

Voedselbeschikbaarheid voor muizenetende roofvogels in graslanden in Midden- en Zuid-Limburg

Een onderzoek naar jaagsucces van muizenetende roofvogels in graslanden gerelateerd aan de beschikbaarheid van (veld)muizen, de vegetatiestructuur, landgebruik en beheer

Stef van Rijn, Jasja Dekker en René Janssen



Voedselbeschikbaarheid voor muizenetende roofvogels in graslanden in Midden- en Zuid-Limburg. Een onderzoek naar jaagsucces van muizenetende roofvogels in graslanden gerelateerd aan de beschikbaarheid van (veld)muizen, de vegetatiestructuur, landgebruik en beheer.

Auteurs:

Stef van Rijn, Jasja Dekker en René Janssen

Met medewerking van:

M. Richmond, K. Remmers & E. Soeterboek

In opdracht van:

ARK Natuurontwikkeling

Contactpersoon opdrachtgever:

Liesje Floor

Te citeren als:

Stef van Rijn, Jasja Dekker en René Janssen, 2016. Voedselbeschikbaarheid voor muizenetende roofvogels in graslanden in Midden- en Zuid-Limburg. Een onderzoek naar jaagsucces van muizenetende roofvogels in graslanden gerelateerd aan de beschikbaarheid van (veld)muizen, de vegetatiestructuur, landgebruik en beheer. Delta Milieu, Jasja Dekker Dierecologie, Bionet Natuuronderzoek, Culemborg.



provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	5
Samenvatting.....	7
1. Inleiding	11
1.2 Onderzoeksvraag	11
1.3 Ligging studiegebieden	12
2. Materiaal en Methoden	13
2.1 Kartering landgebruik en graslandbeheer.....	13
2.2 Muizen en grasstructuur	14
2.2.1 Metingen grasstructuur.....	15
2.2.2 Tellingen muizenholletjes.....	15
2.2.3 Live-traps	16
2.3 Roofvogels en uilen	17
2.3.1 Loggers	17
2.3.2 Camera's.....	19
2.4 Databewerking en analyse.....	20
3 Resultaten.....	21
3.1 Landgebruik, beheer en graslandtypen.....	21
3.1.1 Landgebruik	21
3.1.2 Graslandbeheer en graslandtypen	23
3.2 Prooiaanbod en bereikbaarheid	25
3.2.1 Onderzochte percelen	25
3.2.2 Dichtheid muizenholletjes	25
3.2.3 Muizen.....	28
3.2.4 Bereikbaarheid van kleine zoogdieren.....	32
3.3 Jaaggedrag in relatie tot muizen, landgebruik en beheer	35
3.3.1 Dieet en prooiaanvoer	35
3.3.2 Jaaggedrag in relatie tot gebruik en beheer.....	39
4 Discussie	56
4.1 Graslanden en muizen.....	56
4.2 Jagende roofvogels en muizen	56
4.3 Rol van landgebruik en beheer	58
4.4 Hooilanden en extensief begraasde gebieden.....	58
4.5 (Her)kolonisaties.....	61
5 Conclusie.....	62
Literatuur.....	64
Dankwoord.....	66

Samenvatting

Landgebruik en beheer

In het Kempen~Broek en in twee gebieden in Zuid-Limburg, te weten de omgeving van Schweiberg/ Dal-Bissen en Cottessen, is er in het open gebied naast intensief landbouwkundig gebruik ook ruimte gecreëerd voor natuur. De landschappen bestaan uit akkers, beweide graslanden, maaigraslanden (silage), extensief begraasde natuurgraslanden en hooilanden. Vooral in de landschappen in het Zuid-Limburgs heuvelland gaat het voorkomen van deze verschillende graslanden gepaard met een zekere kleinschaligheid. In het Kempen~Broek zijn de agrarische landschappen veel meer opgeschaald en geïntensiveerd. In Zuid-Limburg is dat lokaal niet het geval.

