar is vóór, respectievelijk na de implementatie van de mitigerende maatregel op het wegtraject.

Per onderzochte maatregel zijn voor de BACI-analyse de aanrijdingen met reeën op de *Impact*-plekken van de twee onderzoeklocaties gesommeerd. Datzelfde is gedaan voor de aanrijdingen op de *Control*-plekken. Vervolgens is de ratio van het aantal aanrijdingen op de *Impact*- en *Control*-plekken berekend, vóór de implementatie van de mitigerende maatregel:

$$R_{\text{before}} = N_{\text{impact,before}}/N_{\text{control,before}}$$

waarbij $N_{\text{impact,before}}$ en $N_{\text{control,before}}$ het totale aantal geregistreerde aanrijdingen met reeën op respectievelijk de *Impact*-plekken en *Control*-plekken is in de periode 2007-2020. Op vergelijkbare wijze is de ratio van het aantal aanrijdingen op de *Impact*- en *Control*-plekken berekend, na de implementatie van de mitigerende maatregel:

$$R_{\text{after}} = N_{\text{impact,after}}/N_{\text{control,after}}$$

waarbij $N_{\text{impact,after}}$ en $N_{\text{control,after}}$ het totale aantal geregistreerde aanrijdingen met reeën op respectievelijk de *Impact*-plekken en *Control*-plekken is in de periode 2021-2022. Het effect van de maatregel is vervolgens geschat volgens:

$$(1 - R_{\text{after}}/R_{\text{before}}) * 100\%$$

Voor de statistische toetsing zijn de ratio's van het aantal aanrijdingen op de *Impact*- en *Control*-plekken per jaar berekend. Met behulp van een Two-sample Poisson-test is getoetst of er een significant ($p \leq 0,05$) verschil is tussen de gemiddelde ratio van het aantal aanrijdingen vóór en na implementatie van de maatregel.⁴

2.7.2 Effect op activiteit in de wegberm en op de weg

Aantal sporen in de wegberm

Voor ieder wegtraject en meetjaar is het gemiddelde aantal sporen per valnacht berekend, per sporenbed en per inventarisatie. Voor sporenbedden die korter dan 100 m waren, is het aantal sporen per valnacht gecorrigeerd met behulp van een correctiefactor, zodat de aantallen vergelijkbaar zijn met die van 100 m

⁴ Alle statistische tests in dit onderzoek zijn uitgevoerd met Genstat, versie 22.

lange sporenbedden. Per onderzochte maatregel is de verandering in het aantal keer dat reeën de wegberm bezoeken per wegtraject, zowel *Impact*- als *Control*-plekken, bepaald met:

$$(1 - G_{\text{after}}/G_{\text{before}}) * 100\%$$

waarbij G_{before} en G_{after} het gemiddelde aantal sporen per valnacht – alle looprichtingen – op een 100 m lang sporenbed is, berekend over alle inventarisaties, vóór respectievelijk na de implementatie van de mitigerende maatregel op het wegtraject.

Per onderzochte maatregel is voor de BACI-analyse de ratio van het gemiddelde aantal sporen op de *Impact*- en *Control*-plek van een onderzoeklocatie berekend, vóór de implementatie van de mitigerende maatregel, met:

$$R_{\text{before}} = B_{\text{Impact,before}}/B_{\text{Control,before}}$$

waarbij $B_{\text{Impact,before}}$ en $B_{\text{Control,before}}$ het gemiddelde aantal sporen per valnacht – alle looprichtingen – op een 100 m lang sporenbed is, berekend over alle inventarisaties, op respectievelijk de *Impact*-plekken en *Control*-plekken in de periode 2019-2020. Op vergelijkbare wijze is de ratio van het gemiddelde aantal sporen op de *Impact*- en *Control*-plekken berekend, na de implementatie van de mitigerende maatregel, met:

$$R_{\text{after}} = B_{\text{Impact,after}}/B_{\text{Control,after}}$$

waarbij $B_{\text{Impact,after}}$ en $B_{\text{Control,after}}$ het gemiddelde aantal sporen per valnacht – alle looprichtingen – op een 100 m lang sporenbed is, berekend over alle inventarisaties, op respectievelijk de *Impact*-plekken en *Control*-plekken in de periode 2021-2022. Het effect van de maatregel is vervolgens geschat volgens:

$$(1 - R_{\text{after}}/R_{\text{before}}) * 100\%$$

Voor de statistische toetsing zijn de ratio's van het gemiddelde aantal sporen – per valnacht, per 100m-sporenbed, alle looprichtingen – op de *Impact*- en *Control*-plekken per inventarisatie berekend. Met behulp van een Two-sample Poisson-test is getoetst of er een significant ($p \leq 0,05$) verschil is tussen de gemiddelde ratio van het gemiddelde aantal sporen vóór en na implementatie van de maatregel.

Loopafstand in de wegberm

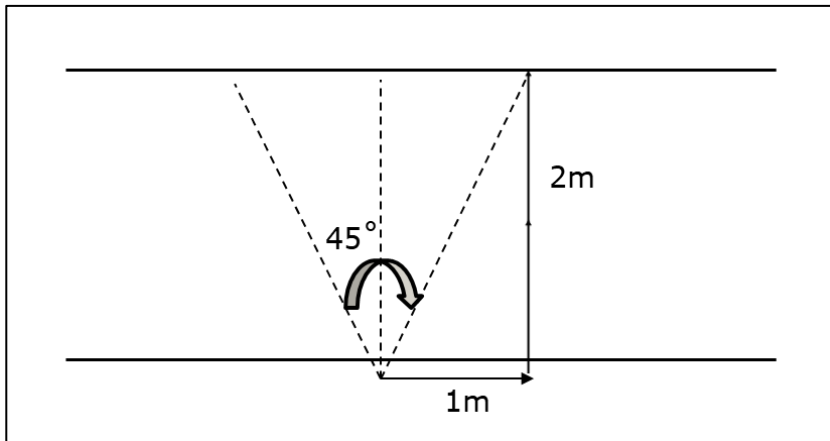
Het effect van een maatregel op de loopafstand die reeën in de wegberm afleggen, is op vergelijkbare wijze geanalyseerd. Hierbij is de gemiddelde lengte van alfa (α) per inventarisatie als meetvariabele gebruikt.

Loopsnelheid in de wegberm

Het effect van een maatregel op de loopsnelheid waarmee reeën de wegberm passeren, is op vergelijkbare wijze geanalyseerd. Hierbij is het aantal sporen dat de dieren in draf en galop bewogen als meetvariabele gebruikt.

Aantal oversteken van de weg

Het effect van een maatregel op het aantal keer dat reeën de weg oversteken, is op vergelijkbare wijze geanalyseerd. Hierbij is het aantal sporen als meetvariabele gebruikt die voldoet aan twee voorwaarden: (1) het dier betreedt of verlaat het sporenbed aan de zijde van de weg, i.e. de looprichting is W-A, A-W, W-B, B-W, W-E of E-W; (2) de lengte van alfa is maximaal 1 m. De voorwaarde die hier aan alfa is gesteld, leidt ertoe dat alleen sporen in de analyse meedoen die min of meer haaks op de weg staan (zie figuur 2.15). De aanname is dat door de voorwaarde die aan alfa is gesteld, een nauwkeurigere schatting kan worden gemaakt van het aantal keer dat reeën de weg zijn overgestoken.



Figuur 2.15 Sporen met een alfa van maximaal 1 m 'waaieren' maximaal 45 graden uit, uitgaande van een 2 m breed sporenbed.

2.7.3 Effect op relatieve dichtheden en activiteit in de omgeving

Aantal waarnemingen

Voor ieder wegtraject is het gemiddelde aantal waarnemingen van reeën – beide geslachten, alle leeftijdscategorieën, alle klassen lichttoestand – per meetdag berekend, per camera en per maand. Vervolgens is het gemiddelde over alle camera's berekend per maand voor zowel de *Before*- (2019-2020) als *After*-periode (2021-2022). Per onderzochte maatregel is de verandering in het aantal waarnemingen van reeën in de gebieden die grenzen aan de weg per wegtraject, zowel *Impact*- als *Control*-plekken, bepaald met:

$$(1 - G_{\text{after}}/G_{\text{before}}) * 100\%$$

waarbij G_{before} en G_{after} het gemiddelde aantal waarnemingen per meetdag over alle maanden is vóór, respectievelijk na de implementatie van de mitigerende maatregel op het wegtraject.

Per onderzochte maatregel is voor de BACI-analyse de ratio van het gemiddelde aantal waarnemingen op de *Impact*- en *Control*-plek van een onderzoeklocatie berekend, vóór de implementatie van de mitigerende maatregel, met:

$$R_{\text{before}} = W_{\text{impact,before}}/W_{\text{control,before}}$$

waarbij $W_{\text{impact,before}}$ en $W_{\text{control,before}}$ het gemiddelde aantal waarnemingen van reeën per meetdag is – beide geslachten, alle leeftijdscategorieën –, berekend over alle camera's en maanden, op respectievelijk de *Impact*-plek en *Control*-plek in de periode 2019-2020. Op vergelijkbare wijze is de ratio van het gemiddelde aantal waarnemingen op de *Impact*- en *Control*-plek berekend, na de implementatie van de mitigerende maatregel, met:

$$R_{\text{after}} = W_{\text{impact,after}}/W_{\text{control,after}}$$

waarbij $W_{\text{impact,after}}$ en $W_{\text{control,after}}$ het gemiddelde aantal waarnemingen van reeën per meetdag is – beide geslachten, alle leeftijdscategorieën –, berekend over alle camera's en maanden, op respectievelijk de *Impact*-plek en *Control*-plek in de periode 2021-2022. Het effect van de maatregel is vervolgens geschat volgens:

$$(1 - R_{\text{after}}/R_{\text{before}}) * 100\%$$

Voor de statistische toetsing zijn de ratio's van het gemiddelde aantal waarnemingen per meetdag op de *Impact*- en *Control*-plek per maand gebruikt. Hier is dus sprake van gepaarde waarnemingen, waardoor rekening wordt gehouden met eventuele variatie in activiteit tussen de maanden. Met behulp van een Paired

Two-sample t-test is getoetst of er een significant ($p \leq 0,05$) verschil is tussen de gemiddelde ratio van het aantal waarnemingen per meetdag vóór en na implementatie van de maatregel.

Tijdstip van de waarnemingen

Voor ieder wegtraject is het gemiddelde tijdstip van de waarnemingen van reeën – beide geslachten, alle leeftijds categorieën, alle klassen lichttoestand – tussen 12:00 en 24:00 uur berekend, per camera en per maand. Hiervoor zijn de tijden van de waarnemingen geconverteerd naar een tijdwaarde, i.e. een serieel getal voor tijd tussen 0 (00:00:00) en 0,999988426 (23:59:59). Vervolgens is de gemiddelde tijdwaarde over alle camera's berekend per maand voor zowel de *Before*- (2019-2020) als *After*-periode (2021-2022). Daarna is het gemiddelde berekend over alle maandelijks tijdwaarden, waarna de tijdwaarde weer is geconverteerd naar de werkelijke tijd in het etmaal. Het effect is bepaald door het verschil in tijd, uitgedrukt in minuten, te berekenen tussen de *Before*- en *After*-periode.

Aantal waarnemingen bij daglicht

Het effect van een maatregel op de activiteit van reeën bij daglicht in de gebieden langs de weg is op vergelijkbare wijze geanalyseerd als het effect op het totale aantal waarnemingen. Hierbij is het aantal waarnemingen bij daglicht per meetdag als meetvariabele gebruikt.

2.8 Evaluatie praktische uitvoerbaarheid

Maatwerkbeheer

In de evaluatie van de praktische uitvoerbaarheid van het maatwerkbeheer onderzochten we of het gewenste afschot is behaald, hoe het afschot verdeeld is over het jaar en welke inspanning nodig was om tot dit afschot te komen. Hierbij is gebruikgemaakt van de gegevens die de jagers die het maatwerkbeheer uitvoerden, hebben geregistreerd (zie ook paragraaf 2.5). Daarnaast is verkend welke knelpunten de jagers bij de uitvoering van het maatwerkbeheer ervaren die het behalen van het gewenste afschot bemoeilijken. Dit is gedaan door tweemaal per jaar een bijeenkomst met de jagers te organiseren om de voortgang en eventuele uitdagingen te bespreken. Hierbij was ook aandacht voor mogelijke manieren om de uitvoerbaarheid van het maatwerkbeheer te vergroten.

Virtueel hekwerk

In de evaluatie van de praktische uitvoerbaarheid van het virtuele hekwerk onderzoeken we in welke mate er uitval van sensoren is geweest door diefstal, vandalisme of beschadiging. De gegevens hiervoor zijn ontleend aan de wekelijkse inspecties die in de periode april-september zijn uitgevoerd en de tweemaandelijks inspecties in de periode oktober-maart. Daarnaast is verkend of het virtuele hekwerk tot klachten bij omwonenden heeft geleid, wat de aard was van eventuele klachten en op welke wijze de klachten zijn afgehandeld. Hierbij is gebruikgemaakt van de klachtenregistratie van de provincie Gelderland.

3 Resultaten

3.1 Toetsing hypothesen maatwerkbeheer

Tabel 3.1 geeft een overzicht van de gemeten waarden per meetvariabele voor de *Impact*- en *Control*-plek, vóór en na de implementatie van het maatwerkbeheer. Voor de meetvariabelen die samenhangen met activiteit in de wegberm of in de zones rond de weg betreft het de waarden per onderzoeklocatie. Voor het aantal geregistreerde aanrijdingen met reeën betreft het de waarden voor de twee onderzoeklocaties samen.

Tabel 3.1 Per meetvariabele de gemeten waarden voor de *Impact*- en *Control*-plek(ken), vóór en na de implementatie van het maatwerkbeheer.

Meetvariabele	Impact-plek(ken)		Control-plek(ken)	
	Before	After	Before	After
MB1				
Gem. aantal waarnemingen in de zones per camera per meetdag	0,18	0,34	0,41	0,52
Gem. tijdstip waarnemingen in de zones tussen 12:00 en 24:00 uur	19:43	18:57	19:22	19:36
Gem. aantal waarnemingen in de zones bij daglicht per meetdag	0,10	0,20	0,24	0,29
Gem. aantal sporen op een 100m-sporenbed per valnacht	1,75	1,59	3,26	3,27
Gem. lengte van alfa (m) op de sporenbedden per inventarisatie	8,14	6,69	8,99	8,82
Gem. aantal sporen in draf/galop op een 100m-sporenbed per valnacht	0,05	0,03	0,12	0,08
Gem. aantal oversteken per 100 m weg per valnacht	0,60	0,61	1,17	1,08
MB2				
Gem. aantal waarnemingen in de zones per camera per meetdag	0,44	0,25	0,25	0,22
Gem. tijdstip waarnemingen in de zones tussen 12:00 en 24:00 uur	19:58	20:06	20:23	20:27
Gem. aantal waarnemingen in de zones bij daglicht per meetdag	0,21	0,13	0,08	0,09
Gem. aantal sporen op een 100m-sporenbed per valnacht	0,49	0,38	0,65	0,45
Gem. lengte van alfa (m) op de sporenbedden per inventarisatie	2,09	1,21	1,17	1,35
Gem. aantal sporen in draf/galop op een 100m-sporenbed per valnacht	0,04	0,02	0,05	0,02
Gem. aantal oversteken per 100 m weg per valnacht	0,38	0,28	0,50	0,37
MB1+MB2				
Gem. aantal geregistreerde aanrijdingen per 3 km per jaar	14,1	7,0	12,1	11,0

Op basis van het gemiddelde aantal oversteken per 100 m weg per valnacht is een schatting gemaakt van het aantal dieren dat de 3 km lange wegtrajecten per jaar oversteekt (tabel 3.2).

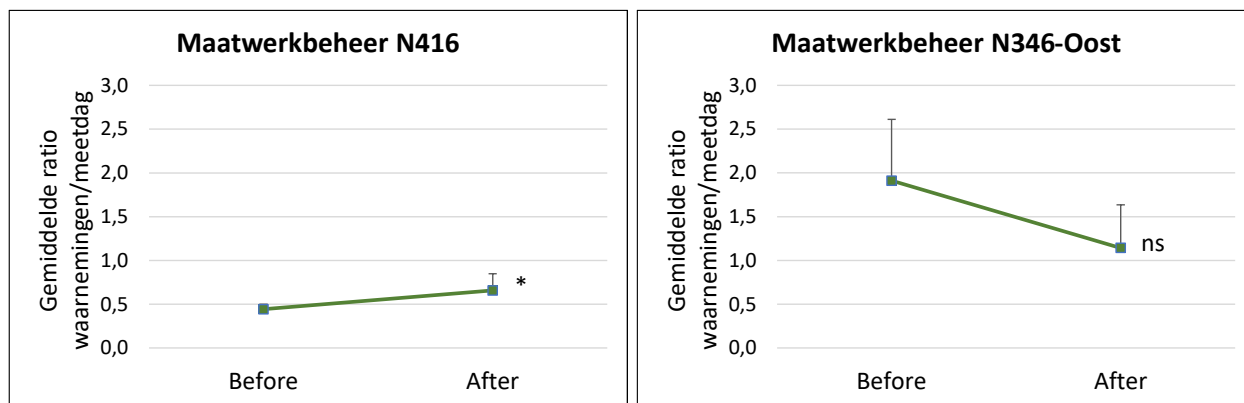
Tabel 3.2 Per onderzoeklocatie en wegtraject een schatting van het gemiddelde aantal keer dat reeën de weg oversteken per jaar, op basis van de *Before*- en *After*-metingen samen, en het gemiddelde percentage van deze oversteken dat leidt tot een aanrijding.

Wegtraject	Gemiddelde aantal oversteken per 3 km per jaar	Gemiddelde percentage aanrijdingen
MB1		
N416	6.594	0,16
Bergweg	12.775	0,09
MB2		
N346-Oost	3.614	0,29
N346-West	4.763	0,24

De schattingen variëren per plek tussen ruim 3.500 en bijna 13.000 oversteken. Zetten we het jaarlijkse aantal aanrijdingen met reeën op deze wegtrajecten af tegen deze schattingen, dan wordt duidelijk dat slechts een fractie van de oversteken leidt tot een aanrijding, variërend van circa 0,1 tot 0,3% (tabel 3.2).

Hypothese: Maatwerkbeheer leidt tot een significante afname in de relatieve dichtheid van reeën in de zones waar dit beheer wordt uitgevoerd.

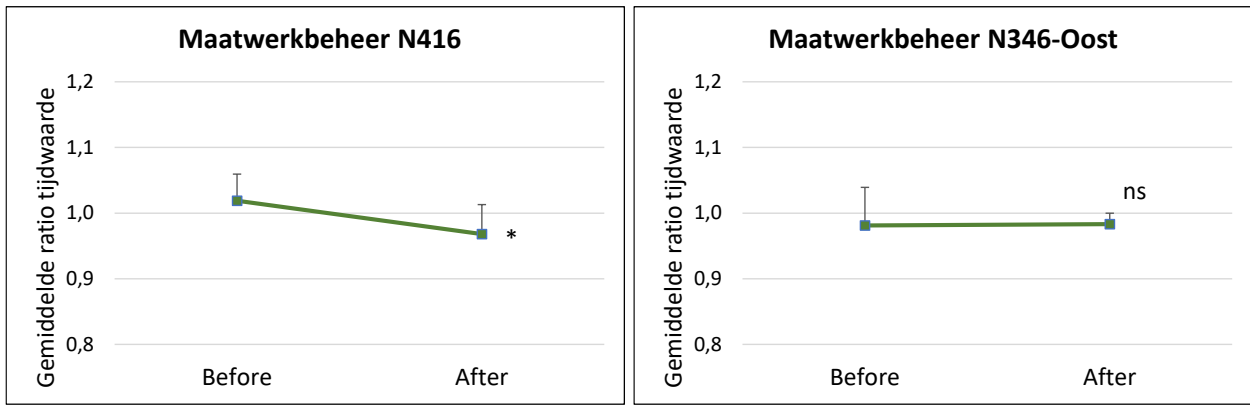
Na implementatie van het maatwerkbeheer is het gemiddelde aantal waarnemingen van reeën per meetdag in de gebieden langs de N416 met 87% toegenomen. Op de *Control*-plek Bergweg is na implementatie van het maatwerkbeheer het gemiddelde aantal waarnemingen per meetdag met 27% toegenomen. Op basis van de BACI-analyse is een significante toename ($t=-2,73$, $df=5$, $p=0,04$) van 49% in de gemiddelde ratio van het aantal waarnemingen per meetdag vastgesteld (figuur 3.1). Na implementatie van het maatwerkbeheer is het gemiddelde aantal waarnemingen van reeën per meetdag in de gebieden langs de N346-Oost met 43% afgenomen. Op de *Control*-plek N346-West is na implementatie van het maatwerkbeheer het gemiddelde aantal waarnemingen per meetdag met 9% afgenomen. Op basis van de BACI-analyse is een niet-significante afname ($t=2,14$, $df=5$, $p=0,09$) van 40% in de gemiddelde ratio van het aantal waarnemingen per meetdag vastgesteld (figuur 3.1). Dit betekent dat de hypothese moet worden verworpen voor beide onderzoeklocaties: maatwerkbeheer leidt niet tot een significante afname in de relatieve dichtheid van reeën in de zones waar dit beheer wordt uitgevoerd.



Figuur 3.1 Gemiddelde ratio van het gemiddelde aantal waarnemingen per meetdag op de Impact- en Control-plek van onderzoeklocaties MB1 en MB2 vóór en na implementatie van het maatwerkbeheer. De foutbalken geven de standaardafwijkingen. ns = het verschil is niet-significant ($p>0,05$); * = het verschil is significant ($p\leq 0,05$).

Hypothese: Maatwerkbeheer leidt tot een significant later tijdstip waarop reeën actief worden in de zones waar dit beheer wordt uitgevoerd.

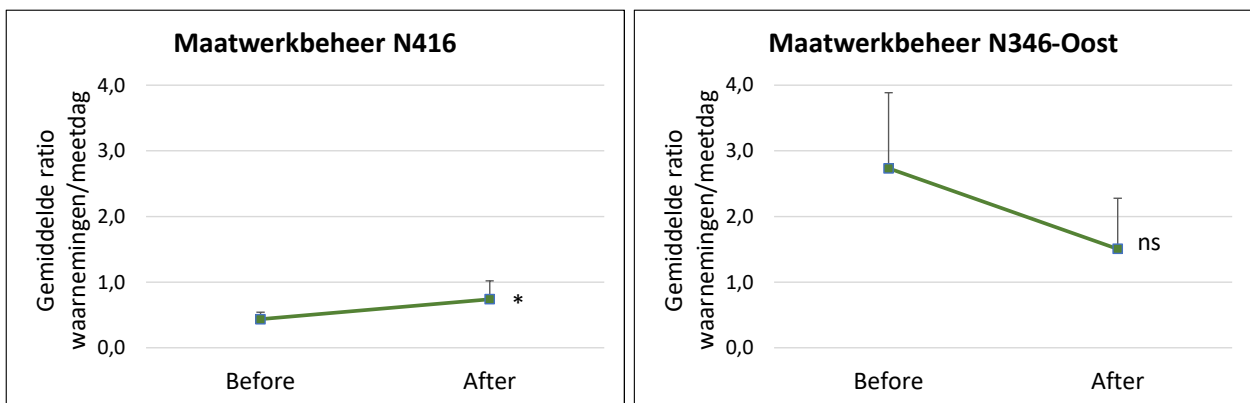
Na implementatie van het maatwerkbeheer is het gemiddelde tijdstip van de waarnemingen die tussen 12:00 en 24:00 uur zijn gedaan in de gebieden langs de N416 circa 46 minuten eerder dan in de *Before*-periode. Op de *Control*-plek Bergweg is na implementatie van het maatwerkbeheer het gemiddelde tijdstip van de waarnemingen circa 14 minuten later dan in de *Before*-periode. Op basis van de BACI-analyse is een significante afname ($t=2,91$, $df=5$, $p=0,03$) van 5% in de gemiddelde ratio van de tijdwaarde van de waarnemingen vastgesteld (figuur 3.2). Na implementatie van het maatwerkbeheer is het gemiddelde tijdstip van de waarnemingen die tussen 12:00 en 24:00 uur zijn gedaan in de gebieden langs de N346-Oost circa 8 minuten later dan in de *Before*-periode. Op de *Control*-plek N346-West is na implementatie van het maatwerkbeheer het gemiddelde tijdstip van de waarnemingen circa 3 minuten later dan in de *Before*-periode. Op basis van de BACI-analyse is een niet-significante afname ($t=-0,06$, $df=5$, $p=0,96$) van <1% in de gemiddelde ratio van de tijdwaarde van de waarnemingen vastgesteld (figuur 3.2). Dit betekent dat de hypothese moet worden verworpen voor beide onderzoeklocaties: maatwerkbeheer leidt niet tot een significant later tijdstip waarop reeën actief worden in de zones waar dit beheer wordt uitgevoerd.



Figuur 3.2 Gemiddelde ratio van de tijdwaarde van de waarnemingen die tussen 12:00 en 24:00 uur zijn gedaan op de Impact- en Control-plek van onderzoeklocaties MB1 en MB2 vóór en na implementatie van het maatwerkbeheer. De foutbalken geven de standaardafwijkingen. ns = het verschil is niet-significant ($p > 0,05$); * = het verschil is significant ($p \leq 0,05$).

Hypothese: Maatwerkbeheer leidt tot een significante afname in activiteit bij daglicht van reeën in de zones waar dit beheer wordt uitgevoerd.

Na implementatie van het maatwerkbeheer is het gemiddelde aantal waarnemingen bij daglicht per meetdag in de gebieden langs de N416 met 95% toegenomen. Op de Control-plek Bergweg is na implementatie van het maatwerkbeheer het gemiddelde aantal waarnemingen bij daglicht per meetdag met 21% toegenomen. Op basis van de BACI-analyse is een significante toename ($t = -3,11$, $df = 5$, $p = 0,03$) van 70% in de gemiddelde ratio van het aantal waarnemingen bij daglicht per meetdag vastgesteld (figuur 3.3). Na implementatie van het maatwerkbeheer is het gemiddelde aantal waarnemingen bij daglicht per meetdag in de gebieden langs de N346-Oost met 37% afgenomen. Op de Control-plek N346-West is na implementatie van het maatwerkbeheer het gemiddelde aantal waarnemingen bij daglicht per meetdag met 9% toegenomen. Op basis van de BACI-analyse is een niet-significante afname ($t = 2,10$, $df = 5$, $p = 0,09$) van 45% in de gemiddelde ratio van het aantal waarnemingen bij daglicht per meetdag vastgesteld (figuur 3.3). Dit betekent dat de hypothese moet worden verworpen voor beide onderzoeklocaties: maatwerkbeheer leidt niet tot een significante afname in activiteit bij daglicht van reeën in de zones waar dit beheer wordt uitgevoerd.

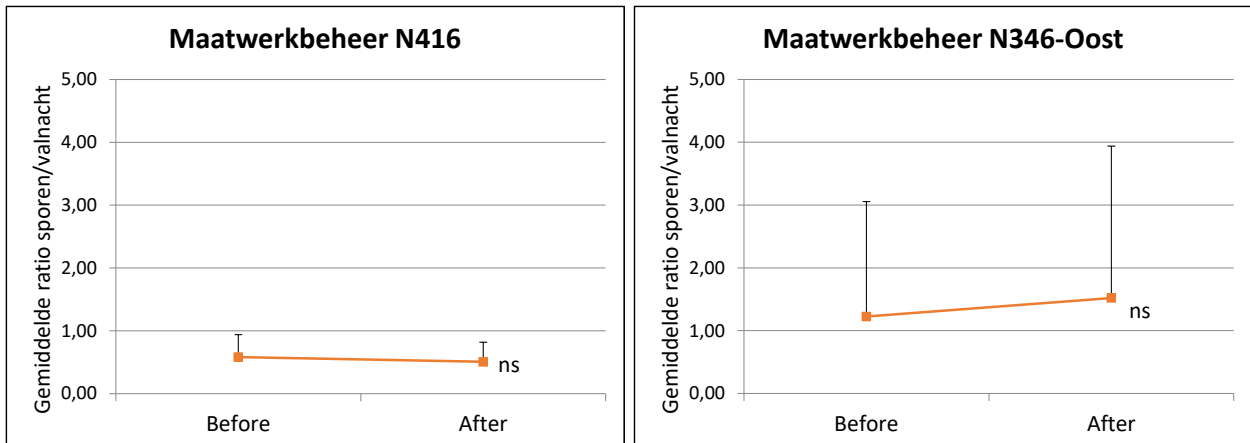


Figuur 3.3 Gemiddelde ratio van het gemiddelde aantal waarnemingen bij daglicht per meetdag op de Impact- en Control-plek van onderzoeklocaties MB1 en MB2 vóór en na implementatie van het maatwerkbeheer. De foutbalken geven de standaardafwijkingen. ns = het verschil is niet-significant ($p > 0,05$); * = het verschil is significant ($p \leq 0,05$).

Hypothese: Maatwerkbeheer leidt tot een significante afname in het aantal keer dat reeën de wegberm bezoeken.