Muizen

In het Kempen~Broek en in de twee gebieden in Zuid-Limburg zijn tussen eind juni en eind juli muizen gevangen met live-traps. In negen percelen met agrarisch gebruik en acht percelen met natuurgrasland zijn nagenoeg geen veldmuizen gevangen. In één perceel met agrarisch gebruikt hooiland in Dal-Bissen (een perceel dat eind juni nog niet gemaaid was) is als enige een redelijk aantal van c. 20 veldmuizen gevangen (64 valnachten). Beweide agrarische graslanden vertoonden veel lagere dichtheden van muizenholletjes dan maailand. In de hooilanden en natuurgraslanden zijn in het algemeen veel holletjes geregistreerd maar in de zomer waren er nauwelijks muizen. De muizenstand was in het vroege voorjaar nog wel hoog, vooral in de omgeving van Schweiberg/ Dal-Bissen. In dat gebied werden in zowel natuurgraslanden als hooilanden en in delen van het agrarisch gebied grote dichtheden aan muizenholletjes vastgesteld.

In zowel begraasde als onbegraasde natuurgraslanden en vooral in perceelsranden komen naast veldmuizen ook andere soorten muizen voor, waaronder verschillende soorten spitsmuizen. In een aantal percelen met natuurgraslanden waar de gezenderde kerkuil uit Cottessen met enige regelmaat joeg werden met de live-traps vooral spitsmuizen gevangen.

Jaaggedrag

Om jaaggedrag van muizenetende roofvogels te kunnen koppelen aan terreineigenschappen zoals muizendichtheden en vegetatiestructuur en aan gebruik en beheer, zijn in het Kempen~Broek en in de gebieden in Zuid-Limburg 4 torenvalken en 5 kerkuilen uitgerust met GPS-loggers. Hiervan werden van 3 valken en 1 kerkuil GPS-gegevens verzameld. Op basis van het jaaggedrag van een mannetjes torenvalk uit het Kempen~Broek blijkt dat er zowel in de agrarisch gebruikte graslanden als in de natuurgraslanden in de zomer van 2015 nauwelijks is gejaagd. Dit komt omdat er geen of nagenoeg geen veldmuizen aanwezig waren. Alleen in de natuurgraslanden waren enkele kleine populaties met veldmuizen gevestigd maar mede door de ruige vegetatiestructuur zijn muizen hier slecht zichtbaar en daardoor veelal onbereikbaar voor roofvogels. Om die reden waren de natuurgraslanden niet lucratief om te jagen. De vogel was gedwongen om in alternatieve gebieden te jagen, zoals enkele boerenerven en bosranden. De vogel deed dat in veel van die gebieden uit zit in plaats van biddend. Zowel jaaggedrag als jaaghabitat waren daarmee atypisch voor een torenvalk als echte graslandgebruiker.

De GPS-gegevens van een paartje torenvalken in Zuid-Limburg laten zien dat er in de intensief landbouwkundig gebruikte graslanden uit de omgeving van Schweiberg/Dal-Bissen

tot in de zomer wel veldmuizen voorkwamen. De valken jagen in juni zelfs exclusief op gemaaid land, vooral in de periode direct na maaien. De vogels jaagden nagenoeg niet in extensief begraasde natuurgraslanden en maar deels in hooilanden, ook niet als er veel muizen voorkwamen. Die gebieden zijn in de zomer te ruig waardoor de muizen onvoldoende zichtbaar en daarom slecht bereikbaar zijn. In het voorjaar (april) was de vegetatie in zowel de extensief begraasde natuurgraslanden als de hooilanden nog laag en zijn muizen er wel goed bereikbaar. Waarnemingen uit april lieten zien dat in die periode wel op de natuurgraslanden en hooilanden werd gejaagd. Naast dat deze percelen gedurende de zomer te ruig werden, zakte de muizenstand ook in elkaar. Alleen in sommige hooilanden bleven nog kleine veldmuispopulaties over. Blijkbaar blijft boerenland met weinig muizen na maaien toch lucratief om je bejagen.

In intensieve agrarische graslanden die na maaien met mest geïnjecteerd zijn, werden in 2015 in veel gevallen (vooral in Zuid-Limburg) wel muizenholletjes geregistreerd maar zijn geen muizen gevangen. In de periode net na maaien jagen de torenvalken veel op gemaaid land, maar dat is in het algemeen tijdelijk. De live-traps werden geplaatst vanaf tien dagen na maaien in een periode dat de valken er al niet meer jagen. Blijkbaar waren de muizen vanaf een week à tien dagen na maaien en na mestinjectie dus niet meer aanwezig. Een deel van deze muizen is door predatoren bejaagd (naast torenvalken, o.a. buizerds en vossen). Een ander deel is mogelijk gestorven tijdens het maaien en tijdens de mestinjectie.

De kerkuil uit Cottessen joeg deels in agrarisch maailand en vooral in natuurgrasland en hooiland en in bronbeekbosjes. In de agrarische graslanden was de veldmuizenstand in juni al ingestort en in de natuurgraslanden en hooilanden was de vegetatie over het algemeen erg ruig. Kerkuilen kunnen prima uit zit jagen en de vogel gebruikte vooral de randen van de ruigere graslanden om te jagen. De prooiaanvoer zoals vastgelegd met cameravallen bevestigde dat de vogels veel spitsmuizen bejaagden. Die werden gevangen in de natuurgraslanden en de hooilanden, waar ze ook met live-traps waren vastgesteld. In de bronbeekbosjes werden ook met name spitsmuizen bejaagd waaronder de zeldzame waterspitsmuis. Dit wijst uit dat naast natuurgraslanden en hooilanden ook de kleinschalige structuren van landschapselementen en perceelsgrenzen cruciaal zijn voor een diverse muizengemeenschap en daarmee belangrijk voor kerkuilen, vooral als er weinig veldmuizen zijn zoals in het jaar 2015.

(Her)kolonisatie

Er zijn aanwijzingen dat muizen baat hebben bij laat gemaaid grasland (hooilanden) en extensief beweidde natuurgraslanden. Dit soort percelen zijn waarschijnlijk cruciaal voor de (her)kolonisatie van omliggende graslanden. Het landgebruik in het boerenland bepaalt in grote mate in hoeverre muizen voldoende beschikbaar en bereikbaar blijven. Direct na het maaien zijn muizen extreem goed bejaagbaar, maar daarna blijft er geen muis meer over. Door het maaien zelf en door mestinjectie en door de predatie sterven mogelijk veel muizen. De snelheid van de (her)kolonisatie hangt waarschijnlijk af van de grootte van de populaties in de hooilanden en de extensief begraasde natuurgebieden. Grootschalige intensief gebruikte akker- en graslandgebieden, zoals in het Kempen~Broek en in delen van Zuid-Limburg herbergen nauwelijks veldmuizen en hebben daardoor geen enkele toegevoegde waarde voor muizenetende predatoren.

Conclusie

Van de verschillende graslandtypen leveren in Zuid-Limburg hooilanden en extensief begraasde natuurgraslanden het meeste voedsel op. Deze graslanden bevatten gedurende het hele broedseizoen veldmuispopulaties. De hooilanden en extensieve begrazingsgebieden hebben alleen in het vroege voorjaar een geschikte vegetatiestructuur zodat muizenetende roofvogels effectief kunnen jagen. In de jongenperiode van roofvogels, als de prooibehoefte het grootst is, zijn hooilanden en extensieve begrazingsgebieden te ruig en worden ze minder door torenvalken bejaagd, vooral in de randen en de aanliggende bermen. De meeste jaagtijd (per ha) is doorgebracht nabij hooilanden en op net gemaaide graslanden. In het Kempen~Broek was het lastig om de relatie van jagende torenvalken met beheer en vegetatiestructuur te onderzoeken; de agrarische gebieden hadden vrijwel allemaal een lage dichtheid aan muizen, en zelfs in de natuurgraslanden zaten matige aantallen. Kerkuilen zijn afhankelijk van jaren met pieken in de veldmuizenstand en waren in het matige seizoen van 2016 naast woelmuizen vooral aangewezen op spitsmuizen. Gebieden met variatie en randen in de vorm van houtwallen, bosranden en bronbossen bieden in slechte veldmuisjaren grote voordelen, zoals het geval was in Cottessen in Zuid-Limburg. Grootschalig agrarisch land biedt in slechte veldmuisjaren onvoldoende alternatief voor jagende kerkuilen.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Deze studie valt binnen één van de hoofddoelen uit het project van ARK om een soortbeschermsplan voor de oehoe op te stellen: meer inzicht krijgen in de verspreiding, dichtheid en beschikbaarheid van kleine zoogdieren als muizen, ratten en konijnen in relatie tot het grondgebruik en beheer. Muizen, ratten en konijnen zijn een belangrijke voedselbron voor de oehoe. Naast andere voedselbronnen waaronder vogels zoals duiven en kraaien is een groot deel van deze prooien ook voedsel voor wilde kat, havik, rode- en zwarte wouw, buizerd, blauwe kiekendief, ransuil, kerkuil en torenvalk.