Na implementatie van het maatwerkbeheer is het gemiddelde aantal sporen per valnacht langs de N416 met 9% afgenomen. Op de Control-plek Bergweg is na implementatie van het maatwerkbeheer het gemiddelde

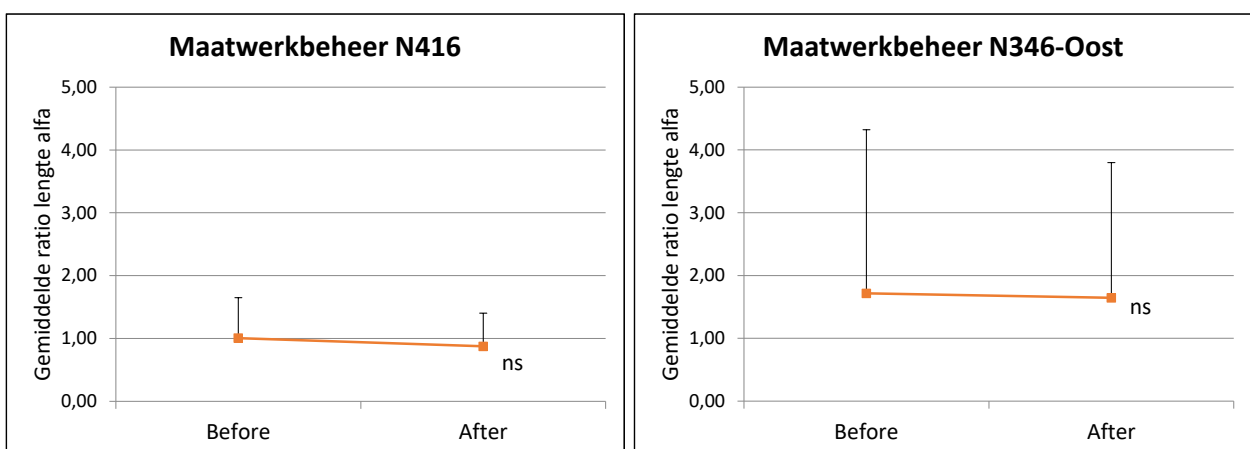
aantal sporen per valnacht met <1% toegenomen. Op basis van de BACI-analyse is een niet-significante afname ($p=0,31$) van 13% in de gemiddelde ratio van het aantal sporen per valnacht vastgesteld (figuur 3.4). Na implementatie van het maatwerkbeheer is het gemiddelde aantal sporen per valnacht langs de N346-Oost met 23% afgenomen. Op de *Control*-plek N346-West is na implementatie van het maatwerkbeheer het gemiddelde aantal sporen per valnacht met 30% afgenomen. Op basis van de BACI-analyse is een niet-significante toename ($p=0,12$) van 24% in de gemiddelde ratio van het aantal sporen per valnacht vastgesteld (figuur 3.4). Dit betekent dat de hypothese moet worden verworpen voor beide onderzoeklocaties: maatwerkbeheer leidt niet tot een significante afname in het aantal keer dat reeën de wegberm bezoeken.



Figuur 3.4 Gemiddelde ratio van het gemiddelde aantal sporen per valnacht – alle looprichtingen – op de *Impact*- en *Control*-plek van onderzoeklocaties MB1 en MB2 vóór en na implementatie van het maatwerkbeheer. De foutbalken geven de standaardafwijkingen. ns = het verschil is niet-significant ($p>0,05$).

Hypothese: Maatwerkbeheer leidt tot een significante afname in de loopafstand die reeën in de wegberm afleggen.

Na implementatie van het maatwerkbeheer is de gemiddelde lengte van alfa per inventarisatie langs de N416 met 18% afgenomen. Op de *Control*-plek Bergweg is na implementatie van het maatwerkbeheer deze gemiddelde lengte met 2% afgenomen. Op basis van de BACI-analyse is een niet-significante afname ($p=0,26$) van 13% in de gemiddelde ratio van de loopafstand die reeën in de wegberm afleggen, vastgesteld (figuur 3.5).

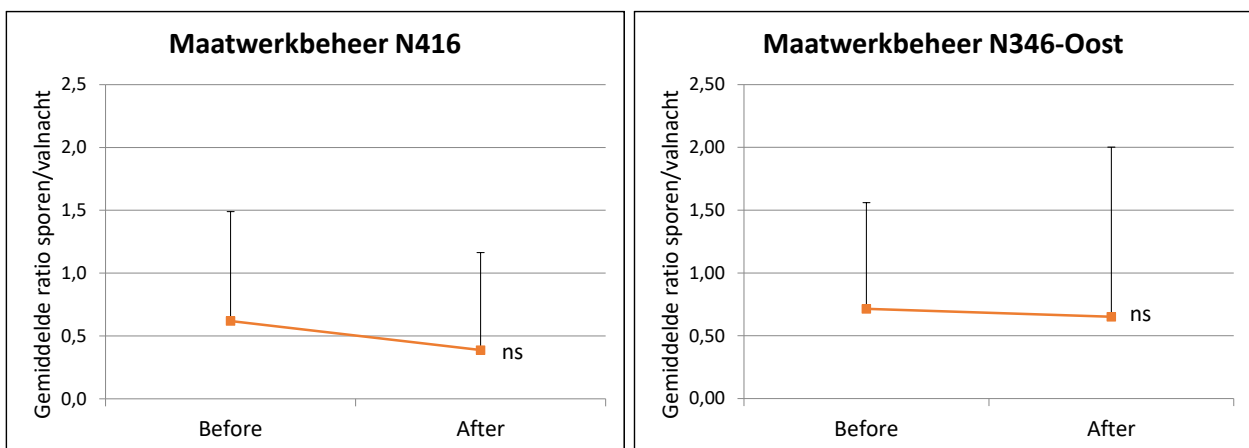


Figuur 3.5 Gemiddelde ratio van de gemiddelde lengte van alfa op de *Impact*- en *Control*-plek van onderzoeklocaties MB1 en MB2 vóór en na implementatie van het maatwerkbeheer. De foutbalken geven de standaardafwijkingen. ns = het verschil is niet-significant ($p>0,05$).

Na implementatie van het maatwerkbeheer is de gemiddelde lengte van alfa per inventarisatie langs de N346-Oost met 42% afgenomen. Op de *Control*-plek N346-West is na implementatie van het maatwerkbeheer deze gemiddelde lengte met 15% toegenomen. Op basis van de BACI-analyse is een niet-significante afname ($p=0,41$) van 4% in de gemiddelde ratio van de loopafstand die reeën in de wegberm afleggen, vastgesteld (figuur 3.5). Dit betekent dat de hypothese moet worden verworpen voor beide onderzoeklocaties: maatwerkbeheer leidt niet tot een significante afname in de loopafstand die reeën in de wegberm afleggen.

Hypothese: Maatwerkbeheer leidt tot een significante toename in de loopsnelheid waarmee reeën de wegberm passeren.

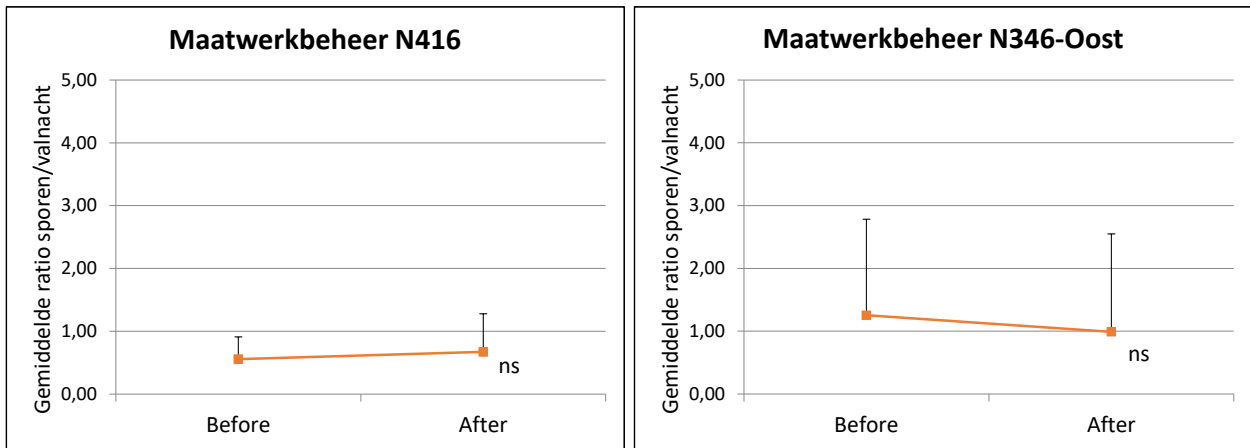
Na implementatie van het maatwerkbeheer is het gemiddelde aantal sporen in draf/galop per valnacht langs de N416 met 46% afgenomen. Op de *Control*-plek Bergweg is na implementatie van het maatwerkbeheer het gemiddelde aantal sporen in draf/galop per valnacht met 32% afgenomen. Op basis van de BACI-analyse is een niet-significante afname ($p=0,10$) van 37% in de gemiddelde ratio van het aantal sporen in draf/galop per valnacht vastgesteld (figuur 3.6). Na implementatie van het maatwerkbeheer is het gemiddelde aantal sporen in draf/galop per valnacht langs de N346-Oost met 51% afgenomen. Op de *Control*-plek N346-West is na implementatie van het maatwerkbeheer het gemiddelde aantal sporen in draf/galop per valnacht met 55% afgenomen. Op basis van de BACI-analyse is een niet-significante afname ($p=0,42$) van 9% in de gemiddelde ratio van het aantal sporen in draf/galop per valnacht vastgesteld (figuur 3.6). Dit betekent dat de hypothese moet worden verworpen voor beide onderzoeklocaties: maatwerkbeheer leidt niet tot een significante toename in de loopsnelheid waarmee reeën de wegberm passeren.



Figuur 3.6 Gemiddelde ratio van het gemiddelde aantal sporen in draf/galop per valnacht – alle looppunten – op de Impact- en Control-plek van onderzoeklocaties MB1 en MB2 vóór en na implementatie van het maatwerkbeheer. De foutbalken geven de standaardafwijkingen. ns = het verschil is niet-significant ($p>0,05$).

Hypothese: Maatwerkbeheer leidt tot een significante afname in het aantal keer dat reeën de weg oversteken.

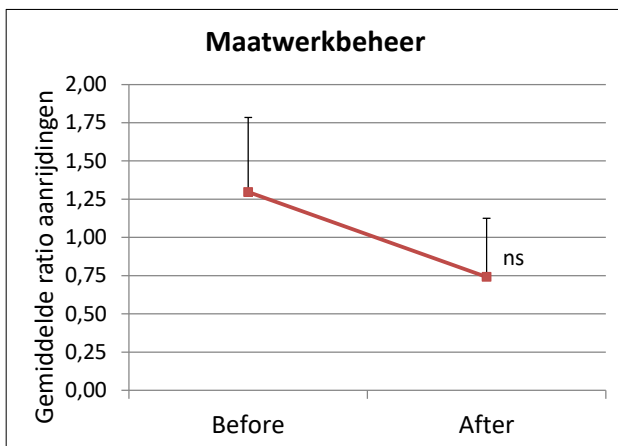
Na implementatie van het maatwerkbeheer is het gemiddelde aantal keer per valnacht dat reeën de N416 oversteken met 1% toegenomen. Op de *Control*-plek Bergweg is na implementatie van het maatwerkbeheer het gemiddelde aantal oversteken per valnacht met 8% afgenomen. Op basis van de BACI-analyse is een niet-significante toename ($p=0,25$) van 21% in de gemiddelde ratio van het aantal oversteken per valnacht vastgesteld (figuur 3.7). Na implementatie van het maatwerkbeheer is het gemiddelde aantal keer per valnacht dat reeën de N346-Oost oversteken met 25% afgenomen. Op de *Control*-plek N346-West is na implementatie van het maatwerkbeheer het gemiddelde aantal oversteken per valnacht met 27% afgenomen. Op basis van de BACI-analyse is een niet-significante afname ($p=0,13$) van 21% in de gemiddelde ratio van het aantal oversteken per valnacht vastgesteld (figuur 3.7). Dit betekent dat de hypothese moet worden verworpen voor beide onderzoeklocaties: maatwerkbeheer leidt niet tot een significante afname in het aantal keer dat reeën de weg oversteken.



Figuur 3.7 Gemiddelde ratio van het gemiddelde aantal sporen per valnacht – alle looprichtingen – die naar verwachting hebben geleid tot een oversteek op de Impact- en Control-plek van onderzoeklocaties MB1 en MB2 vóór en na implementatie van het maatwerkbeheer. De foutbalken geven de standaardafwijkingen. ns = het verschil is niet-significant ($p > 0,05$).

Hypothese: Maatwerkbeheer leidt tot een significante afname in het aantal registraties van reeën als faunaslachtoffer.

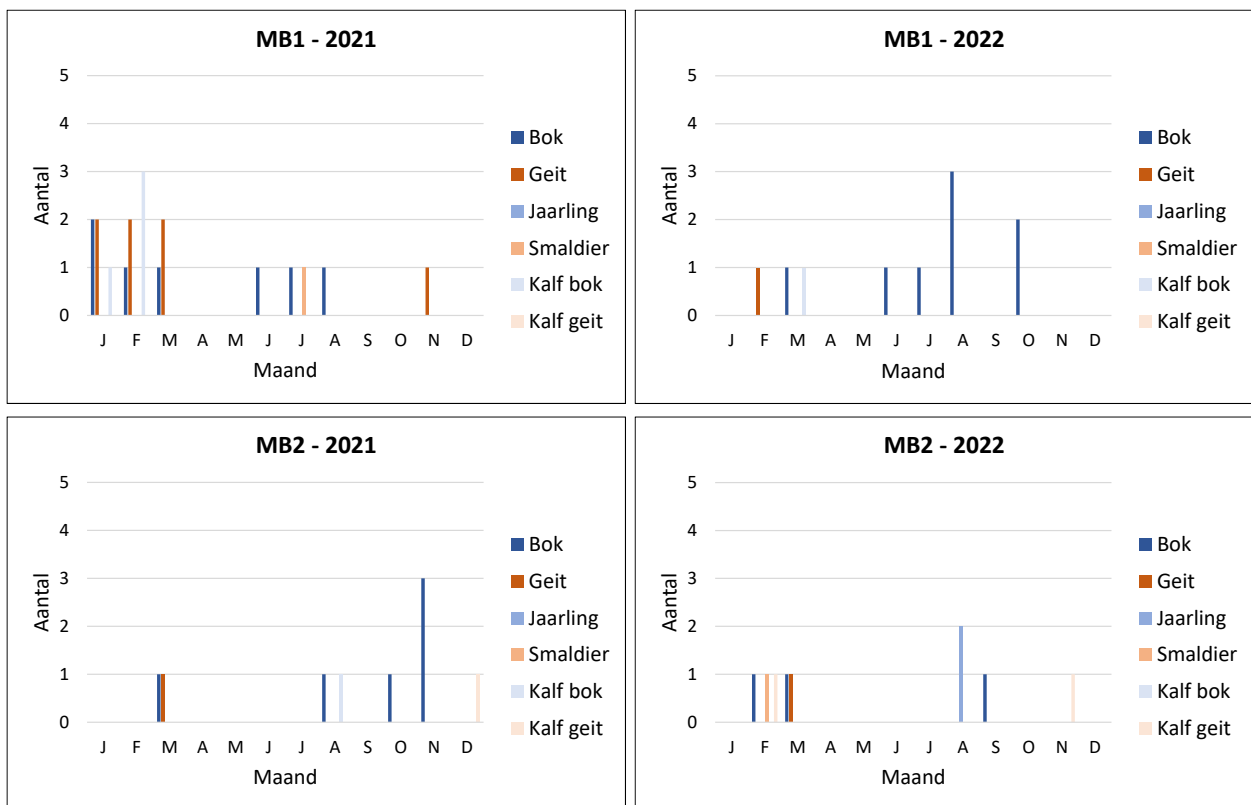
Na implementatie van het maatwerkbeheer is het gemiddelde aantal aanrijdingen per jaar op de N416 en de N346-Oost met respectievelijk 52 en 49% afgenomen. Op de Control-plekken Bergweg en N346-West is na implementatie van het maatwerkbeheer het gemiddelde aantal aanrijdingen per jaar met 4% toegenomen, respectievelijk 26% afgenomen. Op basis van de BACI-analyse is een niet-significante afname ($p = 0,21$) van 45% in de gemiddelde ratio van het aantal aanrijdingen per jaar vastgesteld (figuur 3.8). Dit betekent dat de hypothese moet worden verworpen: maatwerkbeheer leidt niet tot een significante afname in het aantal registraties van reeën als faunaslachtoffer.



Figuur 3.8 Gemiddelde ratio van het aantal aanrijdingen met reeën per jaar op de Impact- en Control-plekken van onderzoeklocaties MB1 en MB2 vóór en na implementatie van het maatwerkbeheer. De foutbalken geven de standaardafwijkingen. ns = het verschil is niet-significant ($p > 0,05$).

3.2 Praktische uitvoerbaarheid maatwerkbeheer

Op onderzoeklocatie MB1 zijn in het kader van het maatwerkbeheer 29 reeën geschoten; 19 in 2021 en 10 in 2022 (figuur 3.9). In het eerste jaar betrof dit 7 bokken, 7 geiten, 1 smaldier en 4 kalveren. In het tweede jaar betrof dit 8 bokken, een geit en een kalf. In 2021 zijn er in de eerste vier maanden van het jaar, de periode waarop het accent ligt voor het uitvoeren van het maatwerkbeheer, 14 dieren geschoten. In de periode juni-augustus zijn 4 dieren geschoten en in november is 1 dier geschoten. In 2022 zijn er in de eerste vier maanden van het jaar 3 dieren geschoten, in de periode juni-augustus 5 en in oktober 2. Op onderzoeklocatie MB2 zijn in het kader van het maatwerkbeheer 18 reeën geschoten; 9 in 2021 en 9 in 2022 (figuur 3.9). In het eerste jaar betrof dit 6 bokken, een geit en 2 kalveren. In het tweede jaar betrof dit 3 bokken, 1 geit, 2 jaarlingen, 1 smaldier en 2 kalveren. In 2021 zijn er in de eerste vier maanden van het jaar 2 dieren geschoten. De overige dieren zijn alle in de periode augustus-december geschoten. In 2022 zijn er in de eerste vier maanden van het jaar 5 dieren geschoten. Vervolgens 2 in augustus en 1 in november.



Figuur 3.9 Het afschot van reeën dat tijdens de uitvoering van het maatwerkbeheer per maand is gerealiseerd op de onderzoeklocaties MB1 en MB2 in 2021 en 2022.

Op onderzoeklocatie MB1 zijn 278 manuren besteed aan het maatwerkbeheer. Deze zijn niet gelijk verdeeld over beide jaren: in 2021 zijn 224 manuren besteed, in 2022 waren dat er 54. Over beide jaren samen kostte het gemiddeld 9,6 manuren om een dier te schieten. Ook hier is echter een verschil tussen de jaren zichtbaar: in 2021 waren er gemiddeld circa 11,8 manuren nodig om tot afschot te komen, in 2022 waren dat er circa 5,4. In het tweede jaar is de jacht dus efficiënter geworden. Op onderzoeklocatie MB2 zijn 391 manuren besteed aan het maatwerkbeheer. Deze zijn ook hier niet gelijk verdeeld over beide jaren: in 2021 zijn 288 manuren besteed, in 2022 waren dat er 103. Over beide jaren samen kostte het gemiddeld 22 manuren om een dier te schieten. Ook hier is echter een verschil tussen de jaren zichtbaar: in 2021 waren er gemiddeld circa 32 manuren nodig om tot afschot te komen, in 2022 waren dat er circa 11,5. In het tweede jaar is de jacht dus ook op onderzoeklocatie MB2 efficiënter geworden.

Door de jagers op onderzoeklocatie MB1 zijn de volgende knelpunten gesignaleerd bij de uitvoering van het maatwerkbeheer:

- Een afname van de zichtbaarheid van reeën doordat ze later uittreden als gevolg van een toename van het aantal wandelaars en fietsers in de bossen, ook voor zonsopgang en na zonsondergang. De Covid-19-pandemie en de in dat verband afgekondigde 'lockdown' aan het begin van 2021 was een belangrijke oorzaak van de toegenomen recreatiedruk. Deze duurde voort tot in de zomermaanden van 2021. De recreatiedruk nam pas af toen dierentuinen, pretparken etc. weer opengingen. De indruk was echter dat ook in 2022 de recreatiedruk nog niet het niveau had bereikt van voor de pandemie. Een verminderde zichtbaarheid door laat uittreden is dus ook in het tweede jaar van het maatwerkbeheer ervaren.
- Het maatwerkbeheer moet concurreren met het reguliere beheer van de populaties hoefdieren in het gebied. Daarom kon er in het najaar van 2021 en 2022 minder tijd aan het maatwerkbeheer besteed worden dan in de eerste maanden van het betreffende jaar.

Door de jagers op onderzoeklocatie MB2 zijn de volgende knelpunten gesignaleerd bij de uitvoering van het maatwerkbeheer:

- Reeën treden vaak uit buiten de zone of op percelen waar geen jacht op zit.
- Reeën treden ook pas laat uit, vaak na donker, vooral vanwege de (toegenomen) recreatiedruk in het gebied sinds de Covid-19-pandemie. De in de ontheffing opgenomen beperking om afschot tot 1 uur na zonsondergang te plegen, helpt dan ook niet om tot het gewenste afschot te komen.
- Op sommige momenten is het lastiger om tot afschot te komen omdat de dieren actiever zijn gedurende de dag en in de nacht, maar minder in de schemering.
- De aanwezigheid van honden – waardoor reeën wegblijven – bemoeilijkt het afschot, evenals de aanwezigheid van landbouwhuisdieren zoals schapen en paarden, die maken dat veilig schieten niet mogelijk is. Een toename van het aantal ruiters in het gebied versterkte dit probleem in 2022. Grasland met schapenbeweiding lijkt door reeën te worden gemedend, ook nadat de schapen alweer zijn verplaatst.
- Sommige jachtvelden binnen de zone zijn klein waardoor afschot lastig is, mede vanwege de veiligheid.
- Vanuit de auto jagen is lastig, omdat er weinig wegen in de zones aanwezig zijn. Bersen is lastig bij aanwezigheid van (veel) recreanten.
- Een verandering in gewas – zoals mais – op percelen ten opzichte van eerdere jaren verkleint de voorspelbaarheid van waar de dieren uittreden. De indruk is dat deze dekking biedende gewassen voor een verandering in het terreingebruik van de reeën zorgt. De zichtbaarheid neemt hierdoor af.
- Het maatwerkbeheer vraagt een aanzienlijke inspanning die lastig op langere termijn is vol te houden. De jagers ervaren dat het maatwerkbeheer concurreert met het reguliere beheer en andere tijdbestedingen.

Door de jagers op onderzoeklocatie MB1 is de volgende aanbeveling gedaan om de uitvoerbaarheid van het maatwerkbeheer te vergroten:

- Jacht vanuit de auto lijkt het succesvolst. 62% van het afschot is op deze wijze behaald. Maar aanzitjacht vanuit een hoogzit vormt een belangrijke aanvulling. Op Landgoed Prattenburg zijn om deze reden in de zomer van 2021 twee hoogzits geplaatst. Op onderzoeklocatie MB1 is hiermee over beide jaren 28% van het afschot behaald. De bersjacht is niet vaak toegepast. Met deze jachtmethode zijn over beide jaren drie dieren geschoten.

Door de jagers op onderzoeklocatie MB2 zijn de volgende aanbevelingen gedaan om de uitvoerbaarheid van het maatwerkbeheer te vergroten:

- Het meeste succes is bereikt door rondrijden, gevolgd door een korte bersjacht. Aanvankelijk leek ook de aanzitjacht vanuit een hoogzit een goede methode, maar dit leidde zelden tot afschot, omdat er veel dekking in het gebied aanwezig is.
- Om beter vanuit de auto te kunnen jagen, is een beheerweg binnen het terrein van Natuurmonumenten opengesteld ten behoeve van het maatwerkbeheer.
- Gebruik van een restlichtversterker heeft de kans op afschot in het donker vergroot. Dit is vooral relevant in verband met de trend dat de dieren later uittreden, na de schemering.

3.3 Toetsing hypothesen virtueel hekwerk

Tabel 3.3 geeft een overzicht van de gemeten waarden per meetvariabele voor de *Impact*- en *Control*-plek, vóór en na de implementatie van het virtuele hekwerk. Voor de meetvariabelen die samenhangen met activiteit in de wegberm of in de zones rond de weg betreft het de waarden per onderzoeklocatie. Voor het aantal geregistreerde aanrijdingen met reeën betreft het de waarden voor de twee onderzoeklocaties samen.

Tabel 3.3 Per meetvariabele de gemeten waarden voor de *Impact*- en *Control*-plek(ken), vóór en na de implementatie van het virtuele hekwerk.

Meetvariabele	Impact-plek(ken)		Control-plek(ken)	
	Before	After	Before	After
VH1				
Gem. aantal waarnemingen in de zones per camera per meetdag	0,50	0,58	0,20	0,18
Gem. tijdstip waarnemingen in de zones tussen 12:00 en 24:00 uur	20:20	19:58	19:17	18:55
Gem. aantal waarnemingen in de zones bij daglicht per meetdag	0,18	0,30	0,10	0,06
Gem. aantal sporen op een 100m-sporenbed per valnacht	1,10	1,05	0,88	0,97
Gem. lengte van alfa (m) op de sporenbedden per inventarisatie	5,48	4,46	4,46	5,72
Gem. aantal sporen in draf/galop op een 100m-sporenbed per valnacht	0,20	0,07	0,17	0,04
Gem. aantal oversteken per 100 m weg per valnacht	0,68	0,59	0,55	0,47
VH2				
Gem. aantal waarnemingen in de zones per camera per meetdag	0,21	0,27	0,32	0,33
Gem. tijdstip waarnemingen in de zones tussen 12:00 en 24:00 uur	20:21	20:44	20:06	19:13
Gem. aantal waarnemingen in de zones bij daglicht per meetdag	0,08	0,09	0,15	0,17
Gem. aantal sporen op een 100m-sporenbed per valnacht	0,67	0,54	1,71	1,19
Gem. lengte van alfa (m) op de sporenbedden per inventarisatie	4,79	4,53	5,63	5,46
Gem. aantal sporen in draf/galop op een 100m-sporenbed per valnacht	0,08	0,03	0,12	0,06
Gem. aantal oversteken per 100 m weg per valnacht	0,39	0,31	0,99	0,56
VH1+VH2				
Gem. aantal geregistreerde aanrijdingen per 3 km per jaar	13,1	10,0	12,6	23,0

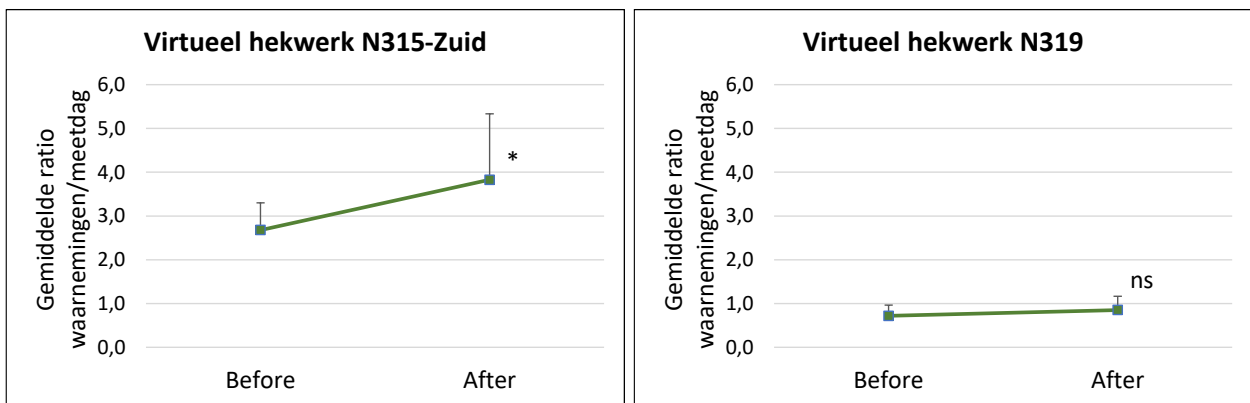
Op basis van het gemiddelde aantal oversteken per 100 m weg per valnacht is een schatting te maken van het aantal dieren dat de 3 km lange wegtrajecten per jaar oversteekt (tabel 3.4). De schattingen variëren per plek tussen bijna 4.000 en 8.500 oversteken. Zetten we het jaarlijkse aantal aanrijdingen met reeën op deze wegtrajecten af tegen deze schattingen, dan wordt duidelijk dat slechts een fractie van de oversteken leidt tot een aanrijding; variërend van circa 0,2 tot 0,3% (tabel 3.4).

Tabel 3.4 Per onderzoeklocatie en wegtraject een schatting van het gemiddelde aantal keer dat reeën de weg oversteken per jaar, op basis van de *Before*- en *After*-metingen samen, en het gemiddelde percentage van deze oversteken dat leidt tot een aanrijding.

Wegtraject	Gemiddelde aantal oversteken per 3 km per jaar	Gemiddelde percentage aanrijdingen
VH1		
N315-Zuid	6.927	0,17
Varsseveldseweg	5.564	0,32
VH2		
N319	3.809	0,30
N315-Zuid	8.465	0,21

Hypothese: Een virtueel hekwerk leidt niet tot een significante afname in de relatieve dichtheid van reeën in de gebieden die grenzen aan de weg.

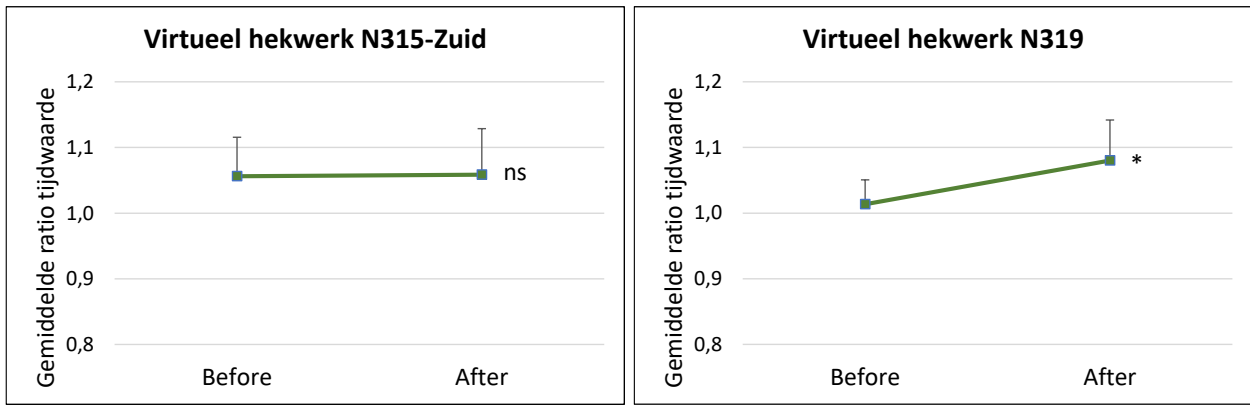
Na implementatie van het virtuele hekwerk is het gemiddelde aantal waarnemingen van reeën per meetdag in de gebieden langs de N315-Zuid met 15% toegenomen. Op de *Control*-plek Varsseveldseweg is na implementatie van het virtuele hekwerk het gemiddelde aantal waarnemingen per meetdag met 9% afgenomen. Op basis van de BACI-analyse is een significante toename ($t=-2,80$, $df=5$, $p=0,04$) van 43% in de gemiddelde ratio van het aantal waarnemingen per meetdag vastgesteld (figuur 3.10). Na implementatie van het virtuele hekwerk is het gemiddelde aantal waarnemingen van reeën per meetdag in de gebieden langs de N319 met 30% toegenomen. Op de *Control*-plek N315-Noord is na implementatie van het virtuele hekwerk het gemiddelde aantal waarnemingen per meetdag met 3% toegenomen. Op basis van de BACI-analyse is een niet-significante toename ($t=-0,69$, $df=5$, $p=0,52$) van 19% in de gemiddelde ratio van het aantal waarnemingen per meetdag vastgesteld (figuur 3.10). Dit betekent dat de hypothese niet kan worden verworpen voor beide onderzoeklocaties: een virtueel hekwerk leidt niet tot een significante afname in de relatieve dichtheid van reeën in de gebieden die grenzen aan de weg.



Figuur 3.10 Gemiddelde ratio van het gemiddelde aantal waarnemingen per meetdag op de Impact- en Control-plek van onderzoeklocaties VH1 en VH2 vóór en na implementatie van het virtuele hekwerk. De foutbalken geven de standaardafwijkingen. ns = het verschil is niet significant ($p>0,05$); * = het verschil is significant ($p\leq 0,05$).

Hypothese: Een virtueel hekwerk leidt niet tot een significant later tijdstip waarop reeën actief worden in de gebieden die grenzen aan de weg.

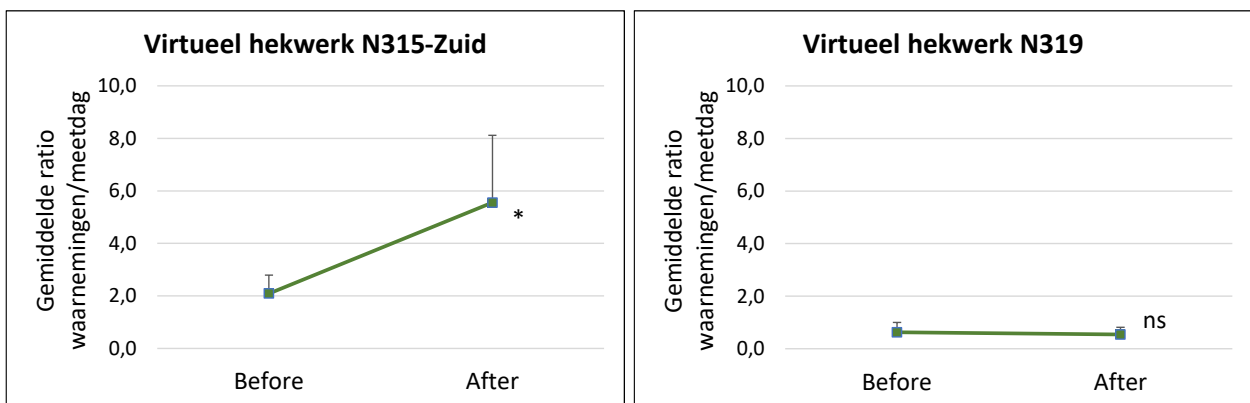
Na implementatie van het virtuele hekwerk is het gemiddelde tijdstip van de waarnemingen die tussen 12:00 en 24:00 uur zijn gedaan in de gebieden langs de N315-Zuid circa 22 minuten eerder dan in de *Before*-periode. Op de *Control*-plek Varsseveldseweg is na implementatie van het virtuele hekwerk het gemiddelde tijdstip van de waarnemingen circa 22 minuten eerder dan in de *Before*-periode. Op basis van de BACI-analyse is een niet-significante toename ($t=0,00$, $df=5$, $p=1,00$) van <1% in de gemiddelde ratio van de tijdwaarde van de waarnemingen vastgesteld (figuur 3.11). Dit betekent dat de hypothese niet kan worden verworpen voor onderzoeklocatie VH1: een virtueel hekwerk leidt niet tot een significant later tijdstip waarop reeën actief worden in de gebieden die grenzen aan de weg. Na implementatie van het virtuele hekwerk is het gemiddelde tijdstip van de waarnemingen die tussen 12:00 en 24:00 uur zijn gedaan in de gebieden langs de N319, circa 23 minuten later dan in de *Before*-periode. Op de *Control*-plek N315-Noord is na implementatie van het virtuele hekwerk het gemiddelde tijdstip van de waarnemingen circa 53 minuten eerder dan in de *Before*-periode. Op basis van de BACI-analyse is een significante toename ($t=-2,70$, $df=5$, $p=0,04$) van 7% in de gemiddelde ratio van de tijdwaarde van de waarnemingen vastgesteld (figuur 3.11). Omgerekend is dit een verschuiving naar een later tijdstip van circa 1 uur en 36 minuten. De hypothese moet dan ook wel worden verworpen voor onderzoeklocatie VH2: een virtueel hekwerk heeft hier wel geleid tot een significant later tijdstip waarop reeën actief worden in de gebieden die grenzen aan de weg.



Figuur 3.11 Gemiddelde ratio van de tijdwaarde van de waarnemingen die tussen 12:00 en 24:00 uur zijn gedaan op de Impact- en Control-plek van onderzoeklocaties VH1 en VH2 vóór en na implementatie van het virtuele hekwerk. De foutbalken geven de standaardafwijkingen. ns = het verschil is niet-significant ($p > 0,05$); * = het verschil is significant ($p \leq 0,05$).

Hypothese: Een virtueel hekwerk leidt niet tot een significante afname in activiteit bij daglicht van reeën in de gebieden die grenzen aan de weg.

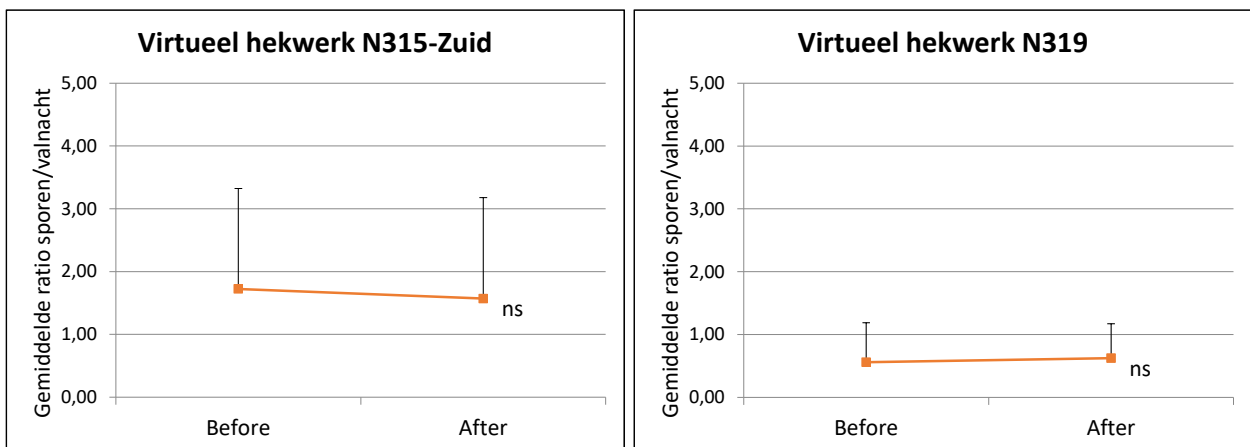
Na implementatie van het virtuele hekwerk is het gemiddelde aantal waarnemingen bij daglicht per meetdag in de gebieden langs de N315-Zuid met 71% toegenomen. Op de Control-plek Varsseveldseweg is na implementatie van het virtuele hekwerk het gemiddelde aantal waarnemingen bij daglicht per meetdag met 37% afgenomen. Op basis van de BACI-analyse is een significante toename ($t = -3,33$, $df = 5$, $p = 0,02$) van 165% in de gemiddelde ratio van het aantal waarnemingen bij daglicht per meetdag vastgesteld (figuur 3.12). Na implementatie van het virtuele hekwerk is het gemiddelde aantal waarnemingen bij daglicht per meetdag in de gebieden langs de N319 met 16% toegenomen. Op de Control-plek N315-Noord is na implementatie van het virtuele hekwerk het gemiddelde aantal waarnemingen bij daglicht per meetdag met 20% toegenomen. Op basis van de BACI-analyse is een niet-significante afname ($t = -0,36$, $df = 5$, $p = 0,74$) van 13% in de gemiddelde ratio van het aantal waarnemingen bij daglicht per meetdag vastgesteld (figuur 3.12). Dit betekent dat de hypothese niet kan worden verworpen voor beide onderzoeklocaties: een virtueel hekwerk leidt niet tot een significante afname in activiteit bij daglicht van reeën in de gebieden die grenzen aan de weg.



Figuur 3.12 Gemiddelde ratio van het gemiddelde aantal waarnemingen bij daglicht per meetdag op de Impact- en Control-plek van onderzoeklocaties VH1 en VH2 vóór en na implementatie van het virtuele hekwerk. De foutbalken geven de standaardafwijkingen. ns = het verschil is niet-significant ($p > 0,05$); * = het verschil is significant ($p \leq 0,05$).

Hypothese: Een virtueel hekwerk leidt niet tot een significante afname in het aantal keer dat reeën de wegberm bezoeken.

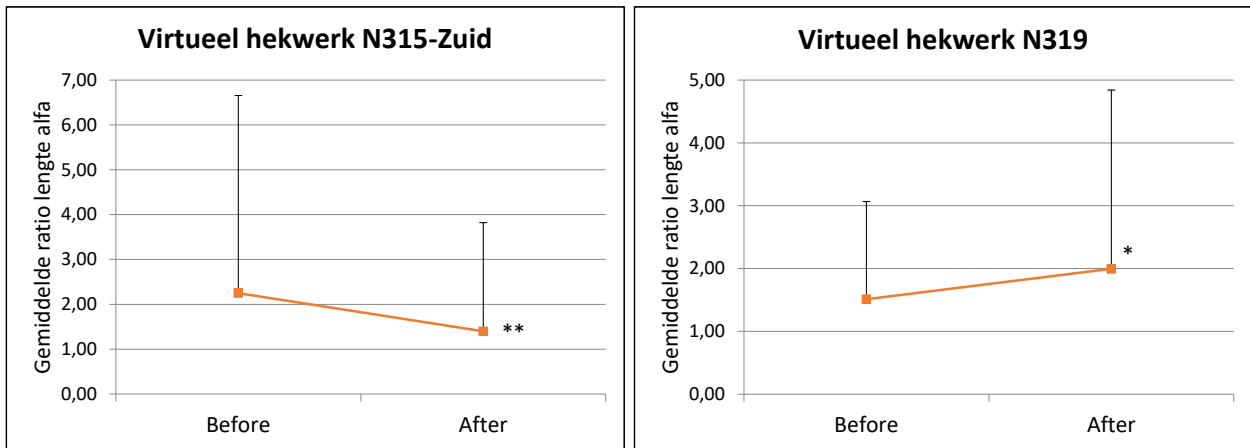
Na implementatie van het virtuele hekwerk is het gemiddelde aantal sporen per valnacht langs de N315-Zuid met 4% afgenomen. Op de *Control*-plek Varsseveldseweg is na implementatie van het virtuele hekwerk het gemiddelde aantal sporen per valnacht met 10% toegenomen. Op basis van de BACI-analyse is een niet-significante afname ($p=0,29$) van 9% in de gemiddelde ratio van het aantal bezoeken per valnacht vastgesteld (figuur 3.13). Na implementatie van het virtuele hekwerk is het gemiddelde aantal sporen per valnacht langs de N319 met 19% afgenomen. Op de *Control*-plek N315-Noord is na implementatie van het virtuele hekwerk het gemiddelde aantal sporen per valnacht met 30% afgenomen. Op basis van de BACI-analyse is een niet-significante toename ($p=0,35$) van 12% in de gemiddelde ratio van het aantal bezoeken per valnacht vastgesteld (figuur 3.13). Dit betekent dat de hypothese niet kan worden verworpen voor beide onderzoeklocaties: een virtueel hekwerk leidt niet tot een significante afname in het aantal keer dat reeën de wegberm bezoeken.



Figuur 3.13 Gemiddelde ratio van het gemiddelde aantal sporen per valnacht – alle looprichtingen – op de Impact- en Control-plek van onderzoeklocaties VH1 en VH2 vóór en na implementatie van het virtuele hekwerk. De foutbalken geven de standaardafwijkingen. ns = het verschil is niet-significant ($p>0,05$).

Hypothese: Een virtueel hekwerk leidt tot een significante afname in de loopafstand die reeën in de wegberm afleggen.

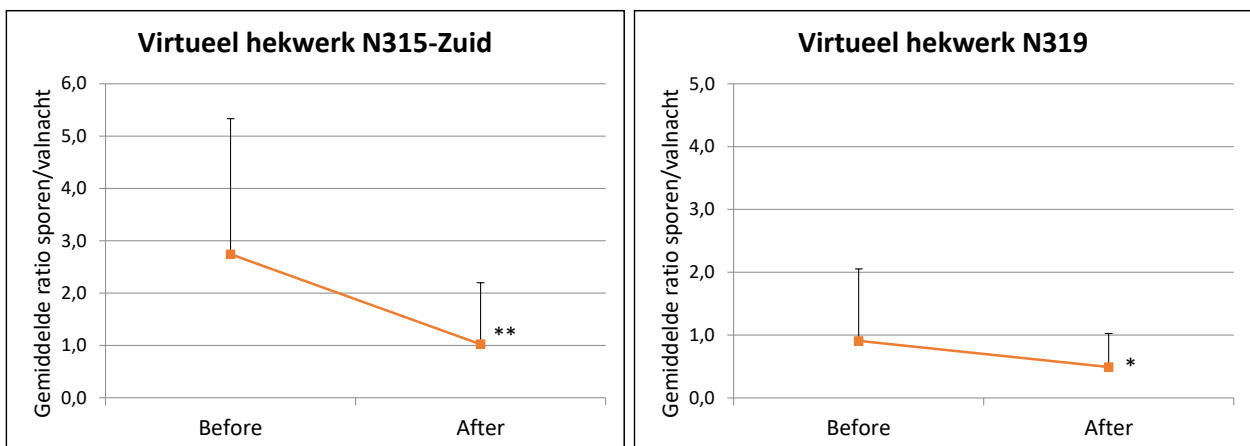
Na implementatie van het virtuele hekwerk is de gemiddelde lengte van alfa per inventarisatie langs de N315-Zuid met 21% afgenomen. Op de *Control*-plek Varsseveldseweg is na implementatie van het virtuele hekwerk deze gemiddelde lengte met 28% toegenomen. Op basis van de BACI-analyse is een significante afname ($p<0,01$) van 38% in de gemiddelde ratio van de loopafstand die reeën in de wegberm afleggen, vastgesteld (figuur 3.14). Dit betekent dat de hypothese niet kan worden verworpen voor onderzoeklocatie VH1: een virtueel hekwerk heeft hier geleid tot een significante afname in de loopafstand die reeën in de wegberm afleggen. Na implementatie van het virtuele hekwerk is de gemiddelde lengte van alfa per inventarisatie langs de N319 met 5% afgenomen. Op de *Control*-plek N315-Noord is na implementatie van het virtuele hekwerk deze gemiddelde lengte met 3% afgenomen. Op basis van de BACI-analyse is een significante toename ($p=0,05$) van 32% in de gemiddelde ratio van de loopafstand die reeën in de wegberm afleggen, vastgesteld (figuur 3.14). Dit betekent dat de hypothese moet worden verworpen voor onderzoeklocatie VH2: een virtueel hekwerk heeft hier niet geleid tot een significante afname in de loopafstand die reeën in de wegberm afleggen.



Figuur 3.14 Gemiddelde ratio van de gemiddelde lengte van alfa per inventarisatie op de Impact- en Control-plekken van onderzoeklocaties VH1 en VH2 vóór en na implementatie van het virtuele hekwerk. De foutbalken geven de standaardafwijkingen. * = het verschil is significant ($p \leq 0,05$); ** = het verschil is zeer significant ($p \leq 0,01$).

Hypothese: Een virtueel hekwerk leidt tot een significante toename in de loopsnelheid waarmee reeën de wegberm passeren.

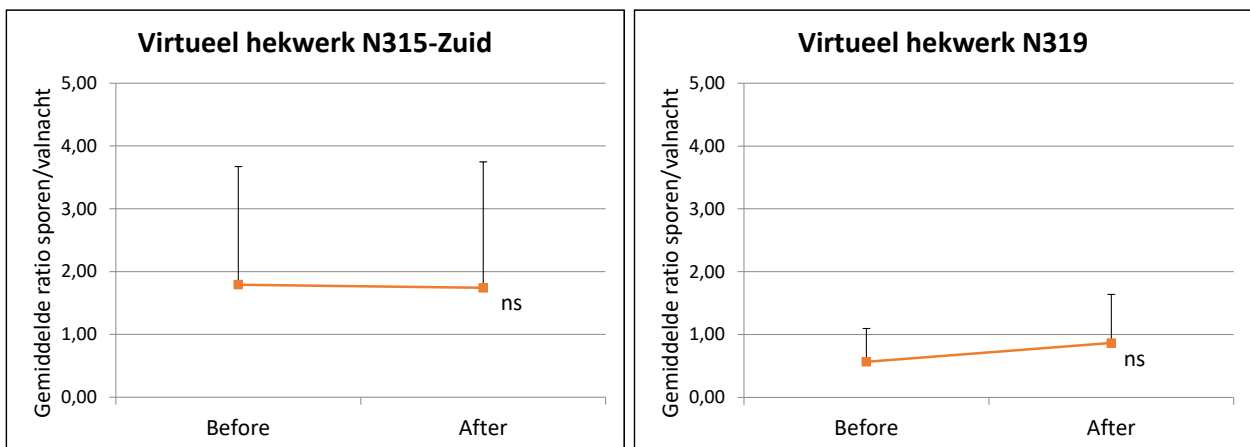
Na implementatie van het virtuele hekwerk is het gemiddelde aantal sporen in draf/galop per valnacht langs de N315-Zuid met 67% afgenomen. Op de Control-plek Varsseveldseweg is na implementatie van het virtuele hekwerk het gemiddelde aantal sporen in draf/galop per valnacht met 76% afgenomen. Op basis van de BACI-analyse is een significante afname ($p < 0,01$) van 63% in de gemiddelde ratio van het aantal sporen in draf/galop per valnacht vastgesteld (figuur 3.15). Na implementatie van het virtuele hekwerk is het gemiddelde aantal sporen in draf/galop per valnacht langs de N319 met 60% afgenomen. Op de Control-plek N315-Noord is na implementatie van het virtuele hekwerk het gemiddelde aantal sporen in draf/galop per valnacht met 48% afgenomen. Op basis van de BACI-analyse is een significante afname ($p = 0,05$) van 46% in de gemiddelde ratio van het aantal sporen in draf/galop per valnacht vastgesteld (figuur 3.15). Dit betekent dat de hypothese moet worden verworpen voor beide onderzoeklocaties: een virtueel hekwerk leidt niet tot een significante toename in de loopsnelheid waarmee reeën de wegberm passeren.



Figuur 3.15 Gemiddelde ratio van het gemiddelde aantal sporen in draf/galop per valnacht – alle looprichtingen – op de Impact- en Control-plek van onderzoeklocaties VH1 en VH2 vóór en na implementatie van het virtuele hekwerk. De foutbalken geven de standaardafwijkingen. * = het verschil is significant ($p \leq 0,05$); ** = het verschil is zeer significant ($p \leq 0,01$).

Hypothese: Een virtueel hekwerk leidt niet tot een significante afname in het aantal keer dat reeën de weg oversteken.

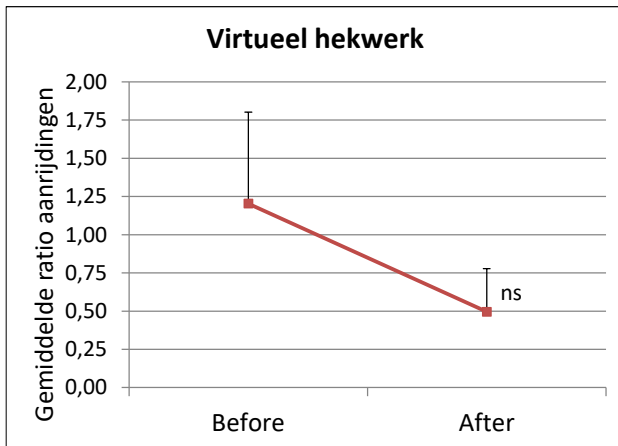
Na implementatie van het virtuele hekwerk is het gemiddelde aantal keer per valnacht dat reeën de N315-Zuid oversteken met 14% afgenomen. Op de *Control*-plek Varsseveldseweg is na implementatie van het virtuele hekwerk het gemiddelde aantal oversteken per valnacht met 16% afgenomen. Op basis van de BACI-analyse is een niet-significante afname ($p=0,43$) van 3% in de gemiddelde ratio van het aantal oversteken per valnacht vastgesteld (figuur 3.16). Na implementatie van het virtuele hekwerk is het gemiddelde aantal keer per valnacht dat reeën de N319 oversteken met 19% afgenomen. Op de *Control*-plek N315-Noord is na implementatie van het virtuele hekwerk het gemiddelde aantal oversteken per valnacht met 43% afgenomen. Op basis van de BACI-analyse is een niet-significante toename ($p=0,06$) van 53% in de gemiddelde ratio van het aantal oversteken per valnacht vastgesteld (figuur 3.16). Dit betekent dat de hypothese niet kan worden verworpen voor beide onderzoeklocaties: een virtueel hekwerk leidt niet tot een significante afname in het aantal keer dat reeën de weg oversteken.



Figuur 3.16 Gemiddelde ratio van het gemiddelde aantal sporen per valnacht – alle looprictingen – die naar verwachting hebben geleid tot een oversteek op de *Impact*- en *Control*-plek van onderzoeklocaties VH1 en VH2 vóór en na implementatie van het virtuele hekwerk. De foutbalken geven de standaardafwijkingen. ns = het verschil is niet-significant ($p>0,05$).

Hypothese: Een virtueel hekwerk leidt tot een significante afname in het aantal registraties van reeën als faunaslachtoffer.

Na implementatie van het virtuele hekwerk is het gemiddelde aantal aanrijdingen per jaar op de N315-Zuid en de N319 met respectievelijk 22 en 25% afgenomen. Op de *Control*-plekken Varsseveldseweg en N315-Noord is na implementatie van het virtuele hekwerk het gemiddelde aantal aanrijdingen per jaar met respectievelijk 172 en 21% toegenomen. Op basis van de BACI-analyse is een niet-significante afname ($p=0,11$) van 58% in de gemiddelde ratio van het aantal aanrijdingen per jaar vastgesteld (figuur 3.17). Dit betekent dat de hypothese moet worden verworpen: een virtueel hekwerk leidt niet tot een significante afname in het aantal registraties van reeën als faunaslachtoffer.



Figuur 3.17 Gemiddelde ratio van het aantal aanrijdingen met reeën per jaar op de Impact- en Control-plekken van onderzoeklocaties VH1 en VH2 vóór en na implementatie van het virtuele hekwerk. De foutbalken geven de standaardafwijkingen. ns = het verschil is niet-significant ($p > 0,05$).

3.4 Praktische uitvoerbaarheid virtueel hekwerk

Op onderzoeklocatie VH1 zijn er in 2021 geen sensoren verdwenen, geen sensoren moedwillig vernield en acht sensoren beschadigd geraakt. De beschadigingen betroffen in alle gevallen half of geheel omgereden paaltjes. In 2022 zijn er hier negen sensoren verdwenen, geen sensoren moedwillig vernield en twee sensoren beschadigd. Dit betekent dat in de twee meetjaren respectievelijk circa 7 en 9% van de sensoren voor enige tijd niet functioneel was. Op onderzoeklocatie VH2 zijn er in 2021 drie sensoren verdwenen, geen sensoren moedwillig vernield en vier sensoren beschadigd geraakt. De beschadigingen betroffen in alle gevallen half of geheel omgereden paaltjes. In 2022 zijn er hier elf sensoren verdwenen, geen sensoren moedwillig vernield en twee sensoren beschadigd. Dit betekent dat in de twee meetjaren respectievelijk circa 6 en 11% van de sensoren voor enige tijd niet functioneel was.

Het virtuele hekwerk heeft alleen in 2021 tot klachten van omwonenden geleid. Op onderzoeklocatie VH1 betrof het twee meldingen van overlast. In geval van de eerste melding, op 23 maart, bleek de sensor 'op hol geslagen', waardoor deze ook bij daglicht reageerde op passerende voertuigen. Zowel bewoners als paarden hadden hier last van. Deze sensor is vervangen. Dit bleek niet afdoende om de overlast te voorkomen, omdat zowel het woonhuis als de paardenbak dicht langs de weg staat. Op deze plek zijn daarom zes sensoren aangepast, op 1 april, waardoor ze na activatie wel licht-, maar geen geluidssignalen meer gaven. Dit betrof een weglengte van 125 m. In geval van de tweede melding, op 8 juni, bleek er eveneens overlast voor bewoners te zijn van het geluid. Hier zijn daarom vier sensoren aangepast, waardoor ze geen geluid meer uitzonden. Dit betrof een weglengte van 75 m. Op onderzoeklocatie VH1 zijn dus sensoren aangepast langs circa 7% van het proeftraject.

Op onderzoeklocatie VH2 betrof het twee meldingen van overlast. In geval van de eerste melding, op 19 juli, bleek de sensor 'op hol geslagen' waardoor deze ook bij daglicht reageerde op passerende voertuigen. Deze sensor is vervangen. Vijf andere sensoren zijn hier op het hoogfrequente geluid ingesteld, wat minder hoorbaar is voor mensen. Dit bleek niet afdoende om de overlast te voorkomen. Op 29 september is het geluid van deze vijf sensoren dan ook uitgezet. Dit betrof een weglengte van 100 m. In geval van de tweede melding, op 7 september, bleek er eveneens overlast voor bewoners te zijn van het geluid. Hier zijn daarom vier sensoren aangepast, waardoor ze alleen het hoogfrequente geluid uitzonden. Dit bleek afdoende om de overlast te voorkomen. Dit betrof een weglengte van 75 m. Op onderzoeklocatie VH2 zijn dus sensoren aangepast langs circa 6% van het proeftraject.

3.5 Veranderingen in landgebruik

Op alle onderzoeklocaties zijn veranderingen in landgebruik gemeten tussen de opeenvolgende onderzoekjaren (bijlage 6). Op de onderzoeklocaties waar de proef met maatwerkbeheer is uitgevoerd, betroffen de jaarlijkse, gemiddelde veranderingen op alle wegtrajecten minder dan 10% van het landgebruik. Rond de N416 veranderde ieder jaar gemiddeld 4,6% van het landgebruik. Dit betrof in beperkte mate de kap van bos, maar vooral wisselingen tussen mais en andere gewassen op de akkers. In 2022 is ook een deel van de akkers omgezet in agrarisch grasland. Rondom de Bergweg zijn gedurende de looptijd van het onderzoek nauwelijks veranderingen in landgebruik gemeten; gemiddeld 0,2% per jaar. Dit betrof de kap van een klein bosperceel. Rond de N346-Oost veranderde ieder jaar gemiddeld 3,8% van het landgebruik. Dit betrof vooral de omzetting van agrarisch grasland in andere vormen van grasland en akkerland, naast wisselingen tussen mais en andere akkergewassen. Rondom de N346-West veranderde gemiddeld 8,1% van het landgebruik tussen de opeenvolgende jaren. Dit betrof vooral een verschuiving van agrarisch grasland naar graslanden met natuurbeheer en, in geringe mate, de omzetting van agrarisch grasland naar akkerland.

Op de onderzoeklocaties waar de proef met het virtuele hekwerk is uitgevoerd, betroffen de jaarlijkse, gemiddelde veranderingen op drie wegtrajecten minder dan 10% van het landgebruik. Eén wegtraject, de N319, kende een jaarlijkse, gemiddelde verandering in landgebruik van net boven de 10%. Rond de N315-Zuid veranderde ieder jaar gemiddeld 5,5% van het landgebruik. Dit betrof wisselingen tussen mais en andere gewassen op de akkers en omzetting van agrarisch grasland naar akkerland of omgekeerd. Rond de Varseveldseweg, waar jaarlijks gemiddeld 3,7% van het landgebruik veranderde, betrof dit in beperkte mate de omzetting van akkerland naar agrarisch grasland, maar vooral verschuivingen van percelen met agrarisch grasland naar grasland met natuurbeheer en overig grasland. Rond de N319 veranderde jaarlijks gemiddeld 11,2% van het landgebruik. De grootste veranderingen hadden hier betrekking op de verschuiving van agrarisch grasland naar grasland met natuurbeheer. Daarnaast waren er wisselingen in de gewassen die op de akkers werden geteeld. Rond de N315-Noord zijn tijdens de looptijd van het onderzoek weinig veranderingen in het landgebruik gemeten: gemiddeld 1,1% per jaar. Dit betrof de omvorming van akkerland naar agrarisch grasland, of omgekeerd.