De huidige studie betreft een onderzoek, waarbij prooiaanbod en jaagopbrengsten van muizeneters van verschillende graslandtypen met elkaar vergeleken worden. Elk van deze graslandtypen wordt gekenmerkt door een specifieke vegetatiestructuur en een specifiek beheertype, variërend van intensief agrarisch gebruik (hooi- en graslanden met mestinjecties) tot en met extensief gebruik in natuurgebieden (hooilanden en graslanden met seizoens- of jaarrondbegrazing).

De uitkomsten van dit onderzoek kunnen als advies dienen voor verbeteringen in gebruik en beheer van natuurgebieden en cultuurland. In de voorliggende studie is gefocust op veldmuizen in graslanden als zijnde de belangrijkste voedselbron voor zoogdieretende predatoren in open gebied. Onderzoek met relatief algemene roofvogel- en uilensoorten zoals torenvalken en kerkuilen levert bruikbare resultaten op voor de beschikbaarheid en bereikbaarheid van (veld)muizen voor de meeste andere muizenetende roofvogels waaronder ook zeldzamere roofvogels en roofdieren als de wilde kat. Torenvalken eten hoofdzakelijk veldmuizen en kerkuilen naast veldmuizen ook allerlei soorten spitsmuizen.

1.2 Onderzoeksvraag

Eerder onderzoek naar de effecten van beheer op roofvogels had o.a. betrekking op het jaagsucces van muizenetende roofvogels in relatie tot het prooiaanbod en de vegetatiestructuur (Beemster & van Rijn 1995), en de effecten van begrazing uit onderzoek in de randzone van de Oostvaardersplassen (Beemster & Vulink 2001).

Deze studie richt zich op hoe de dichtheid van prooien is gerelateerd aan het graslandtype en bijbehorend beheer en hoe muizeneters als torenvalken en kerkuilen daarvan kunnen profiteren. Hierbinnen is naast prooiaanbod gekeken naar de bereikbaarheid van prooien door de vegetatiestructuur (hoogte en doorzicht) te meten. Hieruit is onderstaande onderzoeksvraag geformuleerd:

Welk type grasland (uit de verschillende typen gebruik en beheer) met bijbehorende vegetatiestructuur en aantallen kleine zoogdieren, levert het meeste voedsel op voor muizenetende predatoren?

Bovenstaande onderzoeksvraag genereert de onderstaande deelvragen:

- in welk type grasland concentreren zich de jaagactiviteiten van muizenetende roofvogels?
- op welke locaties is het jaagsucces (prooien per uur jagen) optimaal en wat is de relatie met beheer en graslandtype?

1.3 Ligging studiegebieden

Het onderzoek is uitgevoerd in graslandgebieden van het Kempen~Broek (Midden-Limburg), in de omgeving van Schweiberg (Limburgs heuvelland) en in de omgeving van Cottessen (Limburgs heuvelland). De graslandmetingen zijn voornamelijk in het Kempen~Broek en de omgeving van Schweiberg uitgevoerd. Bij de keuze van de studiegebieden is er rekening mee gehouden dat er zowel regulier boerengrasland als natuurgrasland in gelegen is, maar waar ook torenvalken en kerkuilen voorkomen. Dit bleek een uitdaging in het Limburgs heuvelland aangezien hier weinig bekend is over het voorkomen van broedende kerkuilen. In de omgeving van Cottessen broedde in 2015 een paartje kerkuilen, waardoor er voor het onderzoek naar de kerkuil een extra studiegebied is gekozen.



Paartje torenvalken in Schweiberg/Dal-Bissen, links het vrouwtje, rechts het mannetje, 11 maart 2015.

2. Materiaal en Methoden

2.1 Kartering landgebruik en graslandbeheer

Van zowel het studiegebied van het Kempen~Broek als van de omgeving van Schweiberg is het landgebruik en graslandbeheer vrijwel dekkend in kaart gebracht. Deze opnamen in het Kempen~Broek omvatten de leefgebieden van een paartje torenvalken en kerkuilen. In Schweiberg is landgebruik en graslandbeheer in kaart gebracht in het leefgebied van een paartje torenvalken. In de regio Cottessen is het landgebruik en beheer voor een klein deel gekarteerd in het leefgebied van een paartje kerkuilen.