3.6 Veranderingen in verkeersintensiteit

Op alle wegtrajecten is een daling in verkeersintensiteit waargenomen tussen 2019 en 2020/2021. De oorzaak was de Covid-19 pandemie met bijbehorende lockdowns. In geval van MB1, VH1 en VH2 is vanaf 2020 de verkeersintensiteit weer toegenomen. Voor MB2 geldt dat die nog verder daalde in 2021, waarna ook daar de verkeersintensiteit weer is gestegen. De omvang van de daling verschilde per onderzoeklocatie en wegtraject. Op jaarbasis varieerde de afname in verkeersintensiteit tussen 9 en 19% (tabel 3.5). Voor de onderzoeklocaties MB2, VH1 en VH2 geldt dat het verloop van de veranderingen in verkeersintensiteit vergelijkbaar waren op de *Impact*-plek en de *Control*-plek (zie bijlage 7). Voor MB1 is deze vergelijking niet te maken, omdat er geen meetgegevens zijn van de verkeersintensiteit op de Bergweg uit de onderzoeksperiode.

Tabel 3.5 Per onderzoeklocatie en plek de daling in verkeersintensiteit (in %), op basis van het gemiddelde aantal motorvoertuigen per etmaal op een weekdag per jaar, tussen 2019 en 2020/2021.

Onderzoeklocatie	Daling verkeersintensiteit (%)	
	Impact-plek	Controle-plek
MB1	19,0	-
MB2	9,1	8,9
VH1	16,8	14,8
VH2	17,5	16,3

4 Discussie

4.1 Praktijkproef maatwerkbeheer

Het aantal aanrijdingen met reeën is niet significant afgenomen op plekken waar maatwerkbeheer is uitgevoerd. De BACI-analyses laten zien dat er wel sprake is van een daling in het aantal aanrijdingen na de implementatie van het maatwerkbeheer, maar deze is onvoldoende om te kunnen concluderen dat de maatregel effect heeft gehad. De studieduur was gericht op het aantonen van een effect van minimaal 50% reductie in aanrijdingen (zie paragraaf 2.4). De hier gevonden daling (45%) ligt daaronder en het niet aantonen van een significant verschil kan daarmee dan ook verklaard worden. Indien het hier om een reëel effect gaat, dan zijn hiervoor naar verwachting twee extra meetjaren nodig om dit aan te tonen (zie ook tabel 2.3). Daarbij komt dat de variatie in het aantal aanrijdingen per jaar relatief groot is, waardoor een significant effect lastiger is aan te tonen. Dit betekent ook dat de grootte van een eventueel reëel effect nog kan veranderen bij aanvullende meetjaren. Zo zijn er op de wegtrajecten met maatwerkbeheer in 2021 bijna tweemaal zoveel aanrijdingen geregistreerd als in 2022: negen versus vijf slachtoffers. Het percentage afname van het aantal aanrijdingen met reeën is hierdoor nog weinig robuust.

Op beide onderzoeklocaties waar maatwerkbeheer is uitgevoerd, zijn er op jaarbasis geen veranderingen gevonden in het aantal keer dat reeën de weg oversteken, het aantal keer dat reeën de wegberm bezoeken, de loopafstand die reeën in de wegberm afleggen of de loopsnelheid waarmee reeën de wegberm passeren. Ook heeft het maatwerkbeheer niet geleid tot een afname in activiteit van reeën in de zones waar het maatwerkbeheer is uitgevoerd of een later tijdstip waarop reeën hier actief worden. Hiermee is geen mechanisme aan te wijzen dat de negatieve trend in het aantal aanrijdingen met reeën verklaart. Er zijn geen aanwijzingen dat de (relatieve) dichtheid van de populatie in de gebieden die direct grenzen aan de weg verandert als gevolg van het uitgevoerde maatwerkbeheer. Dit kan een gevolg zijn van het feit dat op beide locaties het behaalde afschot nog ver aflag van het gewenste afschot. Daarnaast zijn lege plekken in het leefgebied die ontstaan door afschot mogelijk snel weer opgevuld door andere dieren, van binnen of buiten de zone. Van een 'landscape of fear' lijkt ook geen sprake als we naar het aantal waarnemingen per meetdag kijken, dat niet verandert na de start van het maatwerkbeheer. Het ontbreken van een effect op zowel het aantal waarnemingen bij daglicht als het gemiddelde tijdstip waarop de dieren actief zijn, wijst hier ook op. Het is niet uitgesloten dat de dieren wel waakzamer/alerter zijn binnen de zones met maatwerkbeheer of op andere manieren hun gedrag aanpassen, maar het beweegt hen er blijkbaar niet toe om de zones te mijden.

Het na te streven afschot is op beide onderzoeklocaties niet gehaald. Op onderzoeklocatie MB1 is in respectievelijk 2021 en 2022 circa 65 en 39% van het gewenste afschot gehaald, als we de kalveren niet meetellen. Op onderzoeklocatie MB2 was dit in beide meetjaren 35%. Een eerste vraag die zich hierbij opdringt, is of het na te streven afschot wellicht te hoog was ingeschat. Dit is immers gedaan op basis van een analyse van het grondgebruik en enkele vuistregels (zie paragraaf 2.5). Om hier enig inzicht in te krijgen, is per onderzoeklocatie het aantal bokken bepaald op basis van de camerabeelden uit 2020. Hierbij is gebruikgemaakt van de vorm en grootte van het gewei om individuen te onderscheiden. Voor MB1 bleken elf verschillende bokken in de zones actief te zijn. Voor MB2 waren dat er tien. Het kan zijn dat hierbij nog een of meerdere bokken zijn gemist, want op beide locaties waren er ook camerabeelden van bokken waarop het gewei niet (goed) zichtbaar was. Deze aantallen benaderen de schattingen van het aantal aanwezige bokken op basis van het grondgebruik, i.e. 12,5 en 11 bokken voor respectievelijk MB1 en MB2. Het na te streven afschot lijkt dus geen overschatting. Een tweede vraag in dit verband is of een significante reductie in het aantal aanrijdingen met reeën wel te verwachten is als het gewenste afschot wordt gehaald. De gemeten reductie van 45% in het aantal aanrijdingen na de implementatie van het maatwerkbeheer, is in dit verband positief. Als deze reductie het gevolg is van een werkelijk effect, dan is het waarschijnlijk dat een grotere – en dan wellicht significante – reductie kan worden gerealiseerd als het gewenste afschot wordt behaald. Dat betekent immers een toename van gemiddeld 192 en 286%, gerekend over beide jaren en nog

zonder rekening te houden met de kalveren, ten opzichte van het nu gerealiseerde afschot. Zekerheid hierover kan echter niet op basis van dit onderzoek worden gegeven.

De geleverde inspanning in het kader van het maatwerkbeheer is op beide onderzoeklocaties aanmerkelijk lager in het tweede jaar in vergelijking met het eerste jaar waarin dit beheer werd uitgevoerd. Dit lijkt te wijzen op een verminderde animo om tijd te besteden aan het maatwerkbeheer. De jagers geven dit zelf ook aan, voor een deel vanwege de knelpunten waar ze tegenaan lopen bij de uitvoering, maar vooral ook omdat het concurreert met reguliere jacht en andere werkzaamheden. Daartegenover staat dat het maatwerkbeheer wel efficiënter is geworden in het tweede jaar. Er zijn fors minder manuren nodig geweest om tot afschot te komen. Hier lijkt op beide plekken dus sprake van een leercurve, waardoor sneller een resultaat wordt behaald. De afname in het aantal manuren dat op jaarbasis aan maatwerkbeheer besteed is, ondanks de daling in manuren per geschoten dier, indiceert dat maatwerkbeheer naar verwachting niet voor lange tijd kan worden ingezet. En het zet serieuze vraagtekens bij de praktische uitvoerbaarheid in het algemeen. Het gewenste afschot is in beide jaren op beide locaties immers niet gehaald en tegelijkertijd is sprake van een daling wat betreft jachtinspanning. Een oplossing kan zijn om 'hulptroepen' in te zetten vanuit de betreffende WBE of elders, dus andere jagers die de jachthouder helpen om het gewenste afschot te halen. Deze optie wordt door de jagers echter als ongewenst gezien omdat het soms voor problemen zorgt, omdat uitgenodigde jagers onbekend zijn met zowel het veld als de grondeigenaren. Een andere oplossing kan zijn om de middelen voor het plegen van afschot te verruimen via een aangepaste/aanvullende ontheffing, bijvoorbeeld door het mogelijk te maken om later op de avond te jagen of om gebruik te maken van warmtebeelden. Hiermee wordt dan wel afgeweken van het gekozen uitgangspunt dat het maatwerkbeheer zo veel mogelijk binnen de reguliere manier van werken moet vallen, wat implementatie elders weer kan bemoeilijken, bijvoorbeeld omdat dit strijdig is met vigerende regelgeving of lastig is voor het creëren van draagvlak onder jachthouders.

4.2 Praktijkproef virtueel hekwerk

Het aantal aanrijdingen met reeën is niet significant afgenomen op plekken waar een virtueel hekwerk is geplaatst. De BACI-analyses laten zien dat er wel sprake is van een daling in het aantal aanrijdingen na de implementatie van een virtueel hekwerk, maar deze is onvoldoende om te kunnen concluderen dat de maatregel effect heeft gehad. De daling (58%) is groter dan de 50% waarop de studieduur is bepaald (zie paragraaf 2.4). Dat toch geen significant verschil is aangetoond, hangt naar verwachting samen met de onzekerheid in de poweranalyse. Zo is gekozen voor een 80%-kans op het aantonen van een reëel effect van 50% of meer. Er is dus 20% kans dat er wel een reëel effect is, maar we dat met twee meetjaren na plaatsing van het virtuele hekwerk toch niet aantonen. Tabel 2.3 laat zien dat een of twee extra meetjaren naar verwachting voldoende zijn om een significant verschil aan te tonen ingeval er sprake is van een reëel effect. Ook hier geldt dat de variatie in het aantal aanrijdingen per jaar relatief groot is, waardoor de grootte van een eventueel effect nog kan veranderen bij aanvullende meetjaren. Zo zijn er op de wegtrajecten met een virtueel hekwerk in 2021 ruim tweemaal zoveel aanrijdingen geregistreerd als in 2022: veertien versus zes slachtoffers. Het gepresenteerde percentage afname van het aantal aanrijdingen is hierdoor nog weinig robuust.

Maatregelen die erop gericht zijn om dieren te waarschuwen voor gevaar, zoals naderend verkeer, blijken in de praktijk vaak niet of maar tijdelijk een effect te sorteren op het gedrag van de dieren en/of het aantal aanrijdingen met fauna. Een voorbeeld hiervan zijn wildspiegels/-reflectoren. Ujvári et al. (1998) bestudeerden de gedragsreacties van vrijlopende damherten op WEGU-wildreflectoren in een experimentele setting. De eerste nacht met blootstelling aan lichtreflecties vluchtten de damherten in 86-99% van de gevallen voor de reflectie. De vluchtreactie nam echter af in de volgende nachten. Tijdens de vijftiende nacht vluchtte nog slechts 16-30% van de dieren. De onderzoekers concludeerden dat de damherten gewend raakten aan de lichtreflecties van de reflectoren. Pauzes in blootstelling aan deze lichtreflecties vertraagden de gewenning, maar voorkwamen deze niet. Benten et al. (2018b) onderzochten het effect van reflectoren op het aantal aanrijdingen met reeën op 151 locaties in Duitsland. De reflectoren bleken het aantal aanrijdingen niet significant te reduceren.

Een ander voorbeeld in dit verband zijn akoestische afschrikmiddelen. Ujvári et al. (2004) bestudeerden de gedragsreacties van vrijlopende damherten op het afspelen van geluiden van akoestische wegmarkeringen ('waarschuingsribbels') in een experimentele setting. De eerste nacht met blootstelling aan de geluiden vertoonde respectievelijk 13% en 15% van de herten 'vlucht' en 'alarm'-reacties, maar tijdens de volgende nachten reageerden herten steeds vaker niet. Tijdens nacht 10 vertoonden de herten in 99% van de gevallen 'geen reactie'. Dit veranderde niet toen een iets ander afspeelgeluid werd gebruikt. De onderzoekers concluderen dat de herten na verloop van tijd wennen aan de akoestische stimulus, totdat de gedragsreactie verdwijnt. Valitzski et al. (2009) evalueerden de effectiviteit van geluid als afschrikmiddel voor witstaartherten ter voorkoming van aanrijdingen. Hiervoor observeerden ze het gedrag van herten in de wegberm op momenten dat zij met een voertuig passeerden dat geluid uitzond. De test werd uitgevoerd met vijf verschillende typen geluid die alle binnen het gedocumenteerde gehoorbereik van de herten lag. De herten die nabij de weg aanwezig waren, vertoonden geen ander gedrag als gevolg van het door de rijdende auto uitgezonden geluid, ongeacht het type geluid.

Een derde voorbeeld zijn olfactorische afschrikmiddelen. Elmeros et al. (2011) onderzochten in een goed opgezet BACI-experiment de effectiviteit van twee geurstoffen op het gedrag van reeën en edelherten rond voederarena's. Geen van de geteste geurstoffen verminderde de bezoekersaantallen van herten. Als verklaring hiervoor wijzen de onderzoekers op gewenning van de dieren aan olfactorische stimuli en gebrek aan gevoeligheid voor geuren van roofdieren. Bíl et al. (2020) testten het effect van een geurstof op zowel de oversteekfrequentie als de aanwezigheid in de buurt van twee secundaire wegen van zes reeën over een periode van vijf maanden. De resultaten van de metingen toonden aan dat er geen duidelijk effect is van de aangebrachte geurstof op het gedrag van de reeën, niet wat betreft het aantal oversteken als hun aanwezigheid in de buurt van de plekken waar geurstof was aangebracht.

In veel gevallen blijkt er dus sprake te zijn van gewenning van de dieren aan een genomen maatregel dat als afschrikking is bedoeld, waardoor na enige tijd een eventueel effect weer verdwijnt. Gewenning is daarom een aspect waarmee ook bij toepassing van een virtueel hekwerk, waarbij visuele en akoestische vormen van afschrikking zijn gecombineerd, rekening moet worden gehouden. Een eventueel effect kan na enige jaren weer verdwijnen. Of dit optreedt, kan alleen met langjarige monitoring worden vastgesteld.

Wat betreft activiteit in de wegberm en in de gebieden die direct grenzen aan de weg heeft dit onderzoek een aantal verwachtingen bevestigd. Zo zijn er na installatie van een virtueel hekwerk geen veranderingen gevonden in het aantal keer dat reeën op jaarbasis de weg oversteken, het aantal keer dat reeën de wegberm bezoeken of het aantal waarnemingen van reeën in de gebieden langs de weg, al dan niet bij daglicht. Dit bevestigt dat een virtueel hekwerk niet leidt tot een permanente barrière of tot een rigoureuze aanpassing van het terreingebruik van de dieren. Wat betreft de loopafstand die reeën in de wegberm afleggen, is er een verschil tussen de onderzoeklocaties: op VH1 neemt de loopafstand af, waarmee aan de verwachting is voldaan, maar op VH2 neemt de loopafstand juist toe. Een mogelijke verklaring hiervoor is het verschil in landschap. Wellicht verkiezen de dieren een korter verblijf in de wegberm met virtueel hekwerk ingeval deze in een open landschap is geplaatst en dekking dus niet nabij is. Wat betreft de loopsnelheid waarmee reeën de wegberm passeren, is op beide onderzoeklocaties sprake van een afname, in tegenstelling tot de verwachting. Wellicht beweegt het virtuele hekwerk de dieren tot grotere voorzichtigheid in de wegberm en dus een rustigere tred in plaats van tot passages met hoge snelheid. Wat betreft het gemiddelde tijdstip waarop reeën actief worden, is er opnieuw een verschil tussen de onderzoeklocaties. Bij VH1 is er geen verandering in het gemiddelde tijdstip van de waarnemingen tussen 12:00 en 24:00 uur, waarmee aan de verwachting is voldaan, maar bij VH2 verschuift het gemiddelde tijdstip van activiteit naar circa 90 minuten later op de avond. Een verklaring voor dit verschil ontbreekt. Mogelijk is er een verband tussen deze verschuiving in het gemiddelde tijdstip van de waarnemingen en de gemiddeld grotere loopafstand – in vergelijking met onderzoeklocatie VH1 – in de wegbermen van VH2. Later op de avond is er meer duisternis en minder verkeer, wat de dieren wellicht een groter gevoel van veiligheid geeft waardoor ze langer in de wegbermen verblijven.

Op beide onderzoeklocaties heeft een deel van de sensoren tijdelijk niet gefunctioneerd door diefstal of beschadiging. Dit varieerde per plek en jaar tussen de 6 en 11%. Dit komt overeen met wat op andere testlocaties is gevonden. Zo geeft Moser (2007) aan dat circa 13% van de sensoren verdween of beschadigd raakte en Schalk (2009) meldt 9% verlies door diefstal of beschadiging. Er is op zowel onderzoeklocatie VH1

als VH2 wel een toename te zien wat betreft diefstal/beschadiging als we de twee meetjaren vergelijken. Bij toepassing van deze maatregel moet dan ook rekening worden gehouden met de noodzaak om regelmatig inspecties en onderhoud uit te voeren. De levensduur van de sensoren is volgens de fabrikant circa vijf jaar, dus ook dat betekent dat sensoren met regelmaat aan vervanging toe zijn. Het virtuele hekwerk kan voor overlast zorgen door het geluid dat de sensoren uitzenden. In dit onderzoek is aangetoond dat deze overlast kan worden weggenomen door de frequentie van het geluid aan te passen of het geluid uit te zetten. Vanzelfsprekend zorgt dit voor een 'gat' in het virtuele hekwerk dat effect kan hebben op de functionaliteit van de maatregel. Naar verwachting is het effect van dergelijke aanpassingen echter klein. Ze vinden in de meeste gevallen namelijk plaats op plekken waar de risico's op aanrijdingen laag worden geacht, zoals nabij aan de weg gelegen woonhuizen. Dit zijn plekken die door reeën worden gemeden en/of waar ze door tuin- of erfafscheidingen de weg niet kunnen bereiken om over te steken.

4.3 Veranderingen in landgebruik

Het landschap heeft invloed op het terreingebruik van reeën en daarmee ook op de mate waarin wegen worden overgestoken en de kans om hier te worden aangereden (o.a. Groot Bruinderink et al., 2010). Veranderingen in het landschap tijdens de proef kunnen de onderzoeksresultaten dan ook beïnvloeden, bijvoorbeeld wanneer veranderingen in landgebruik leiden tot significant meer of minder geschikt leefgebied voor reeën. De jaarlijks kartering van het landgebruik op alle onderzoeklocaties heeft laten zien dat van grote veranderingen geen sprake is (zie ook bijlage 6). Veranderingen in landschapsstructuur en daarmee bijvoorbeeld de mate waarin het landschap dekking biedt aan de dieren, zijn nauwelijks opgetreden. Langs sommige wegtrajecten is wel enig bos gekapt, maar dit is op alle locaties van zeer beperkte omvang geweest. Boskap gebeurde ook alleen in die gebieden waar een groot deel van het landgebruik uit bos bestond. Van gebrek aan dekking na de kap was op deze locaties dan ook geen sprake. De boskap heeft naar verwachting ook de draagkracht van het gebied niet of nauwelijks beïnvloed. De kapvlakten en/of jonge aanplant boden de dieren immers geschikte foerageerplekken. Op meerdere plekken bestond een aanzienlijk deel van de veranderingen in landgebruik uit een verschuiving van agrarisch grasland naar grasland met natuurbeheer. De graslanden met natuurbeheer betroffen vooral graslanden waar maatregelen zijn genomen in het kader van weidevogelbeheer, zoals het uitstellen van maaien. De inschatting is dat dit weinig effect heeft gehad op de kwaliteit van de leefgebieden van reeën. De landschapsstructuur veranderde hier immers niet door en dat geldt ook voor het voedselaanbod. Dat geldt niet voor wisselingen in de teelt van mais en andere akkergewassen. Maisteelt leidt tot meer dekking in de loop van de zomer, als het gewas hoog is, maar tegelijkertijd tot minder voedselaanbod in vergelijking met de meeste andere akkergewassen. Deze tegenovergestelde effecten zijn wellicht tegen elkaar 'weg te strepen' als het gaat om de geschiktheid van de leefgebieden en daarmee de aantrekkelijkheid van de zones rond de onderzochte wegtrajecten voor reeën. Maar ook als dat niet zo is, is de omvang van de veranderingen op de akkers nog zo beperkt dat dit naar verwachting geen significant effect heeft gehad op de activiteit van reeën binnen de onderzoeklocaties.

Aan het begin van het tweede meetjaar brak de Covid-19 pandemie uit. Om de pandemie te beteugelen, werden lockdowns ingesteld die de snelheid waarmee het virus rondging, moesten terugdringen. Dit betekende dat scholen (deels) dichtgingen en, indien mogelijk, mensen thuis werkten en online vergaderden. Dierentuinen, attractieparken en andere recreatieve gelegenheden sloten hun deuren. En ook veel evenementen, zoals concerten, festivals en sportwedstrijden, werden afgelast. Een merkbaar gevolg was dat veel meer mensen de natuur opzochten, bijvoorbeeld om te wandelen, fietsen, kanoën of paardrijden. Hierdoor nam de recreatiedruk in bos- en natuurgebieden, maar ook elders in het buitengebied, sterk toe. Dit gebeurde ook in de gebieden rond de wegtrajecten die in dit onderzoek betrokken zijn. Bij een semi-kwantitatieve vergelijking van het aantal bezoekers in natuur- en recreatiegebieden binnen de provincie Utrecht bleek er na de Covid-19-uitbraak sprake van een toename van bijna 20% in het aantal unieke bezoekers: van circa 3,4 miljoen in 2019 naar circa 4 miljoen in 2021/2022 (Kantar Public, 2023).

Een grotere recreatiedruk kan effect hebben op het gedrag en terreingebruik van reeën. Zo blijkt uit studies naar het effect van recreatief medegebruik van ecodeucten dat reeën dergelijke faunapassages niet minder vaak gaan gebruiken op dagen met veel mensen, maar dat dan wel pas later op de avond doen (Van der Grift et al., 2010; Van der Grift et al., 2020). Het is niet bekend wat het effect van een hoge recreatiedruk is op het oversteekgedrag van reeën of de kans om slachtoffer te worden in het verkeer. Daar

is nog geen onderzoek naar gedaan. Enerzijds is te beargumenteren dat een hogere recreatiedruk leidt tot minder aanrijdingen, omdat de dieren langer in de dekking blijven en pas na de schemering actief worden. Hiermee worden de drukste momenten van de dag wat betreft verkeer vermeden, i.e. de ochtend- en avondspits. Anderzijds kan worden ingebracht dat een hogere recreatiedruk leidt tot meer verstoring van de dieren, mede door loslopende honden, wat tot vluchtgedrag leidt waarbij de reeën mogelijk ook de weg oprennen. Het waarschijnlijkst is dat beide effecten optreden. Daarbij komt dat er ook nog sprake kan zijn van een drempelwaarde: bij een voortdurende recreatiedruk van een bepaalde grootte kunnen de dieren besluiten het gebied te verlaten. Wat dit dan netto betekent voor het aantal aanrijdingen is niet bekend en blijft dus ook in dit onderzoek een 'black box'. Toch is niet de verwachting dat de toegenomen recreatiedruk de uitkomsten van de hier uitgevoerde praktijkproeven sterk heeft beïnvloed. De veranderingen in recreatiedruk waren immers niet lokaal, maar speelden overal. Binnen dit onderzoek dus zowel op de *Impact*- als *Control*-plekken. Dit betekent dat als er een effect van de toegenomen recreatiedruk op het aantal oversteken of aanrijdingen optrad, de BACI-aanpak ervoor zorgt dat hiervoor wordt gecorrigeerd.

4.4 Veranderingen in verkeersintensiteit

De verkeersintensiteit is op alle wegtrajecten veranderd tijdens de looptijd van het onderzoek als gevolg van de Covid-19-pandemie. Op jaarbasis betekende dit een afname in verkeer tot maximaal 19%. Zowel de omvang van de daling als het patroon van de daling was op de *Impact*- en *Control*-plekken echter vergelijkbaar. Dit betekent dat als er een effect van de veranderingen in verkeersintensiteit op het aantal oversteken of aanrijdingen optrad, de BACI-aanpak ervoor zorgt dat hiervoor wordt gecorrigeerd.

5 Conclusies

- Er is geen significante afname in het aantal aanrijdingen met reeën aangetoond als gevolg van het maatwerkbeheer. Er zijn geen aanwijzingen dat het afschot leidt tot veranderingen in de relatieve dichtheden van reeën rond de weg en/of de vorming van een 'landscape of fear' dat de dieren ertoe beweegt de gebieden langs de weg te mijden.
- Er is geen significante afname in het aantal aanrijdingen met reeën aangetoond als gevolg van het virtuele hekwerk. Er zijn geen aanwijzingen dat de maatregel leidt tot minder oversteken, minder bezoeken aan de wegberm of minder activiteit rondom de weg.
- Voor zowel maatwerkbeheer als een virtueel hekwerk is sprake van een niet-significante daling in het aantal aanrijdingen met reeën na implementatie van de maatregelen. Om vast te stellen of er sprake is van een reëel effect, dat hier wellicht buiten de statistische detectielimieten lag, zijn meer meetjaren nodig. Hierbij moet er rekening mee worden gehouden dat bij de dieren gewenning aan een maatregel kan optreden, waardoor na enige jaren een eventueel reëel effect weer verdwijnt.
- Maatwerkbeheer blijkt praktisch moeilijk uitvoerbaar. Maatwerkbeheer vraagt een forse inspanning van de jagers en is daarom niet lang vol te houden. Het niet behalen van het gewenste afschot maakt ook dat met de proef niet het effect is gemeten van de hier gedefinieerde vorm van maatwerkbeheer.
- Een virtueel hekwerk blijkt praktisch goed uitvoerbaar. Het percentage verlies aan sensoren door diefstal of beschadiging bleef beperkt. Dat geldt ook voor meldingen van omwonenden die last hadden van het geluid. Een virtueel hekwerk vraagt wel om regelmatige inspecties en onderhoud.

Dankwoord

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van BIJ12 Unit Faunafonds. Graag bedanken we Ton Heeren, Floris Ensink, Désiré Karelse en Dirk Keuper, die vanuit BIJ12 achtereenvolgens het project hebben begeleid. Onze dank gaat ook uit naar de overige leden van de begeleidingscommissie, te weten Ron Beenen en Femmie Smit (Provincie Utrecht), Jeroen Nuissl en Milan van der Velden (Faunabeheereenheid Utrecht), Teun Achterkamp (Provincie Gelderland), Erik Koffeman en Arend Heinen (Faunabeheereenheid Gelderland), Wilmer Remijnse (BIJ12 Unit Faunafonds) en Wim Knol (KNJV). Zij hebben meegedacht over de opzet van het onderzoek, ondersteuning geboden bij de uitvoering en ons van waardevolle feedback voorzien naar aanleiding van de tussentijdse bevindingen.

Naast de begeleidingscommissie kende dit project ook een klankbordgroep die jaarlijks met een frisse blik naar de voorstellen en voorlopige bevindingen keek en suggesties voor verbeteringen deed of aandachtspunten voor de uitvoering signaleerde. Ook hen willen we hier graag bedanken: Rob Schuitemaker (BIJ12 Unit Faunafonds), Meta Rijks (Staatsbosbeheer), Bob Canjels (Faunabeheereenheid Utrecht), Gijs van Aardenne (Stichting Wildaanrijdingen Nederland), Marien Greep, Ludo Vischer en Bé Brinkman (Vereniging Het Ree), Hans Hollander, Piet Bergers en Maurice La Haye (Zoogdierverseniging).

Het onderzoek vroeg niet alleen om metingen op en langs de wegen, maar ook in de omliggende (natuur)gebieden. In dit verband zijn we blij met de medewerking die de terreineigenaren hebben verleend aan het onderzoek, te weten: Henrick van Asch van Wijck (Landgoed Prattenburg), Wanda Floor-Zwart en Rein Zwaan (Staatsbosbeheer Utrecht), Hugo Spitzen, Joost Rink, Martijn Bergen en Maarten den Hartigh (Utrechts Landschap), Familie Reibestein (Landgoed Reibestein), Jan Willem Dekker (Molecaten Park Landgoed Ginkelduin), Age Fennema (Landgoed De Dikkenberg), Hans Rauwerdink (Natuurmonumenten), Adrienne Lemaire (Staatsbosbeheer Achterhoek).

Ron Beenen en Wim Wijsman (Provincie Utrecht) hebben gezorgd voor de aanleg en het onderhoud van de sporenbedden in de provincie Utrecht. Teun Achterkamp, Patrick Heinst, Maurice Boekelder, Jan Rooding, Rob Broerse, Frank Hoogenboom en Olga van de Veer hebben aanleg en onderhoud van de sporenbedden in de provincie Gelderland georganiseerd en ons begeleid om veilig langs de verkeerswegen te kunnen werken. Tevens hebben zij gezorgd voor de aanleg en het onderhoud van de twee virtuele hekwerken. Aanleg en beheer van de virtuele hekwerken is uitgevoerd door Jan Dorgelo (Traffic Safety Systems). Allen bedankt voor deze technische ondersteuning van het onderzoek.

Voor het maatwerkbeheer is nauw samengewerkt met de Faunabeheereenheid Utrecht en Gelderland, Wildbeheereenheid Kromme Rijn, Wildbeheereenheid Lochem, terreinbeheerders en jachthouders. Wij zijn blij met de inspanningen die door de jagers zijn geleverd en de prettige samenwerking met alle betrokkenen. Voor onderzoeklocatie MB1 betreft dit: Jeroen Nuissl en Milan van der Velden (Faunabeheereenheid Utrecht), Jeroen van Eijk (WBE Kromme Rijn), Henrick van Asch van Wijck, Felix van Asch van Wijck, Aart van Dorland, Gerard Koopmans, Jan-Jaap Boor (Landgoed Prattenburg), Hugo Spitzen, Joost Rink, Martijn Bergen en Maarten den Hartigh (Utrechts Landschap), Wanda Floor-Zwart en Rein Zwaan (Staatsbosbeheer Utrecht), Harry van Emden (Landgoed Reibestein), Gerrit Hartman (reewildcoördinator WBE Kromme Rijn, Landgoed Dikkenberg). Voor onderzoeklocatie MB2 betreft dit: Erik Koffeman (Faunabeheereenheid Gelderland), Paul Timmer-Arends, Gerrit Jan Hoogendoorn, Dinand Blankenberg, Jan Willem Boon, Dick Aalderink, Lawrence van Dijk, Luuk ten Hooven, Niek Spoelder, Erwin Dijkman, Hub Pieters, Jan Esselink, Rik Velhorst (WBE Lochem) en Hans Rauwerdink (Natuurmonumenten).

Gegevens van aanrijdingen met reeën zijn verkregen van Rik Nieuwerf (Stichting Valwild Utrecht), Arend Heinen, Laura Schrauwen en Kyo Leliveld (Faunabeheereenheid Gelderland). Gegevens van verkeersintensiteiten zijn verkregen van Robert Holtkuile, Joris Nijenhuis (Gemeente Doetinchem), Barry Richtersz, Leon Veneberg (Gemeente Utrechtse Heuvelrug) en Siham Bouaabasslam (Provincie

Utrecht). Technische informatie over het gebruikte virtuele hekwerk zijn verkregen van Erich Jäkel (iPTE Traffic Solutions Ltd). Allen dank voor het beschikbaar stellen van de gegevens.

Onze dank gaat ook uit naar een aantal collega's die een bijdrage hebben geleverd aan het onderzoek. Dit betreft Peter Schippers (poweranalyse), Rini Schuiling en Ruut Wegman (GIS), Ruud van Kats, Wim Dimmers, Marina Fijten (ondersteuning veldwerk) en Gilian van Duijvendijk (review). Dank ook aan Frans van Bommel (Van Bommel FAUNAWERK) die betrokken was bij de voorstudie en voorbereidingen van het veldwerk.

Sporenbedden moesten wekelijks worden afgelezen en aangeharkt. Het project kende 8 km aan sporenbed, dus dit betekent dat er gedurende het hele project bijna 500 km sporenbed is geharkt – van Utrecht tot Parijs! De cameravallen hebben circa 2,7 miljoen beelden gemaakt. Geen eenvoudige klus om die allemaal te bekijken en annoteren. We zijn dan ook heel blij met alle studenten die ons team hebben versterkt en een groot deel van dit 'monnikenwerk' op zich hebben genomen: Jurrian Bakker, Lars Meetsma, Tim Neelen, Jeffrey Larooi, EllaMae Duin, Vera Joustra, Daan van den Bor, Ruben Voerman, Nelson Venema, Daan Boven, Esmee Stolze, Jelle de Zwaan, Bram Schep (Aeres Hogeschool Almere); Isabelle Meiling, Elise Brouwer, Yaël van de Mark, Yvan Barendse, Sanne Verplanke, Kim van Dam, Wesley van de Kuit, Hendrikje Kooij, Sara van de Wardt, Thimo Peters (Aeres MBO Ede); Daniël Simon (Helicon MBO Velp; analyse camerabeelden); Joris Wellink, Micky van de Waarsenburg, Madelon van Dongen (HAS Hogeschool Den Bosch); Michiel van Noppen, Thimo Mengelder (Universiteit van Amsterdam).

Literatuur

- Benten A., P. Annighöfer & T. Vor. 2018a. Wildlife warning reflectors' potential to mitigate wildlife-vehicle collisions - A review on the evaluation methods. *Front. Ecol. Evol.* 6:37.
- Benten, A., T. Hothorn, T. Vor & C. Ammer. 2018b. Wildlife warning reflectors do not mitigate wildlife-vehicle collisions on roads. *Accident Analysis and Prevention* 120:64–73.
- Bíl, M., T. Kušta, R. Andrášik, V. Cícha, H. Brodská, M. Ježek & Z. Keken. 2020. No clear effect of odour repellents on roe deer behaviour in the vicinity of roads. *Wildlife Biology* 2020 (4).
- Borst, R. 2011. In: Peltzer, R., B. Worm, G.-J. Spek, R. Borst, R. Schoon & H. Draaijer. *Reeën - Toekomst in Nederland*: 133-141. Vereniging Het Reewild.
- Brieger, F., R. Hagen, M. Kröschel, F. Hartig, I. Petersen, S. Ortmann, R. Suchant. 2017. Do roe deer react to wildlife warning reflectors? A test combining a controlled experiment with field observations. *European Journal of Wildlife Research* 63:72.
- Coulson, G. & H. Bender. 2019. Roadkill mitigation is paved with good intentions: a critique of Fox et al. (2019). *Australian Mammalogy* 42(1):122-130. doi.org/10.1071/AM19009
- Druta, C. & A.S. Alden. 2020. Preventing animal-vehicle crashes using a smart detection technology and warning system. *Transportation Research Record* 2674(10):680–689.
- Elmeros, M., J.K. Winbladh, P.N. Andersen, A.B. Madsen & J.T. Christensen. 2011. Effectiveness of odour repellents on red deer (*Cervus elaphus*) and roe deer (*Capreolus capreolus*): a field test. *European Journal for Wildlife Research* 57:1223-1226.
- Englefield, B., S.G. Candy, M. Starling & P.D. McGreevy. 2019. A trial of a solar-powered, cooperative sensor/actuator, opto-acoustical, virtual road-fence to mitigate roadkill in Tasmania, Australia. *Animals* 9:752. doi:10.3390/ani9100752
- Fox, S., J.M. Potts, D. Pemberton & D. Crosswell. 2019. Roadkill mitigation: trialing virtual fence devices on the west coast of Tasmania. *Australian Mammalogy* 41:205–211. doi.org/10.1071/AM18012
- Fox, S. & J. Potts. 2019. Virtual fence devices – a promising innovation: a response to Coulson and Bender (2019). *Australian Mammalogy* 42(1):131-133. doi.org/10.1071/AM19031
- Gagnon, J.W., C.D. Loberger, S.C. Sprague, K.S. Ogren, S.L. Boe & R.E. Schweinsburg. 2015. Cost-effective approach to reducing collisions with elk by fencing between existing highway structures. *Human-Wildlife Interactions* 9(2):248-264.
- Groot Bruinderink, G.W.T.A., D.R. Lammertsma, P.W. Goedhart, W.G. Buist, R.M.A. Wegman & G.J. Spek. 2010. Factoren bij aanrijdingen met wilde hoefdieren op de Veluwe. *Alterra-rapport 2026*. Alterra, Wageningen.
- Groot Bruinderink, G.W.T.A. 2016. Ree *Capreolus capreolus*. In: Broekhuizen, S., K. Spoelstra, J.B.M. Thissen, K.J. Canters & J.C. Buys (redactie). *Atlas van de Nederlandse zoogdieren*: 299-301. *Natuur van Nederland* 12. Naturalis Biodiversity Center & EIS Kenniscentrum Insecten en andere ongewervelden, Leiden.
- Kilgo, J.C., J.I. Blake, T.E. Grazia, A. Horcher, M. Larsen, T. Mims & S.J. Zarnoch. 2020. Use of roadside deer removal to reduce deer-vehicle collisions. *Human-Wildlife Interactions* 14(1):87-95.
- Moser, E. 2007. Acoustic wildlife warning modules under test. *OÖ Jäger* 4:1-2.
- Roedenbeck, I.A., L. Fahrig, C.S. Findlay, J.E. Houlahan, J.A.G. Jaeger, N. Klar, S. Kramer-Schadt & E.A. van der Grift. 2007. The Rauschholzhausen Agenda for Road Ecology. *Ecology and Society* 12(1):11.
- Rytwinski, T., K. Soanes, J.A.G. Jaeger, L. Fahrig, C.S. Findlay, J. Houlahan, R. van der Ree & E.A. van der Grift. 2016. How effective is road mitigation at reducing road-kill? A meta-analysis. *PLoS ONE* 11(11): e0166941.
- Schalk, A.P. 2009. Opto-acoustical wildlife protection - A 5 year trial in Upper Austria. *IPTE - Schalk & Schalk OG, Graz, Oostenrijk*.
- Smulders, P.B., L. Nouwens, D.E.H. Wansink, E.A. van der Grift & A.C. Hofland. 2021. Leidraad faunavoorzieningen bij infrastructuur. *Rijkswaterstaat, Dienst Water, Verkeer en Leefomgeving, Utrecht*.
- Spek, G.J. 2011. Populatie dynamiek van reeën in het landschap. In: Peltzer, R., B. Worm, G.J. Spek, R. Borst, R. Schoon & H. Draaijer. *Reeën - Toekomst in Nederland*: 124-133. Vereniging Het Reewild.

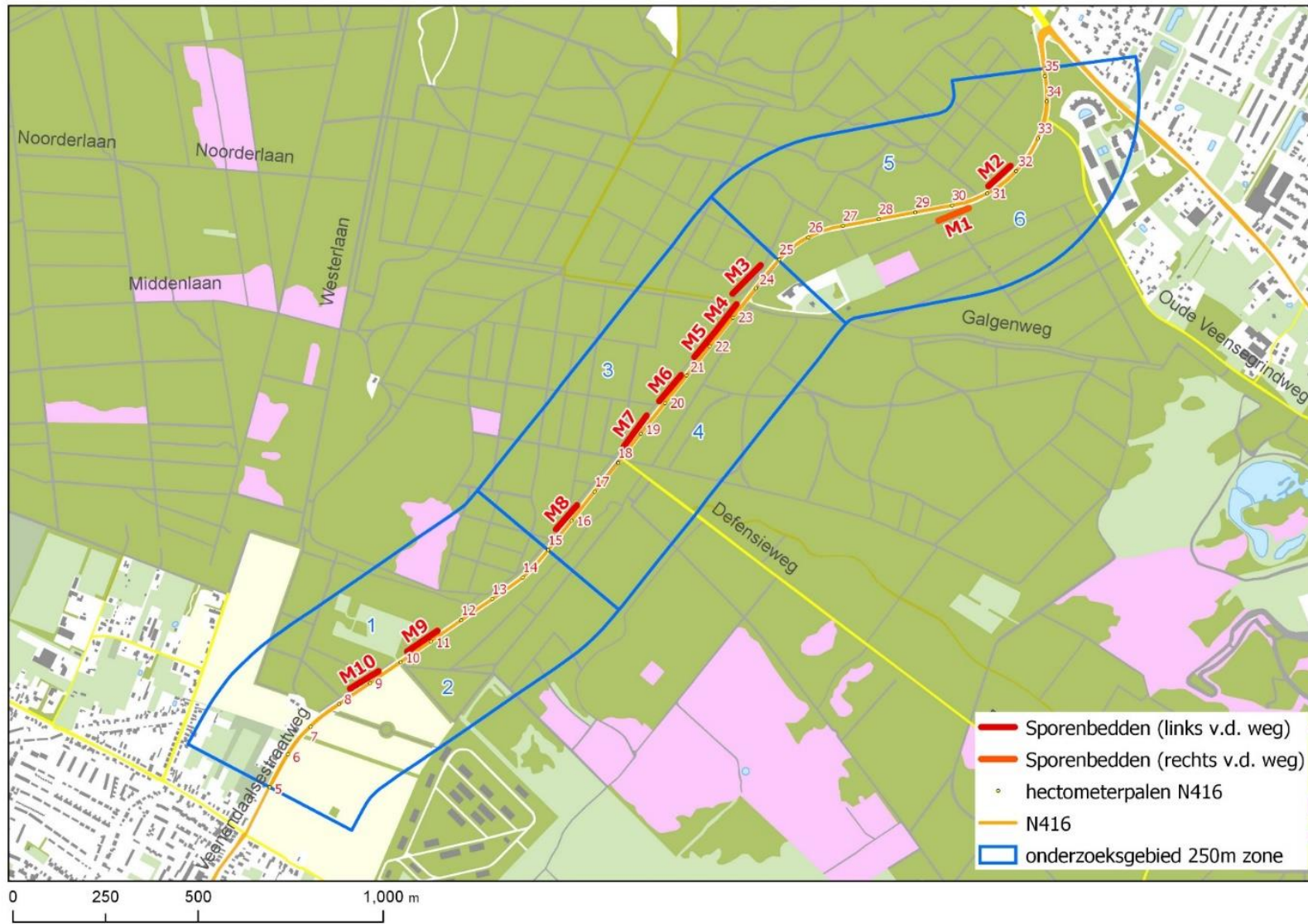
-
- Spek, G.J. 2013. Reeën in het Bergherbos: Beheer- en inrichtingsplan ter beperking van het aantal aanrijdingen. Spek Fauna-advies, Vaassen.
- SWN. 2024. Ree. Stichting Wildaanrijdingen Nederland. URL: <https://www.wildaanrijding.nl/Fauna>
- Ujvári, M., H.J. Baagøe, A.B. Madsen. 1998. Effectiveness of wildlife warning reflectors in reducing deer vehicle collisions: a behavioral study. *Journal of Wildlife Management* 62:1094–1099.
- Ujvári, M., H.J. Baagøe, A.B. Madsen. 2004. Effectiveness of acoustic road markings in reducing deer-vehicle collisions: a behavioural study. *Wildlife Biology* 10:155-159.
- Valitzski, S.A., G.J. D'Angelo, G.R. Gallagher, D.A. Osborn, K.V. Miller & R.J. Warren. 2009. Deer responses to sounds from a vehicle-mounted sound-production system. *Journal of Wildlife Management* 73(7):1072–1076.
- Van Belle, F. & G.J. Spek, 2007. Beperking van aanrijdingen met reeën in het Bergherbos. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 4(10): 20-22.
- Van der Grift, E.A., J. Dirksen, F.G.W.A. Ottburg & R. Pouwels. 2010. Recreatief medegebruik van ecoducten – Effecten op het functioneren als faunapassage. Rapport 2097. Alterra, Wageningen.
- Van der Grift, E.A., R. van der Ree, L. Fahrig, S. Findlay, J. Houlahan, J.A.G. Jaeger, N. Klar, L.F. Madriñan & L. Olson. 2013. Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. *Biodiversity and Conservation* 22 (2):425-448.
- Van der Grift, E.A., A. Seiler, C. Rosell & V. Simeonova. 2017. Safe roads for wildlife and people. SAFEROAD Final Report. CEDR Transnational Road Research Programme Call 2013: Roads and Wildlife. CEDR, Brussels.
- Van der Grift, E.A., F.P.J. van Bommel, D.R. Lammertsma & F.G.W.A. Ottburg. 2018. De effectiviteit van maatregelen voor het reduceren van aanrijdingen met reeën. Een verkenning en advies voor een veldproef. Rapport 2936. Wageningen Environmental Research, Wageningen.
- Van der Grift, E.A., T. Denayère, M. Waanders, J. Willemsen & D. R. Lammertsma. 2020. Gebruik van Natuurverbinding Laarderhoogt door zoogdieren en het effect van medegebruik door de mens. Rapport 3044. Wageningen Environmental Research, Wageningen.
- Van der Grift, E.A. 2022. Kansrijke maatregelen om aanrijdingen met hoefdieren te voorkomen op de Zeeweg (N200). Een literatuuronderzoek. Rapport 3161. Wageningen Environmental Research, Wageningen.
- VHR. 2015. Reewild – duurzaam beheer. Richtlijn reeënbeheer. Vereniging Het Reewild.
- Worm, B. 2014. Het ree - Observeren en herkennen. IPC Groene Ruimte, Arnhem.

Bijlage 1 Lengte sporenbedden

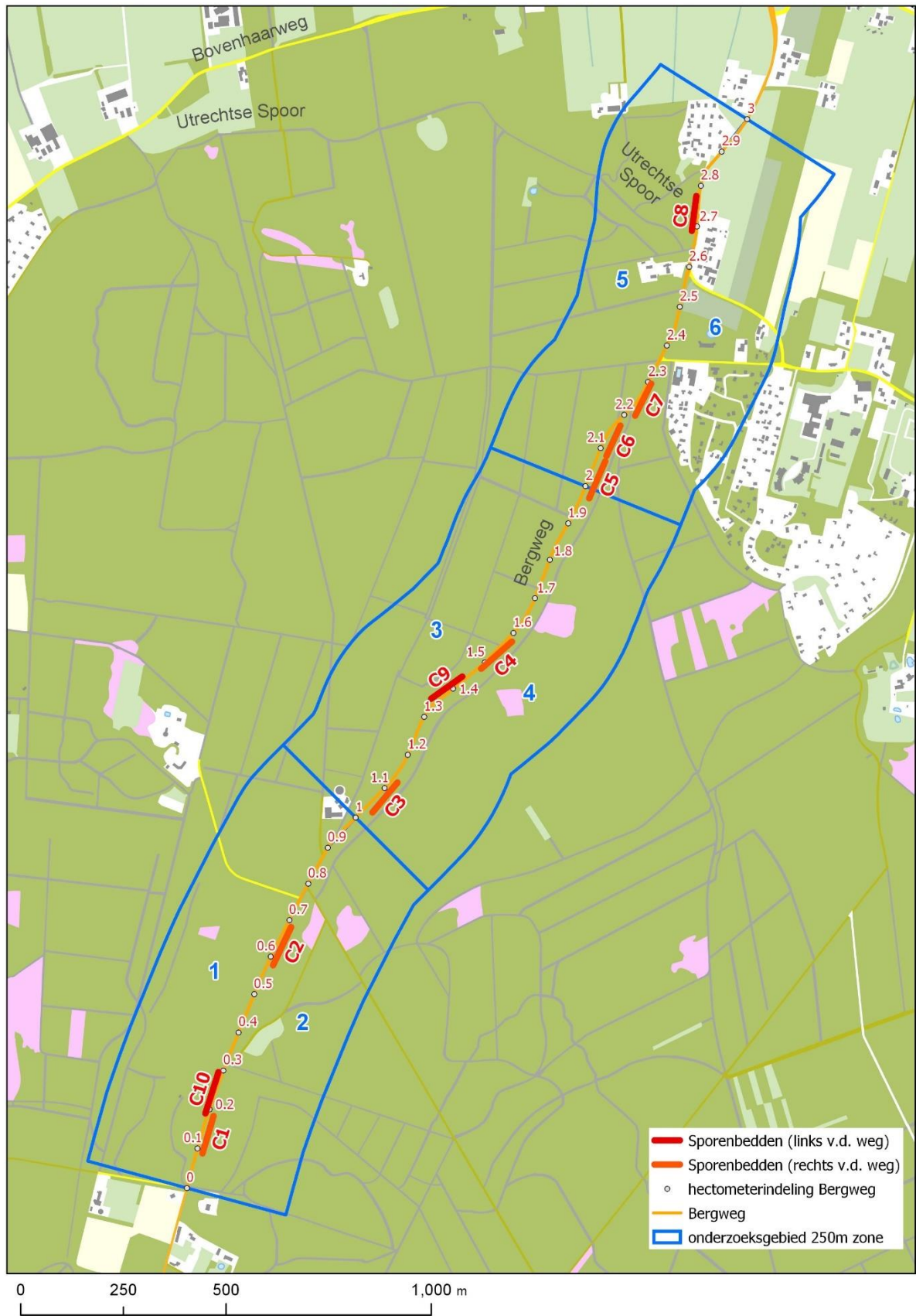
Tabel B1.1 Lengte (in meters) van de sporenbedden per onderzocht wegtraject.

	Sporenbed										Totaal
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
MB1											
N416	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1000
Bergweg	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1000
MB2											
N346-Oost	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1000
N346-West	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1000
VH1											
N315-Zuid	100	100	100	100	100	100	100	100	50	100	950
Varsseveldseweg	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1000
VH2											
N319	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1000
N315-Noord	100	50	100	100	100	100	100	50	80	100	880

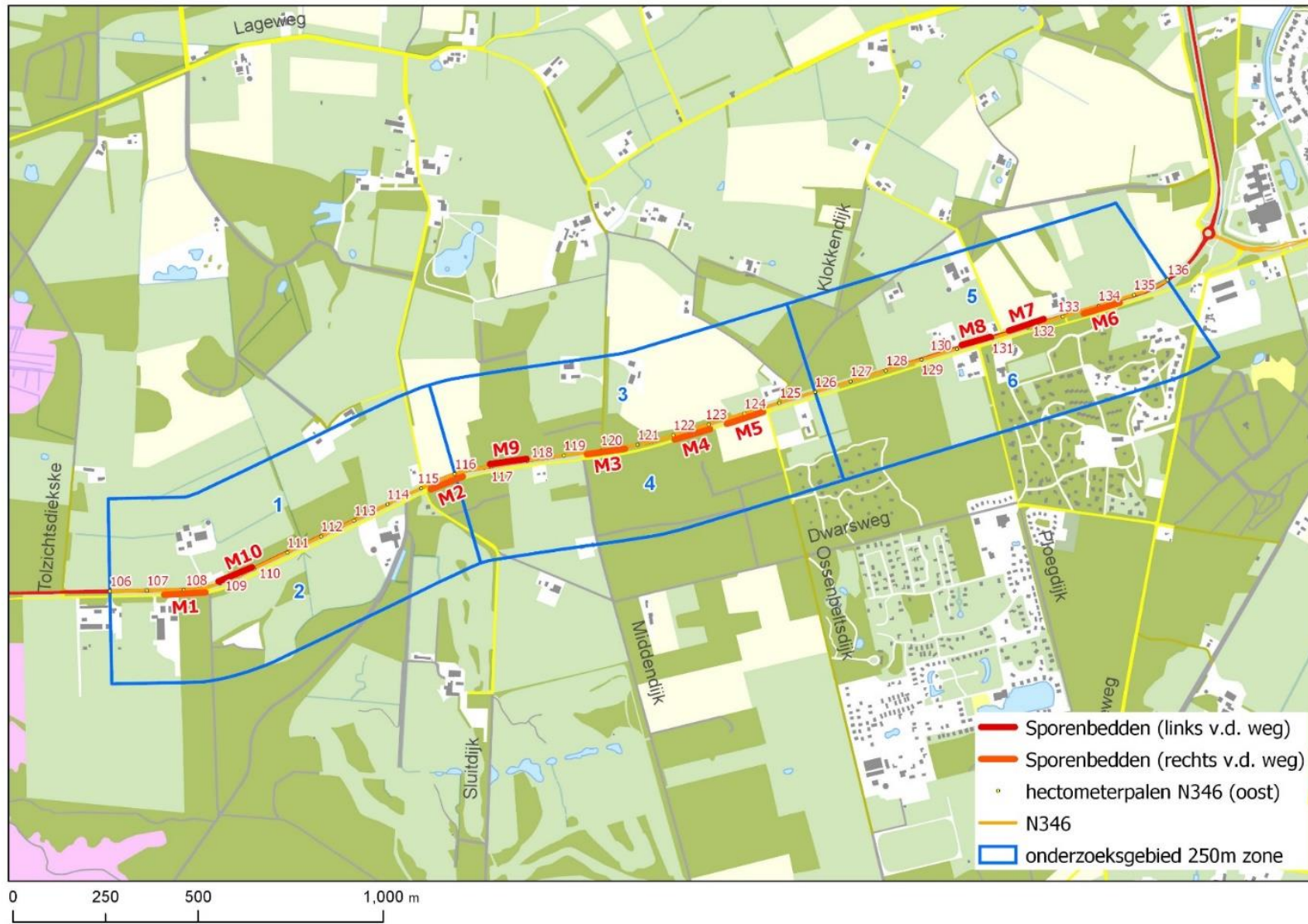
Bijlage 2 Ligging sporenbedden



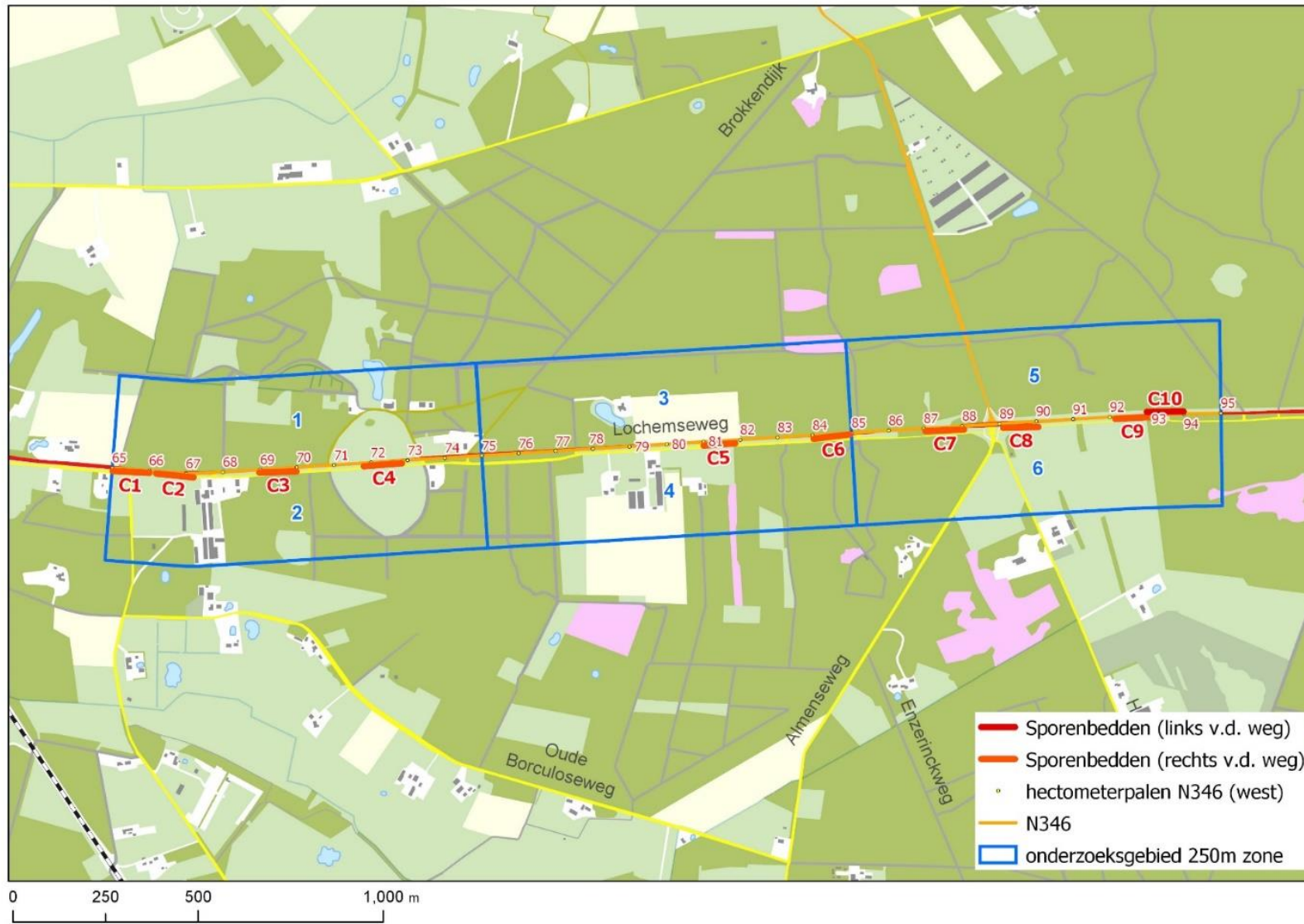
Figuur B2.1 Ligging van de sporenbedden langs de N416.



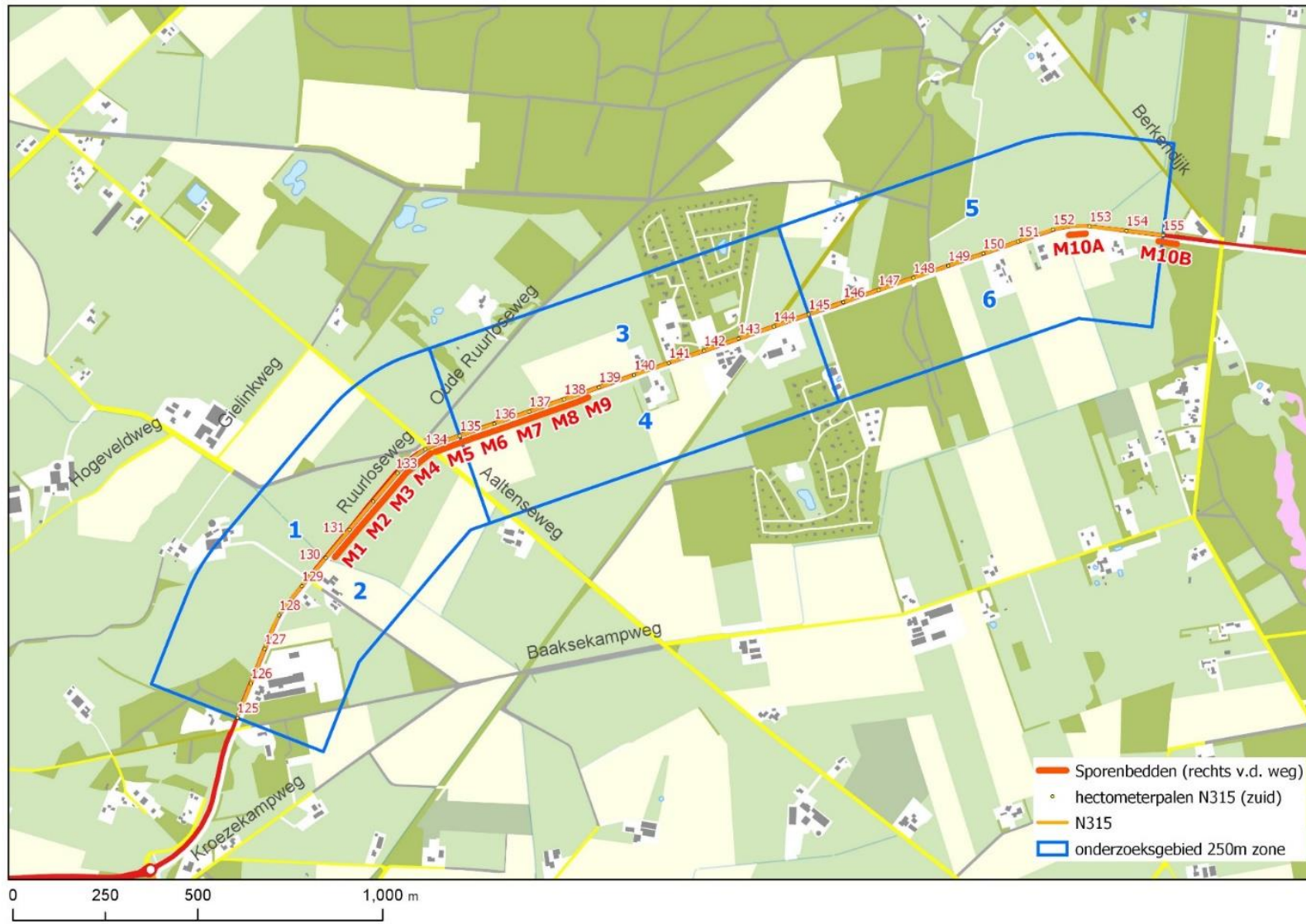
Figuur B2.2 Ligging van de sporenbedden langs de Bergweg.



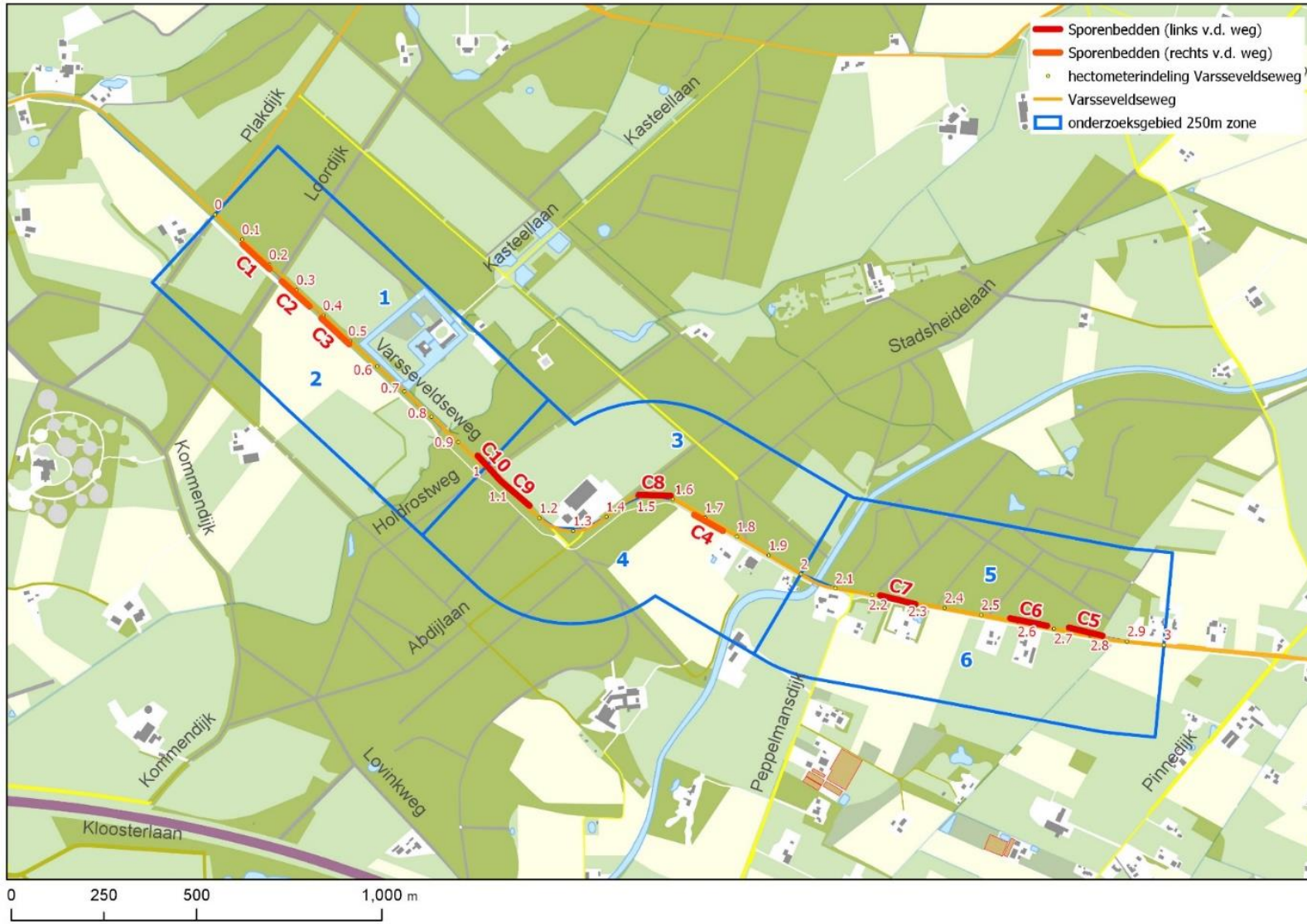
Figuur B2.3 Ligging van de sporenbedden langs de N346-Oost.



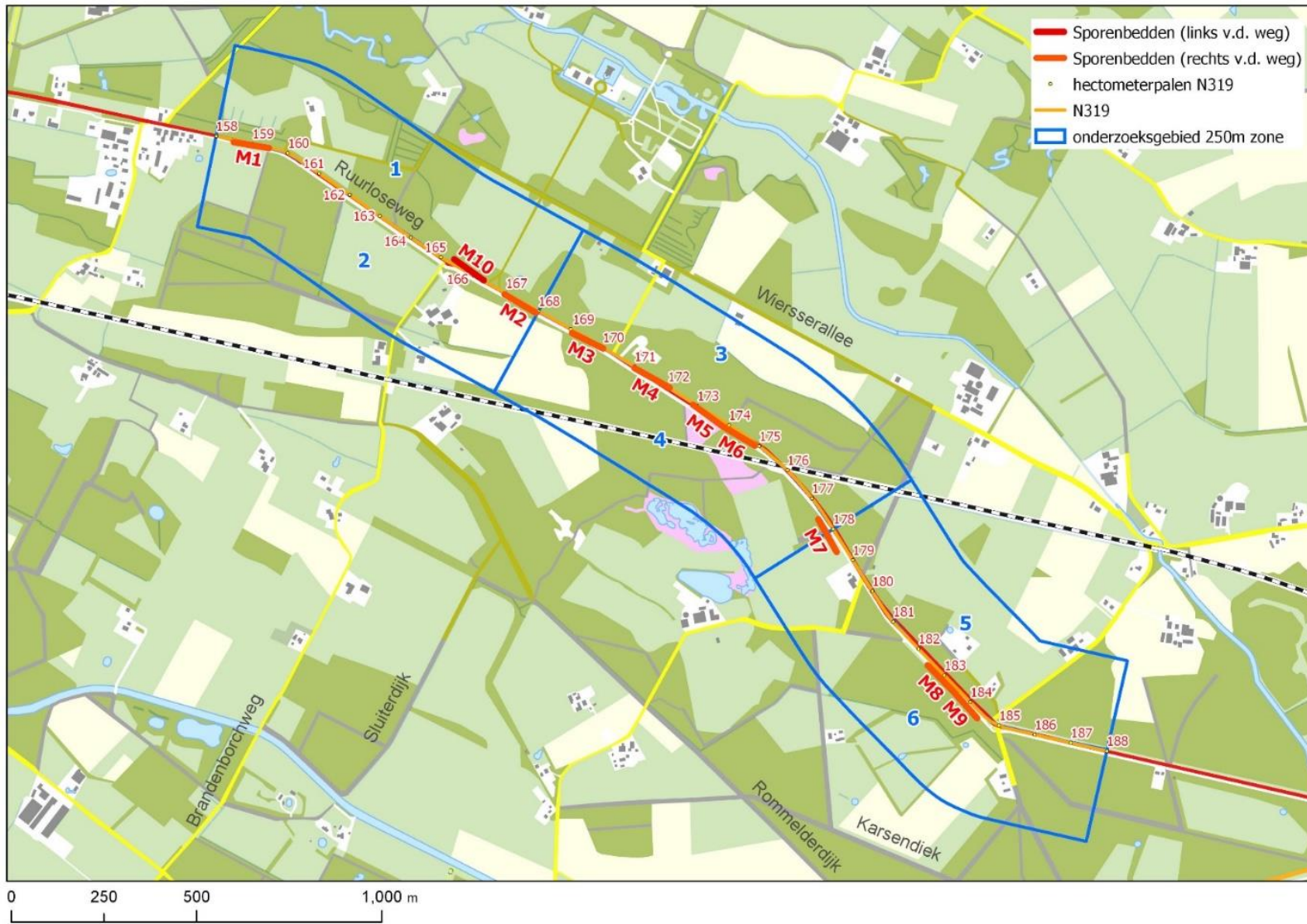
Figuur B2.4 Ligging van de sporenbedden langs de N346-West.



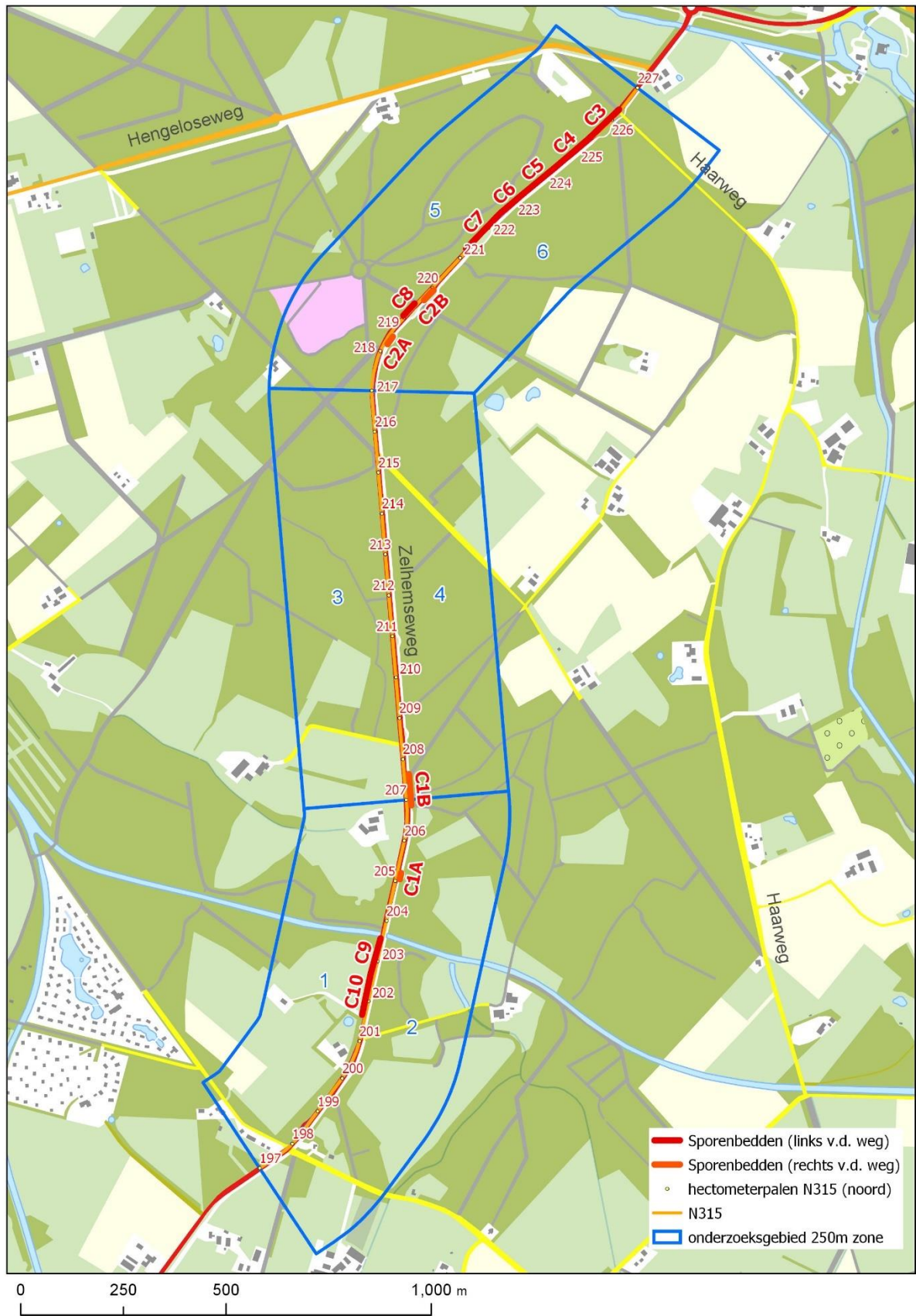
Figuur B2.5 Ligging van de sporenbedden langs de N315-Zuid.



Figuur B2.6 Ligging van de sporenbedden langs de Varsseveldseweg.



Figuur B2.7 Ligging van de sporenbedden langs de N319.



Figuur B2.8 Ligging van de sporenbedden langs de N315-Noord.

Bijlage 3 Inventarisaties sporenbedden

Tabel B3.1 Het aantal inventarisaties van de sporenbedden per wegtraject, meetjaar en maand op onderzoeklocatie MB1.

Wegtraject	Jaar	Maand						Totaal
		April	Mei	Juni	Juli	Augustus	Sept/okt	
N416	2019	4	4	4	5	4	2	23
	2020	0	4	5	4	4	4	21
	2021	4	5	4	4	5	2	24
	2022	2	5	4	4	5	4	24
	<i>Totaal</i>	<i>10</i>	<i>18</i>	<i>17</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>12</i>	<i>92</i>
Bergweg	2019	4	4	4	5	4	2	23
	2020	0	4	5	4	4	4	21
	2021	4	4	4	4	5	2	23
	2022	2	5	4	4	5	4	24
	<i>Totaal</i>	<i>10</i>	<i>17</i>	<i>17</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>12</i>	<i>91</i>

Tabel B3.2 Het aantal inventarisaties van de sporenbedden per wegtraject, meetjaar en maand op onderzoeklocatie MB2.

Wegtraject	Jaar	Maand						Totaal
		April	Mei	Juni	Juli	Augustus	Sept/okt	
N346-Oost	2019	5	4	4	5	4	3	25
	2020	0	4	4	3	3	5	19
	2021	4	4	5	4	5	4	26
	2022	2	5	4	4	5	4	24
	<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>17</i>	<i>17</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>16</i>	<i>94</i>
N346-West	2019	5	4	4	5	4	3	25
	2020	0	4	4	3	3	5	19
	2021	4	4	5	4	5	4	26
	2022	2	4	4	4	5	4	23
	<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>16</i>	<i>93</i>

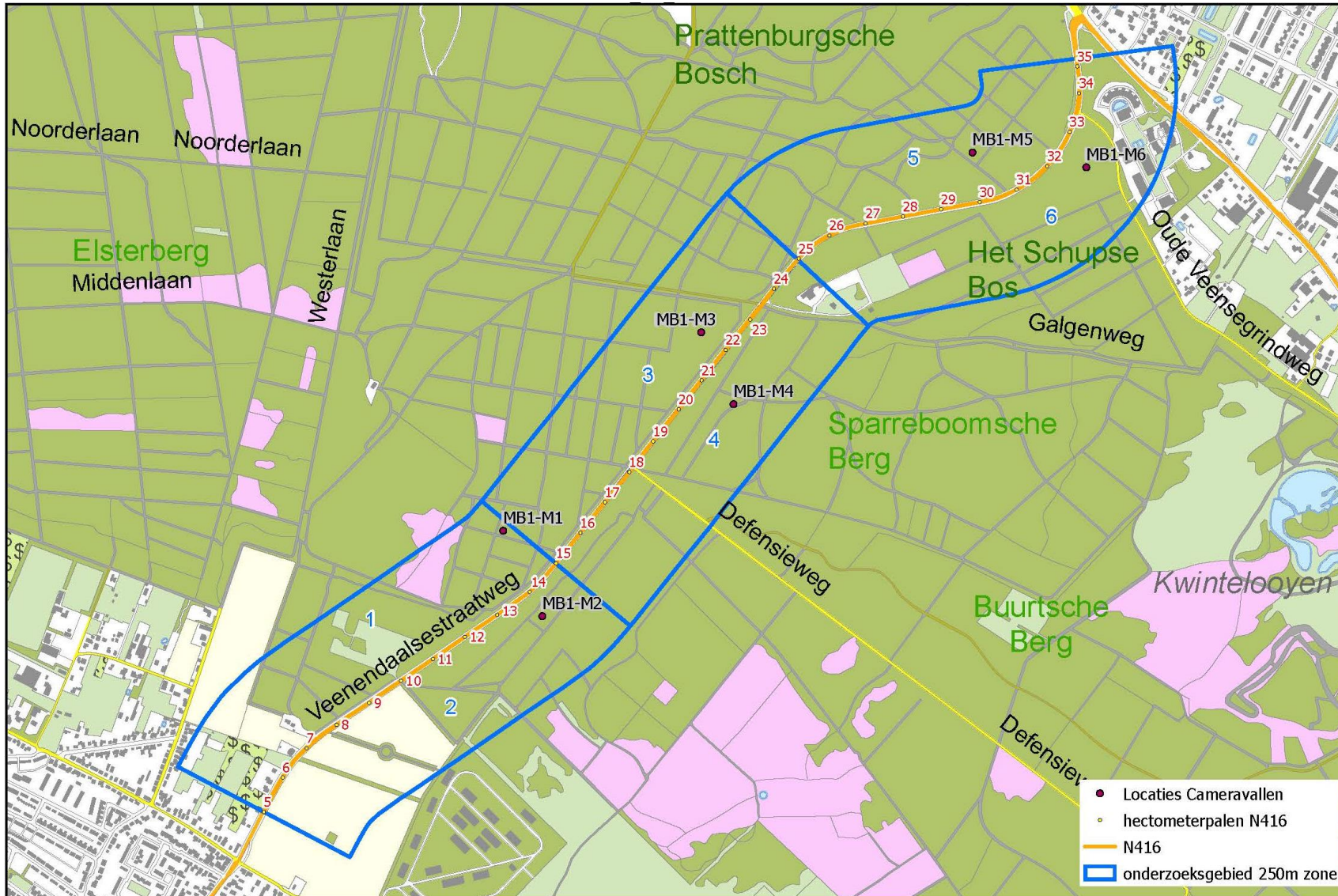
Tabel B3.3 Het aantal inventarisaties van de sporenbedden per wegtraject, meetjaar en maand op onderzoeklocatie VH1.

Wegtraject	Jaar	Maand						Totaal
		April	Mei	Juni	Juli	Augustus	Sept/okt	
N315-Zuid	2019	1	4	4	4	4	4	21
	2020	0	4	4	3	4	5	20
	2021	5	4	5	4	4	5	27
	2022	2	4	5	4	4	5	24
	<i>Totaal</i>	<i>8</i>	<i>16</i>	<i>18</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>19</i>	<i>92</i>
Varsseveldseweg	2019	1	4	4	4	4	4	21
	2020	0	4	4	3	4	5	20
	2021	5	4	5	4	4	5	27
	2022	2	4	5	4	4	5	24
	<i>Totaal</i>	<i>8</i>	<i>16</i>	<i>18</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>19</i>	<i>92</i>

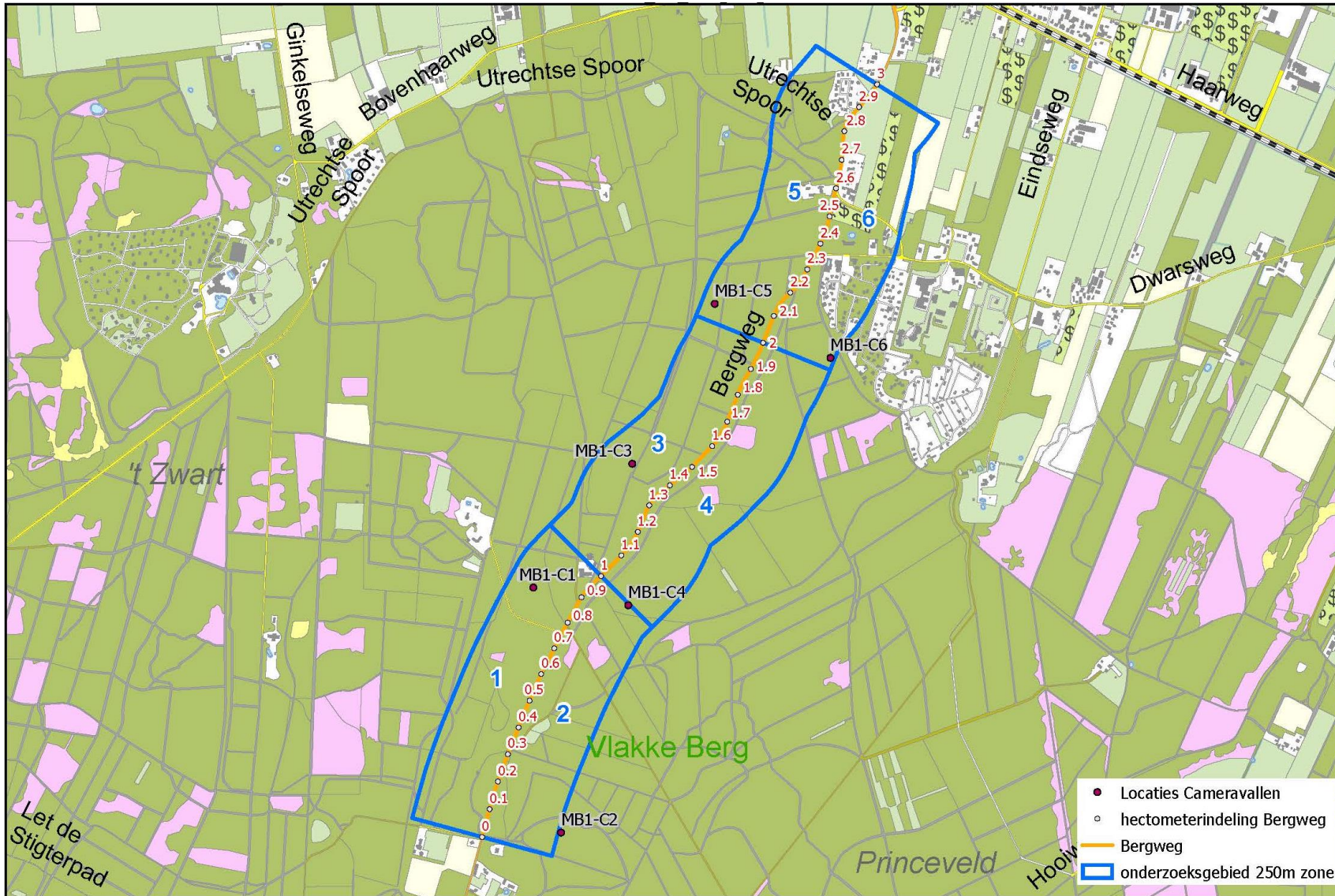
Tabel B3.4 Het aantal inventarisaties van de sporenbedden per wegtraject, meetjaar en maand op onderzoeklocatie VH2.

Wegtraject	Jaar	Maand					Totaal	
		April	Mei	Juni	Juli	Augustus		Sept/okt
N319	2019	1	3	4	4	4	4	20
	2020	0	4	4	3	4	5	20
	2021	5	4	4	5	4	5	27
	2022	2	4	4	5	4	5	24
	<i>Totaal</i>	<i>8</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>16</i>	<i>19</i>	<i>91</i>
N315-Noord	2019	1	3	4	4	4	4	20
	2020	0	4	4	3	4	5	20
	2021	5	4	4	5	4	5	27
	2022	2	4	4	5	4	5	24
	<i>Totaal</i>	<i>8</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>16</i>	<i>19</i>	<i>91</i>

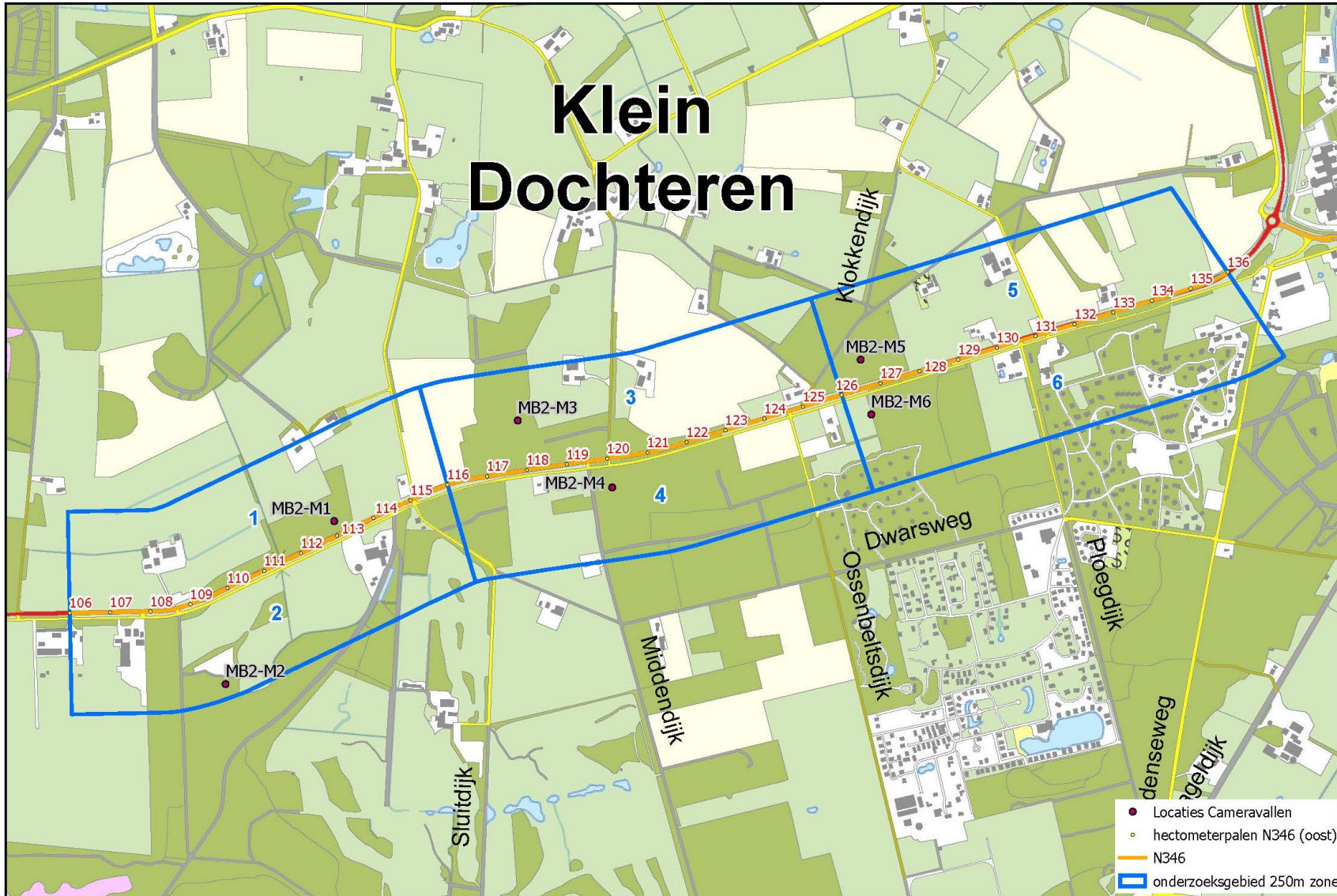
Bijlage 4 Locaties cameravallen



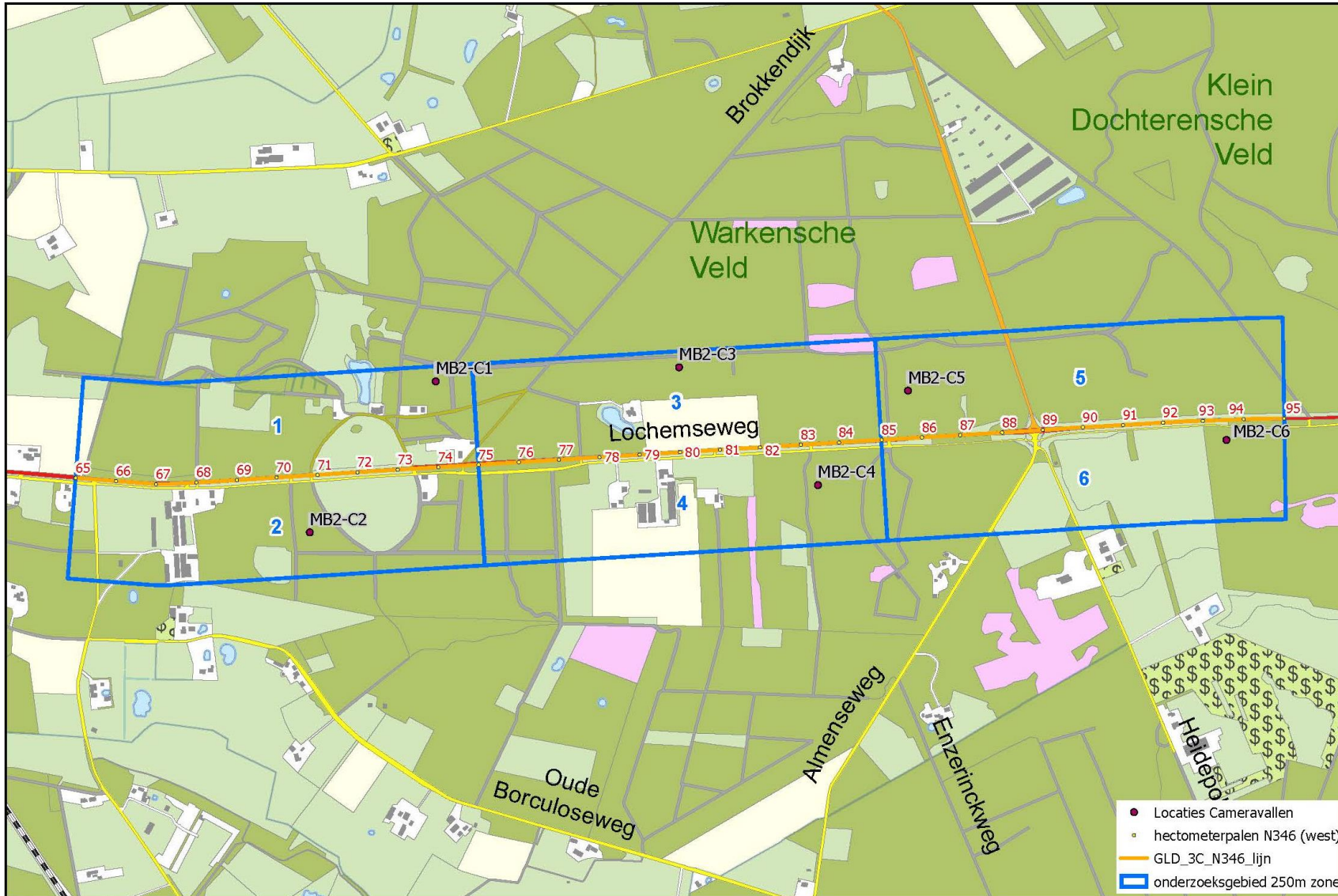
Figuur B4.1 Posities van de cameravallen langs de N416.



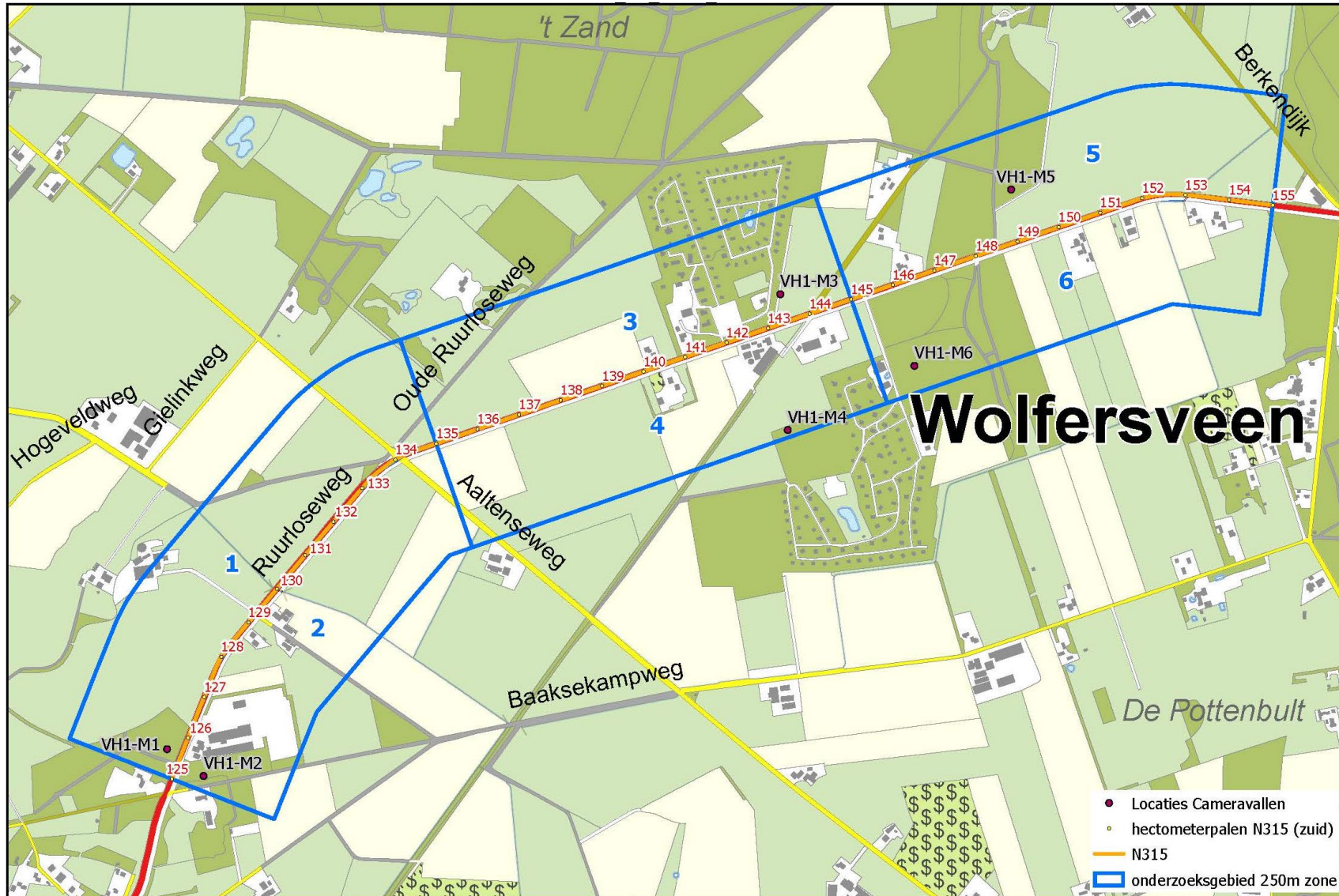
Figuur B4.2 Posities van de cameravallen langs de Bergweg.



Figuur B4.3 Posities van de cameravallen langs de N346-Oost.



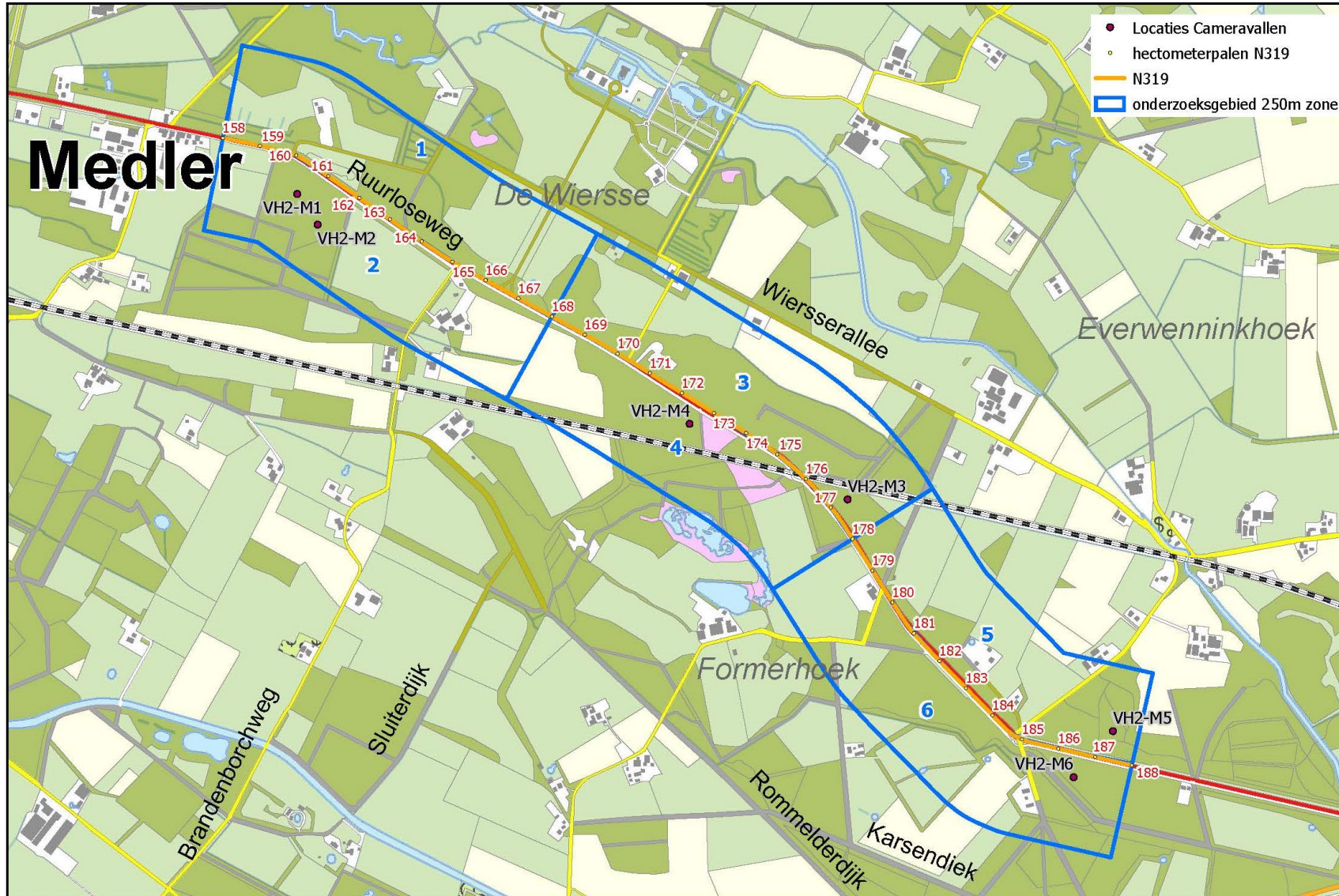
Figuur B4.4 Posities van de cameravallen langs de N346-West.



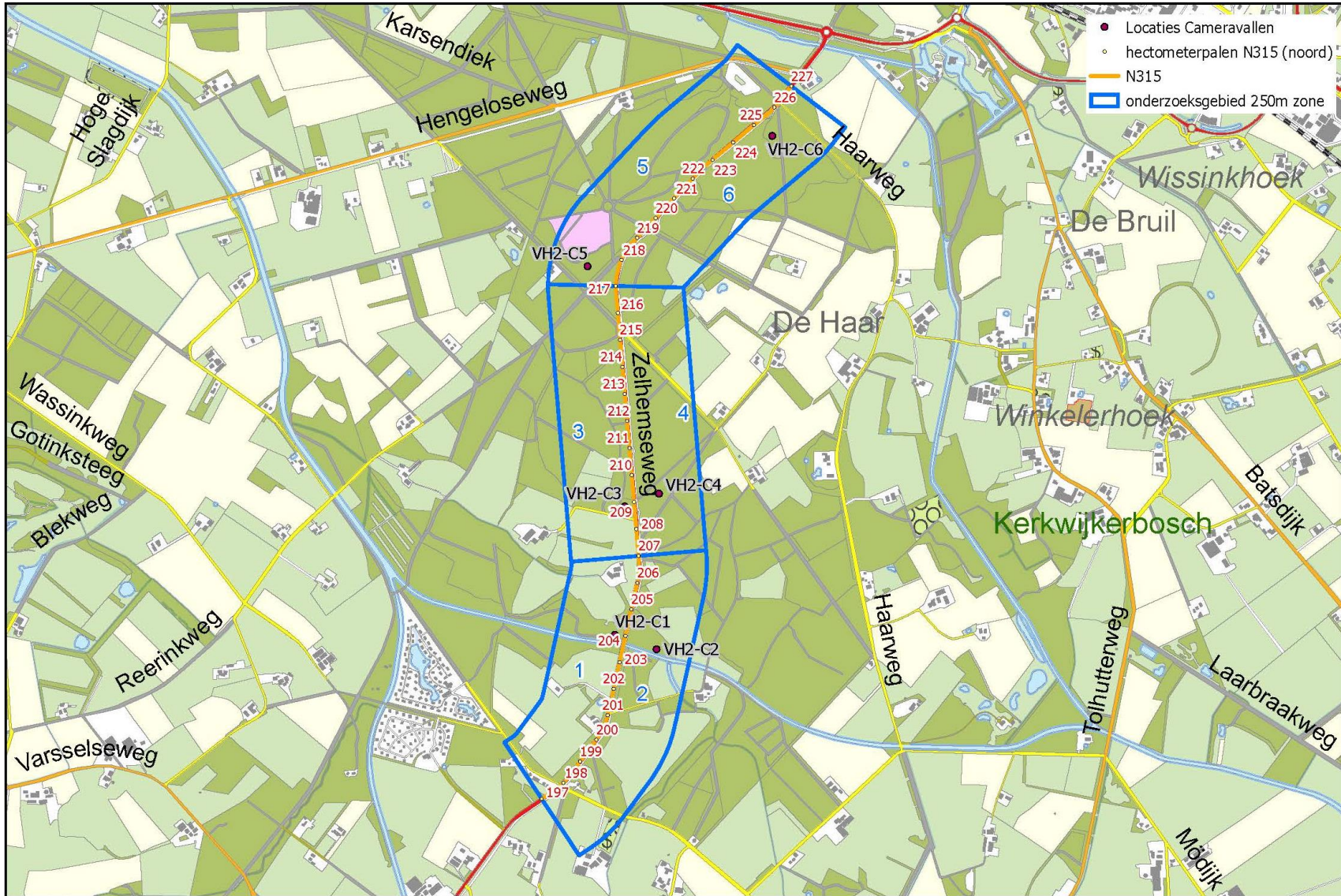
Figuur B4.5 Posities van de cameravallen langs de N315-Zuid.



Figuur B4.6 Posities van de cameravallen langs de Varsseveldseweg.



Figuur B4.7 Posities van de cameravallen langs de N319.



Figuur B4.8 Posities van de cameravallen langs de N315-Noord.

Bijlage 5 Aantal meetdagen cameravallen

Tabel B5.1 Het aantal volledige dagen dat de cameravallen per maand en meetjaar operationeel zijn geweest op onderzoeklocatie MB1 vóór implementatie van het maatwerkbeheer.

2019							2020						Totaal
N416	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6	
April	30	30	30	30	30	30	21	21	21	21	21	21	306
Mei	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372
Juni	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
Juli	31	31	31	31	19	31	31	31	31	31	31	31	360
Augustus	31	31	31	31	19	31	31	31	31	31	31	31	360
September	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
<i>Totaal</i>													2.118
Bergweg	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C1	C2	C3	C4	C5	C6	
April	30	30	30	30	30	30	21	21	21	21	21	21	306
Mei	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372
Juni	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
Juli	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372
Augustus	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372
September	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
<i>Totaal</i>													2.142

Tabel B5.2 Het aantal volledige dagen dat de cameravallen per maand en meetjaar operationeel zijn geweest op onderzoeklocatie MB1 na implementatie van het maatwerkbeheer.

2021							2022						Totaal
N416	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6	
April	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
Mei	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372
Juni	30	30	30	27	30	30	30	30	30	30	30	30	357
Juli	31	31	31	26	31	31	31	31	31	31	31	31	367
Augustus	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372
September	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
<i>Totaal</i>													2.188
Bergweg	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C1	C2	C3	C4	C5	C6	
April	30	30	30	30	30	30	30	19	30	30	30	30	349
Mei	31	31	31	31	31	31	31	22	31	31	31	31	363
Juni	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
Juli	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372
Augustus	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372
September	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
<i>Totaal</i>													2.176

Tabel B5.3 Het aantal volledige dagen dat de cameravallen per maand en meetjaar operationeel zijn geweest op onderzoeklocatie MB2 vóór implementatie van het maatwerkbeheer.

2019		2020						2020						Totaal
N346-Oost	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6		
April	30	30	30	30	30	27	7	7	7	7	7	7	219	
Mei	31	31	31	31	31	17	31	31	31	31	31	31	358	
Juni	30	30	30	30	30	12	30	30	30	30	30	30	342	
Juli	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372	
Augustus	31	3	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	344	
September	30	23	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	353	
<i>Totaal</i>													1.988	
N346-West	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C1	C2	C3	C4	C5	C6		
April	30	30	30	30	30	30	7	8	7	7	7	7	223	
Mei	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372	
Juni	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360	
Juli	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372	
Augustus	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372	
September	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360	
<i>Totaal</i>													2.059	

Tabel B5.4 Het aantal volledige dagen dat de cameravallen per maand en meetjaar operationeel zijn geweest op onderzoeklocatie MB2 na implementatie van het maatwerkbeheer.

2021		2022						2022						Totaal
N346-Oost	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6		
April	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360	
Mei	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372	
Juni	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360	
Juli	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372	
Augustus	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372	
September	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360	
<i>Totaal</i>													2.196	
N346-West	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C1	C2	C3	C4	C5	C6		
April	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360	
Mei	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372	
Juni	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360	
Juli	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372	
Augustus	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372	
September	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360	
<i>Totaal</i>													2.196	

Tabel B5.5 Het aantal volledige dagen dat de cameravallen per maand en meetjaar operationeel zijn geweest op onderzoeklocatie VH1 vóór implementatie van het virtuele hekwerk.

	2019						2020						Totaal
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6	
N315-Zuid													
April	30	30	30	30	30	30	1	1	1	0	1	1	185
Mei	31	31	31	31	31	31	31	31	31	16	31	31	357
Juni	30	30	13	30	30	30	30	30	21	30	30	30	334
Juli	31	31	23	31	31	31	31	31	31	31	31	31	364
Augustus	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372
September	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
<i>Totaal</i>													1.972
Varsveldseweg	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C1	C2	C3	C4	C5	C6	
April	30	30	30	30	30	27	7	7	7	7	7	7	219
Mei	31	31	28	31	31	5	18	31	31	31	31	18	317
Juni	16	30	0	30	30	6	21	30	30	30	30	5	258
Juli	7	31	23	31	31	0	31	31	31	31	31	8	286
Augustus	29	31	31	31	31	0	31	31	31	31	31	23	331
September	30	30	30	30	30	0	30	30	30	30	30	23	323
<i>Totaal</i>													1.734

Tabel B5.6 Het aantal volledige dagen dat de cameravallen per maand en meetjaar operationeel zijn geweest op onderzoeklocatie VH1 na implementatie van het virtuele hekwerk.

	2021						2022						Totaal
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6	
N315-Zuid													
April	18	30	30	8	30	30	30	30	0	30	30	30	296
Mei	31	31	10	31	31	31	31	31	25	31	31	31	345
Juni	30	30	15	30	30	30	30	30	20	30	30	30	335
Juli	31	31	22	31	31	30	31	31	9	31	31	31	340
Augustus	31	31	31	31	31	0	31	31	31	31	31	31	341
September	30	30	30	9	30	8	30	30	30	30	30	30	317
<i>Totaal</i>													1.974
Varsveldseweg	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C1	C2	C3	C4	C5	C6	
April	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
Mei	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	22	363
Juni	30	30	30	30	30	6	30	30	30	30	30	17	323
Juli	31	31	31	31	31	22	31	31	31	31	31	9	341
Augustus	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372
September	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
<i>Totaal</i>													2.119

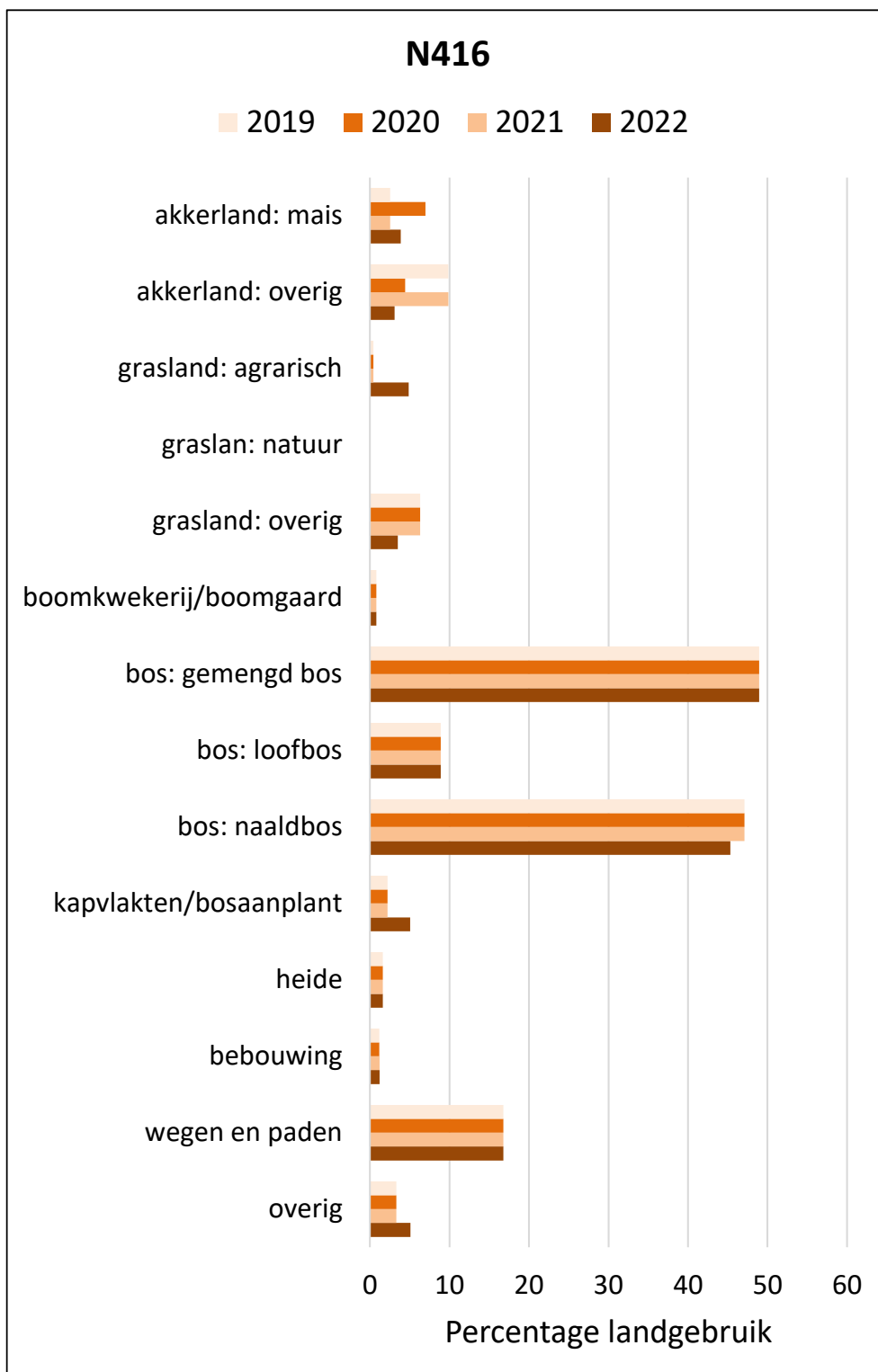
Tabel B5.7 Het aantal volledige dagen dat de cameravallen per maand en meetjaar operationeel zijn geweest op onderzoeklocatie VH2 vóór implementatie van het virtuele hekwerk.

	2019						2020						Totaal
N319	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6	
April	30	30	30	30	30	30	1	8	8	8	8	8	221
Mei	31	31	31	31	31	31	31	31	22	31	31	31	363
Juni	30	30	30	30	30	30	30	30	21	30	30	30	351
Juli	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	17	31	358
Augustus	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	26	31	367
September	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
<i>Totaal</i>													2.020
N315-Noord	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C1	C2	C3	C4	C5	C6	
April	30	30	30	0	30	30	8	8	0	8	8	8	190
Mei	31	31	31	23	31	31	31	29	0	31	31	31	331
Juni	30	30	30	30	30	30	30	21	0	30	30	30	321
Juli	31	31	31	31	31	31	31	31	15	31	31	31	356
Augustus	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372
September	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
<i>Totaal</i>													1.930

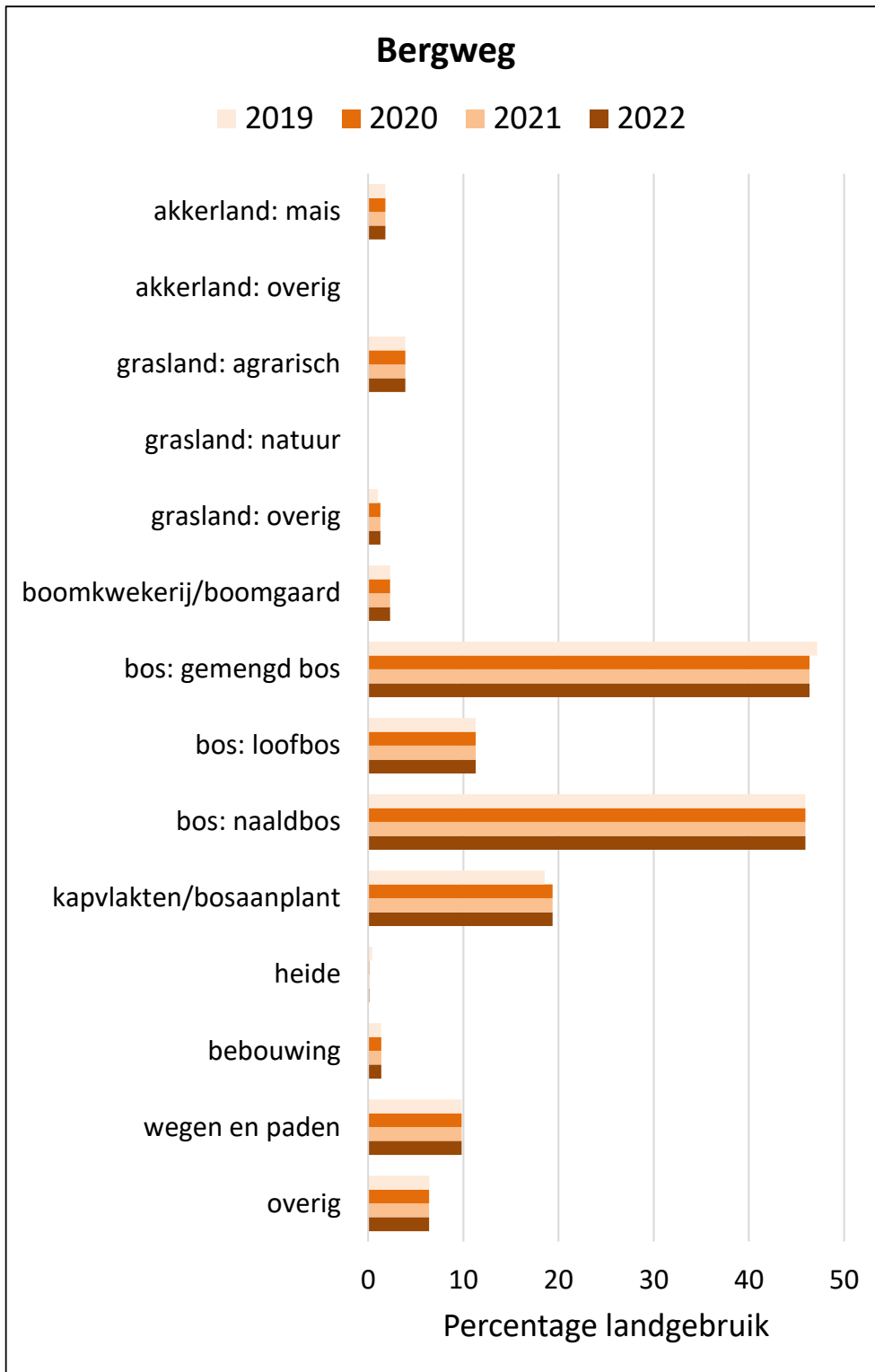
Tabel B5.8 Het aantal volledige dagen dat de cameravallen per maand en meetjaar operationeel zijn geweest op onderzoeklocatie VH2 na implementatie van het virtuele hekwerk.

	2021						2022						Totaal
N319	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6	
April	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
Mei	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372
Juni	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
Juli	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372
Augustus	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372
September	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
<i>Totaal</i>													2.196
N315-Noord	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C1	C2	C3	C4	C5	C6	
April	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
Mei	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372
Juni	30	10	30	30	30	30	30	30	30	16	30	30	326
Juli	31	22	31	31	31	31	31	31	31	9	31	31	341
Augustus	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	372
September	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
<i>Totaal</i>													2.131

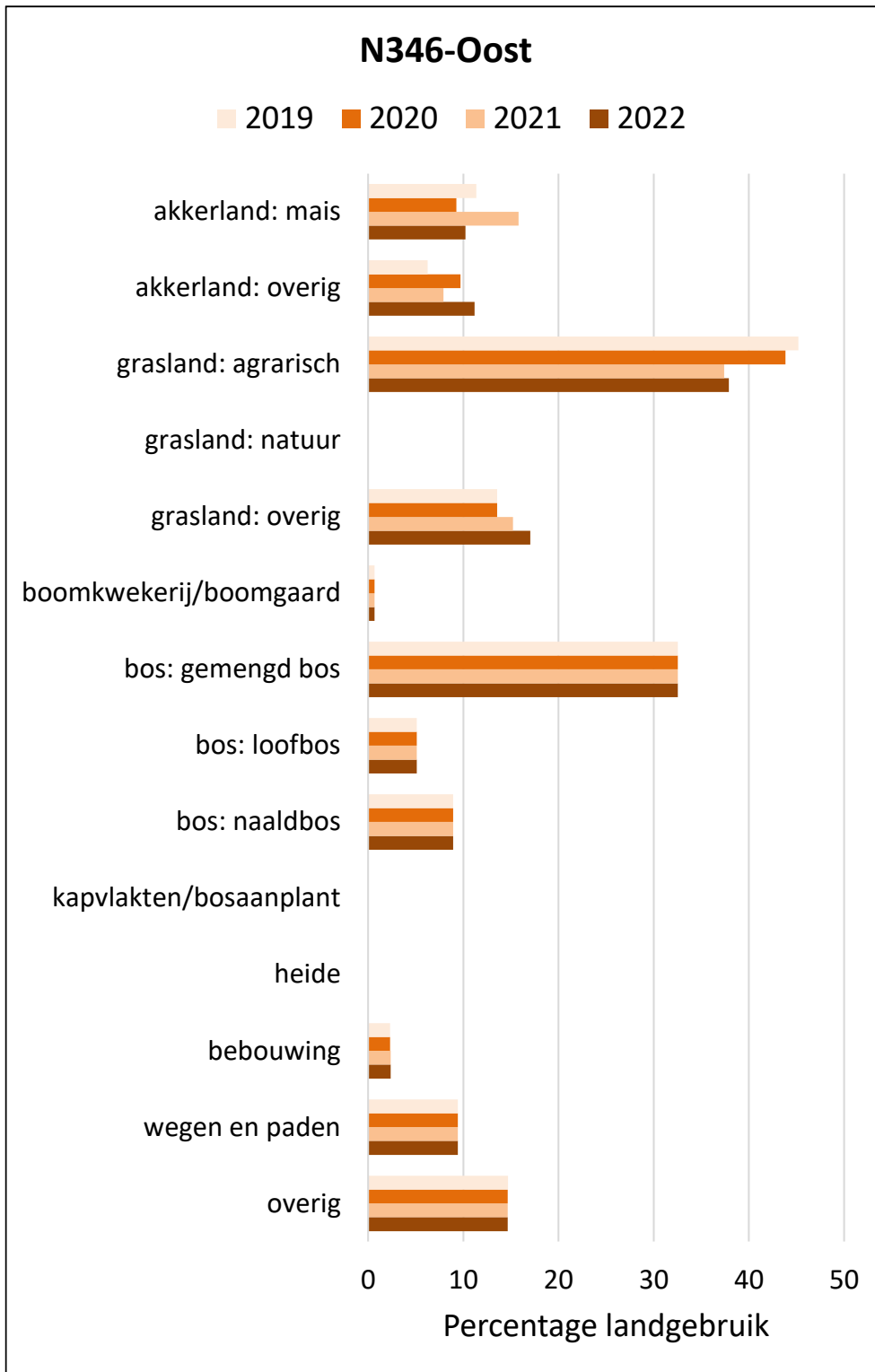
Bijlage 6 Landgebruik



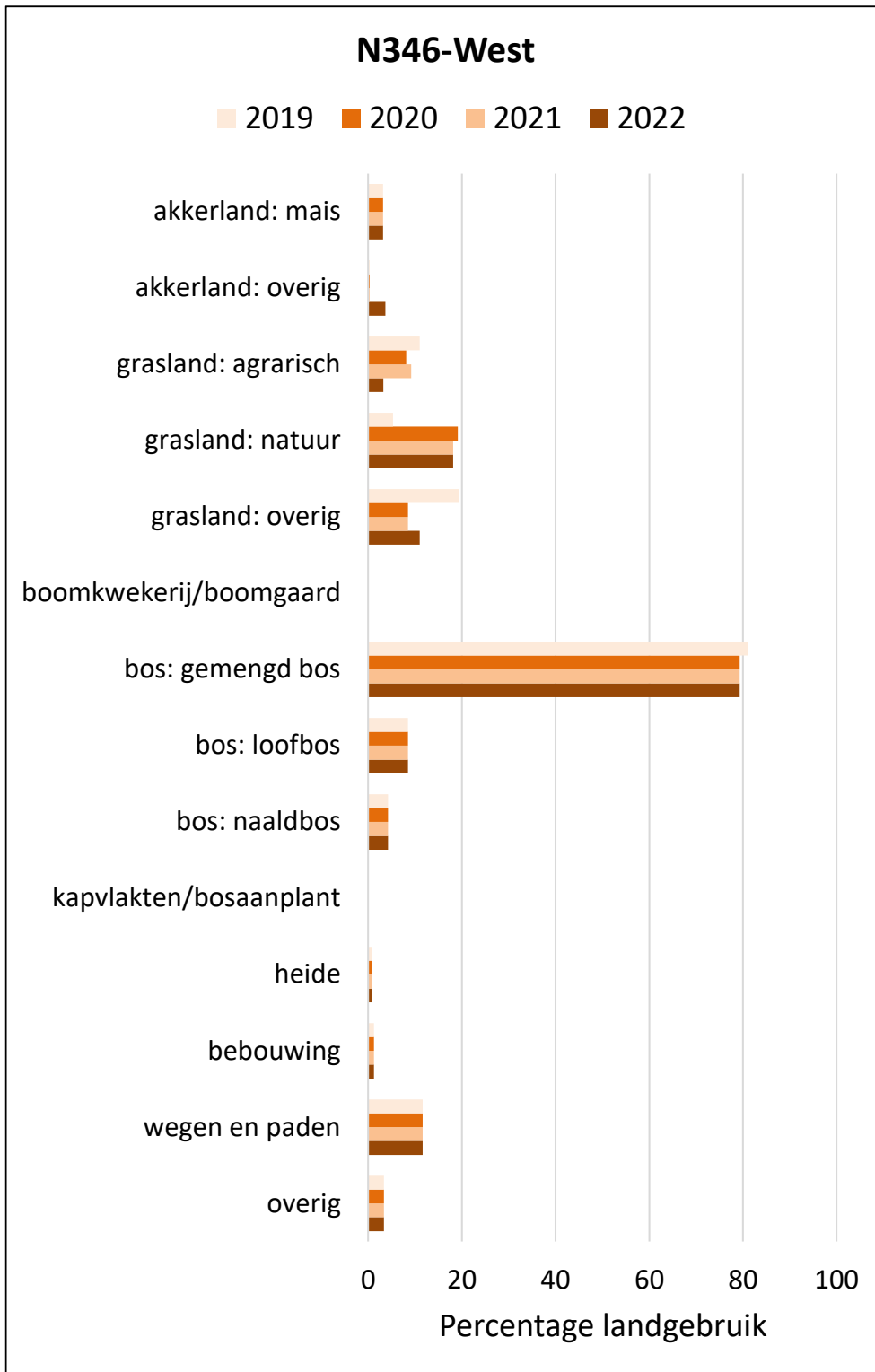
Figuur B6.1 Het landgebruik (in %) tot 250 m vanaf de N416 per meetjaar.



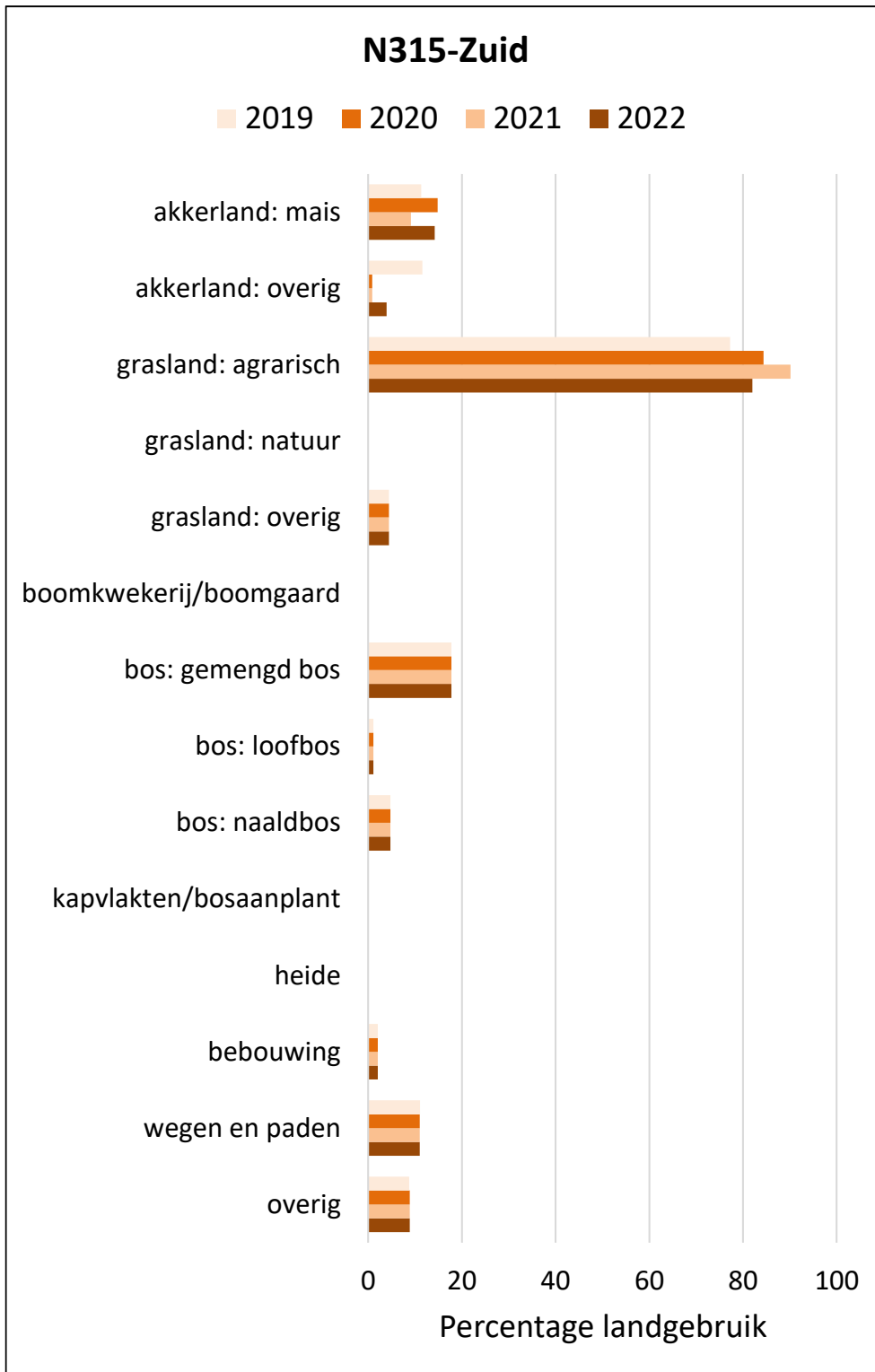
Figuur B6.2 Het landgebruik (in %) tot 250 m vanaf de Bergweg per meetjaar.



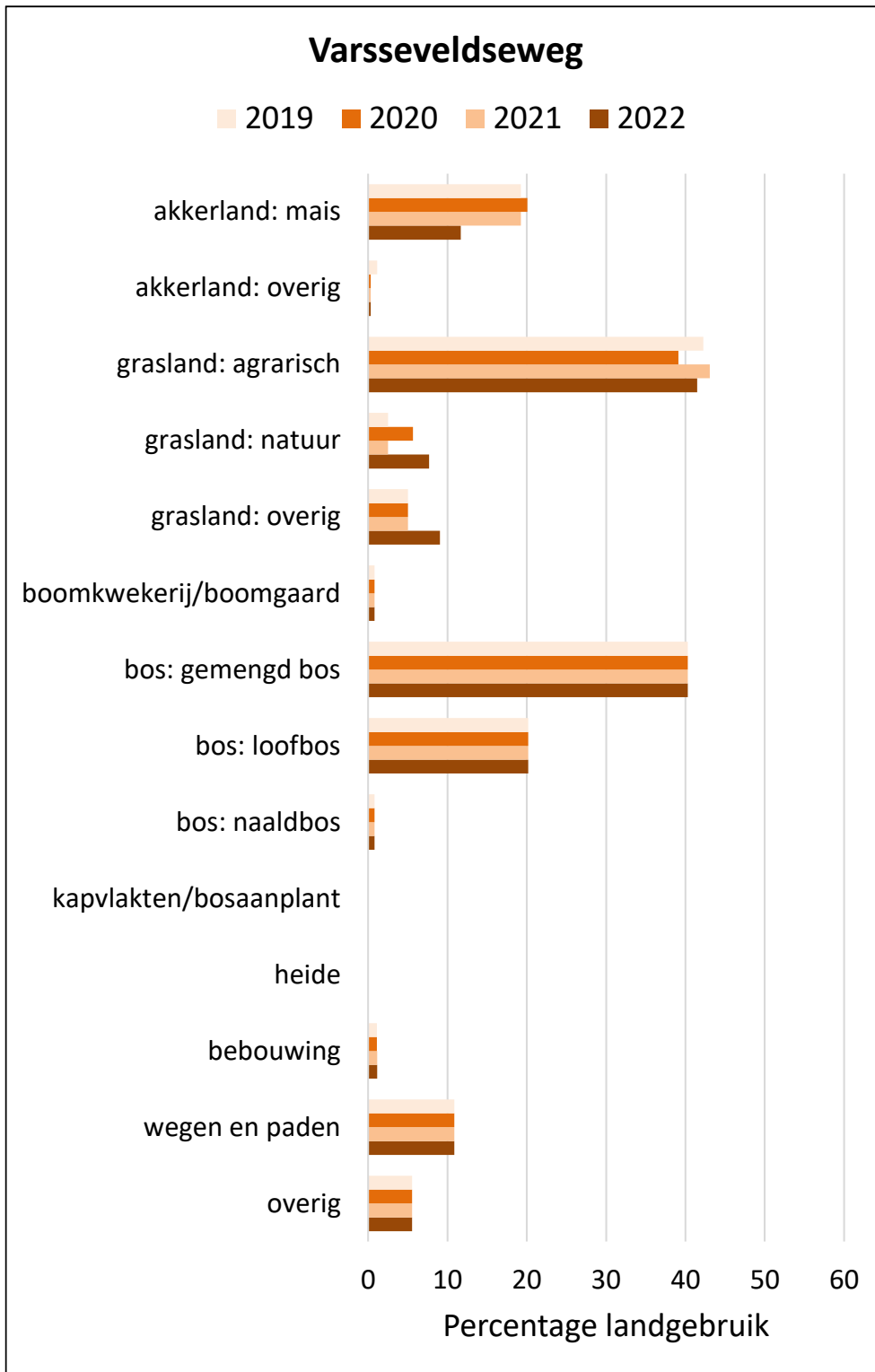
Figuur B6.3 Het landgebruik (in %) tot 250 m vanaf de N346-Oost per meetjaar.



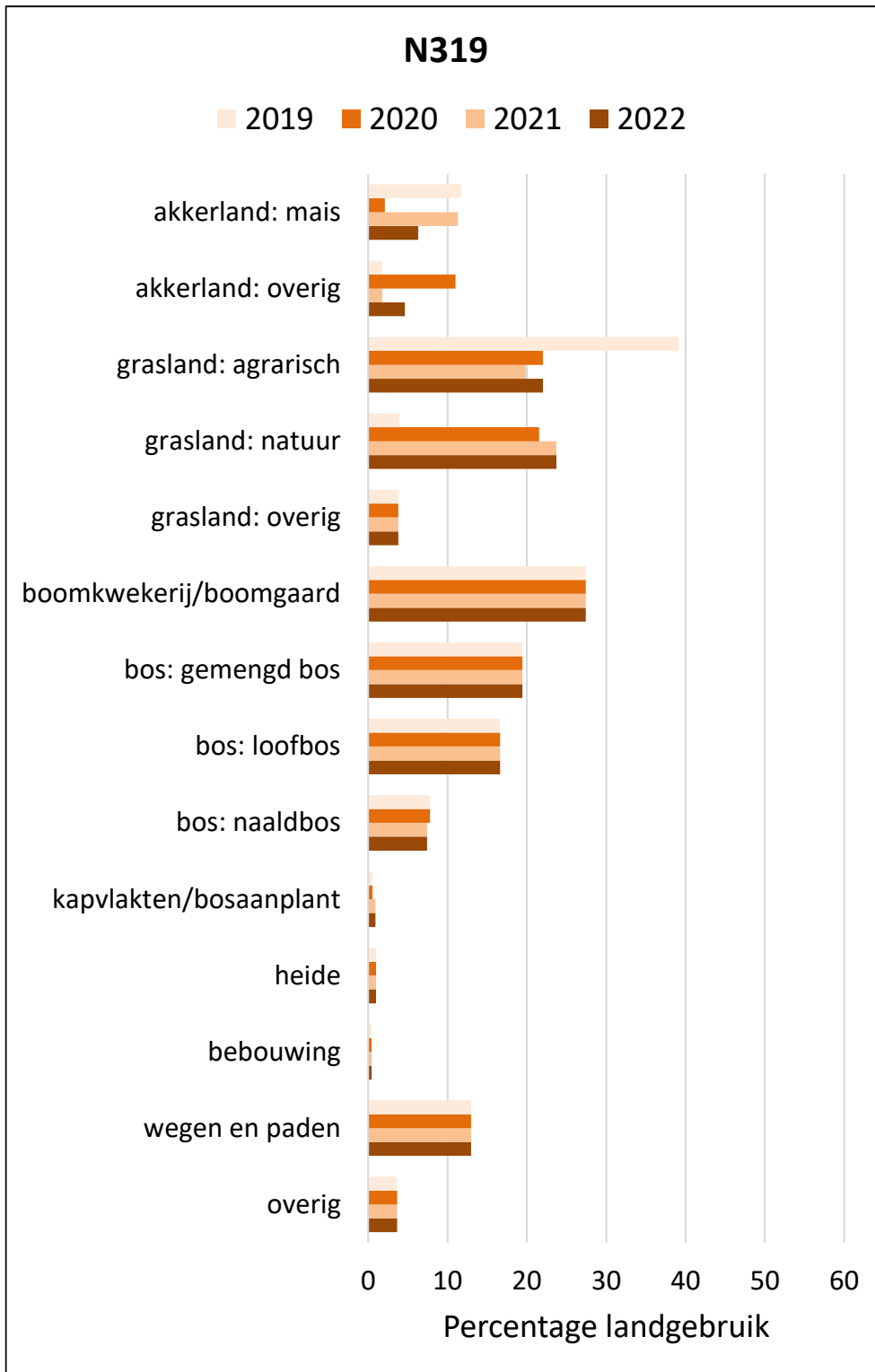
Figuur B6.4 Het landgebruik (in %) tot 250 m vanaf de N346-West per meetjaar.



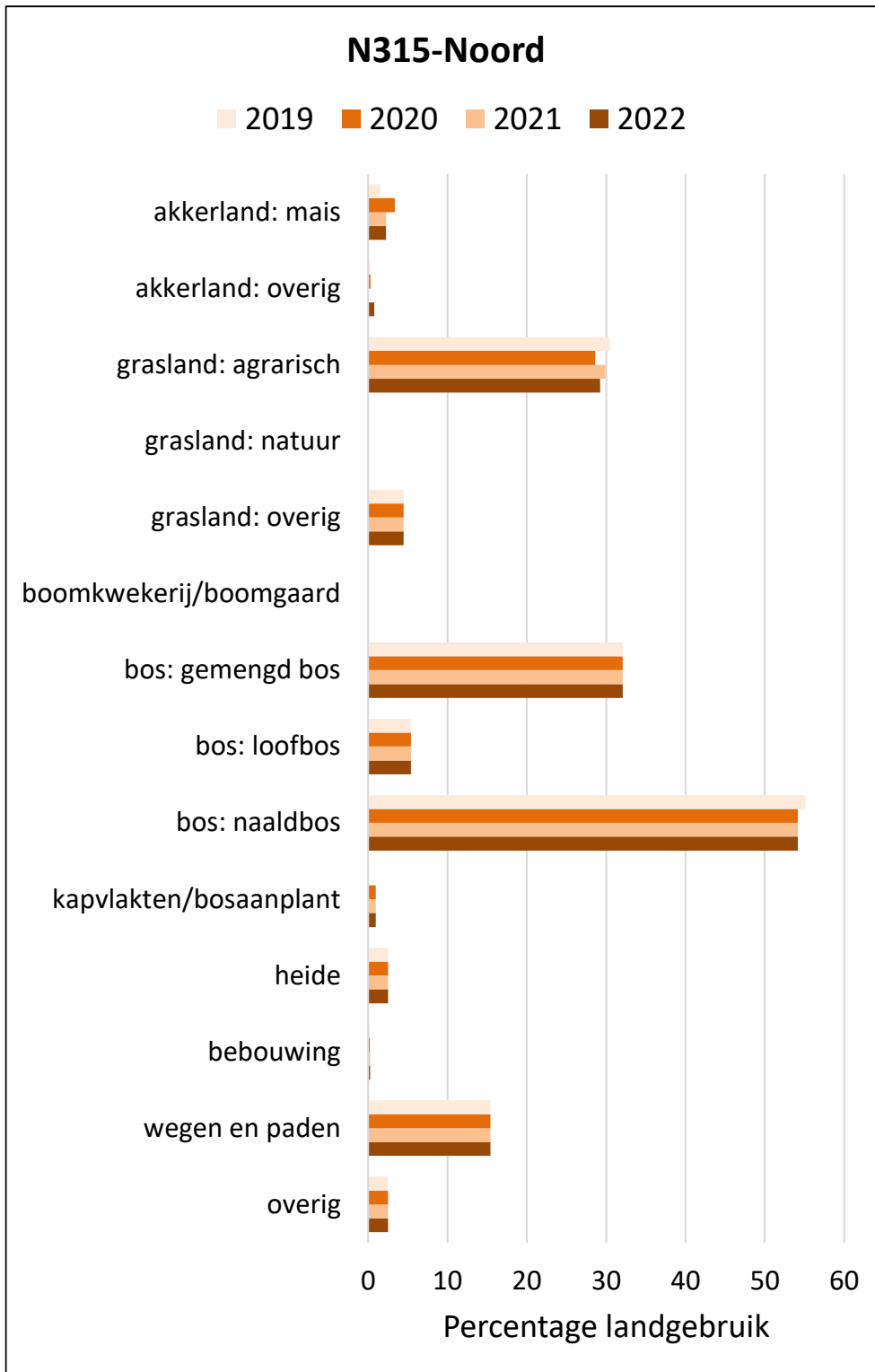
Figuur B6.5 Het landgebruik (in %) tot 250 m vanaf de N315-Zuid per meetjaar.



Figuur B6.6 Het landgebruik (in %) tot 250 m vanaf de Varsseveldseweg per meetjaar.

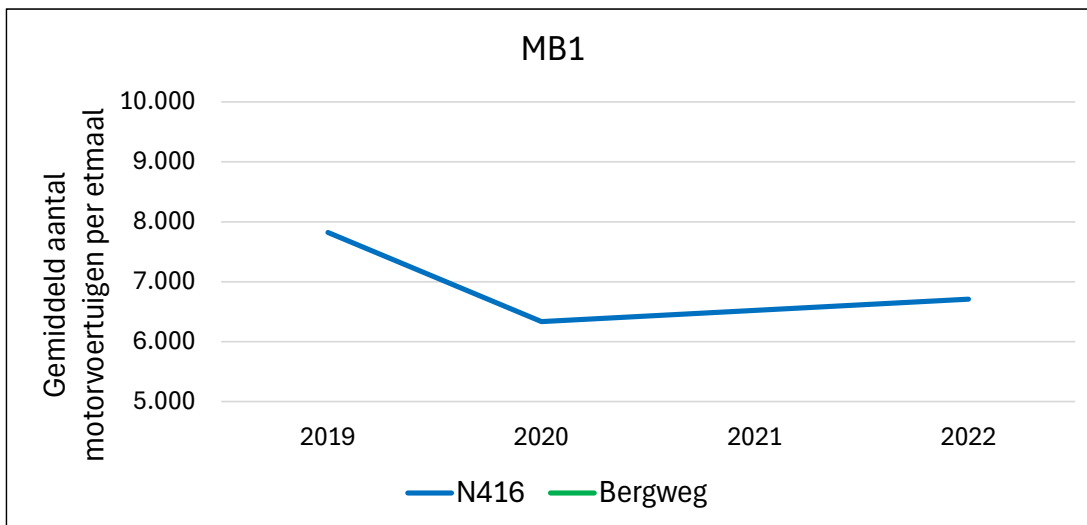


Figuur B6.7 Het landgebruik (in %) tot 250 m vanaf de N319 per meetjaar.

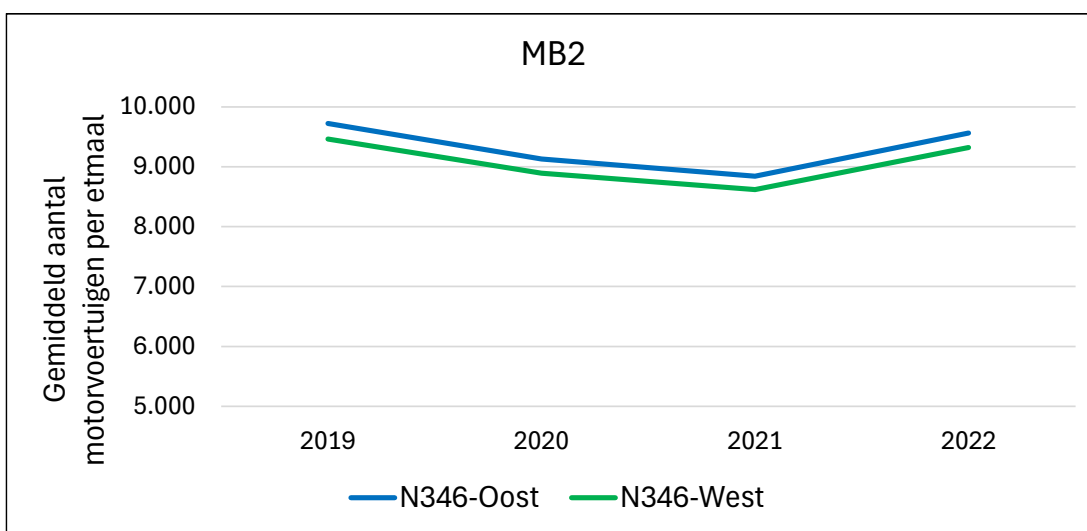


Figuur B6.8 Het landgebruik (in %) tot 250 m vanaf de N315-Noord per meetjaar.

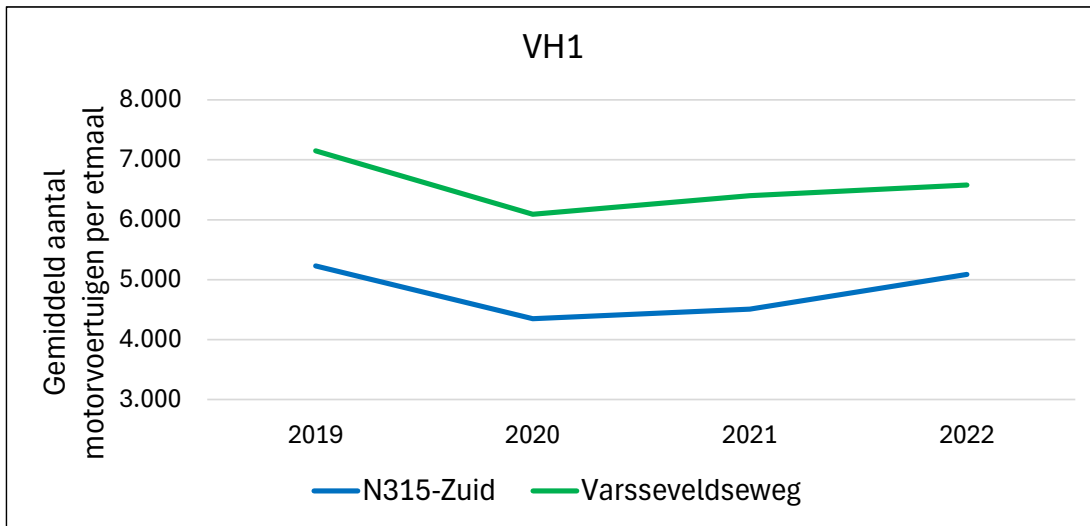
Bijlage 7 Verkeersintensiteiten



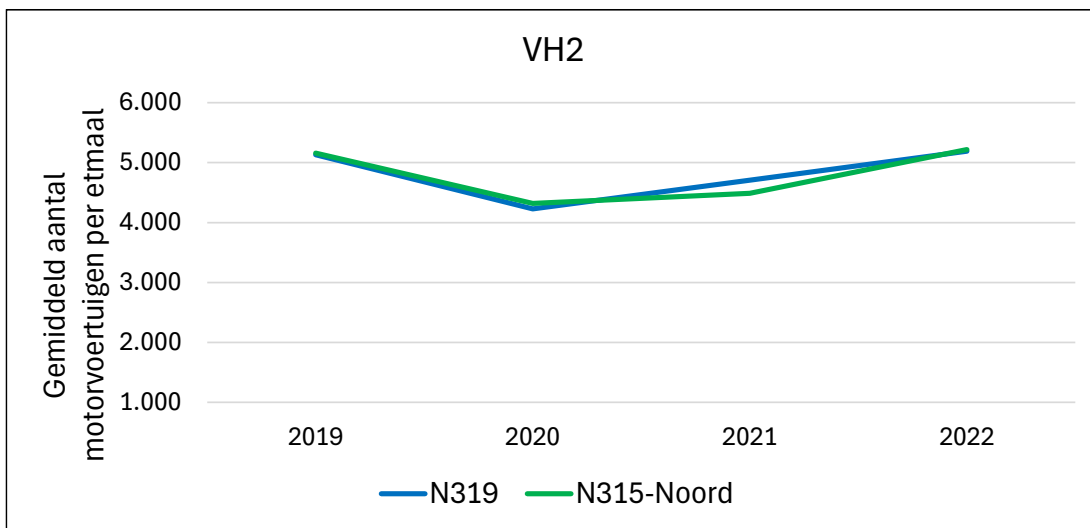
Figuur B7.1 Het gemiddelde aantal motorvoertuigen per etmaal op een weekdag per jaar, op onderzoeklocatie MB1. NB: Er zijn geen gegevens van de Bergweg in deze periode.



Figuur B7.2 Het gemiddelde aantal motorvoertuigen per etmaal op een weekdag per jaar, op onderzoeklocatie MB2.



Figuur B7.3 Het gemiddelde aantal motorvoertuigen per etmaal op een weekday per jaar, op onderzoeklocatie VH1.



Figuur B7.4 Het gemiddelde aantal motorvoertuigen per etmaal op een weekday per jaar, op onderzoeklocatie VH2.

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 3343
ISSN 1566-7197



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Rapport 3343
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