Het landgebruik is allereerst geclassificeerd op hoofdgebruik. Van het hele open gebied (d.w.z. het hele landschap behalve het bos en bebouwing) is hiervoor per perceel vastgelegd of het land in gebruik is als akkerland, boerengrasland, natuurgrasland, hooiland en overige graslandgebieden waaronder boomgaarden, boomplantages en gazonnen. Vervolgens is voor de boerengraslanden vastgelegd of de percelen in gebruik waren als maailand (veelal silage) of als graasgebied voor runderen en ander vee. Van natuurgras is ook bepaald of de terreinen al dan niet begraasd zijn.

Van maailand is zo nauwkeurig mogelijk genoteerd wanneer ze zijn gemaaid. De opnamen zijn vanaf half mei gestart en rond begin juli geëindigd, precies de periode dat de graslanden veel worden gemaaid. Binnen het studiegebied zijn de meeste percelen onderverdeeld in onderstaand hoofdgebruik en is vastgelegd of ze worden gebruikt als maailand, voor beweiding, natuurlijke begrazing, of als hooiland.

- Akker
- Regulier grasland (beweid en maailand/silage), vaak in combinatie met mestinjectie
- Natuurgras (begraasd en onbegraasd)
- Hooiland (onbegraasd en laat gemaaid)
- Boomgaard en boomplantage
- Gazon

Sommige graslanden zijn vroeg in het seizoen eenmaal gemaaid alvorens ze in gebruik werden genomen als graasgebied voor runderen. Deze zijn dan als graasgebied geclassificeerd. Maailanden met nabeweiding vanaf de zomer zijn als maaigebied geclassificeerd. Sommige percelen die na een korte periode van beweiding als maailand in gebruik waren genomen, zijn als maailand geclassificeerd.

De beschrijving is gedaan op basis van de administratieve perceelsindeling. Als percelen in de huidige situatie één groot perceel vormen met hetzelfde gebruik of beheer zijn ze samengenomen in de opnamen. Dat is vaak in de gebieden van ARK, waar afzonderlijke voormalige agrarische percelen nu als geheel in gebruik zijn als natuurgrasland. Soms heeft een boer ook meerdere (administratieve) percelen als één perceel in gebruik en het kan zijn dat er soms geen of geen duidelijke perceelgrens is waardoor een gebied als geheel is bekeken in het geval dat het gebruik binnen de samengenomen percelen hetzelfde is. Sommige percelen van de kadasterkaarten zijn qua gebruik juist onderverdeeld in meerdere kleinere onderdelen. Hiervan zijn de betreffende percelen hergecodeerd.

Naast gebruik en beheer zijn alle graslanden getypeerd naar fasen voor botanisch ontwikkelingsbeheer waarbij wordt uitgegaan dat natuurlijke omgevingsfactoren pas tot uitdrukking kunnen komen in situaties met een lage voedingstoestand (dus zonder vermessing) met een lage productie. In die situaties kan er een gebiedskarakteristieke gevarieerde gras-kruidenvegetatie ontwikkelen met minder algemene plantensoorten en bijbehorende variatie aan insecten waaronder vlinders en sprinkhanen (Bax & Schippers 1998). De fasen voor botanisch ontwikkelingsbeheer zijn in te delen van grasland met intensief boerengebruik naar grasland met hoge botanische natuurwaarde. Volgens deze indeling in de ontwikkeling van botanisch waardevol grasland worden zes (fase 0 t/m 5) fasen van boerengrasland richting natuurgras met hoge botanische waarde beschreven. Deze zes fasen zijn:

- fase 0 intensief gebruikt grasland (meestal Engels raaigras)
- fase 1 grassenmix
- fase 2 dominantstadium (van een of twee bij de grondsoort passende grassen als gestreepte witbol, gewone vossenstaart, glanshaver of zachte dravik)
- fase 3 graskruidenmix
- fase 4 bloemrijk grasland (botanisch interessant en vanwege het extensieve beheer dat er bij past al snel ook voor fauna interessant, met veel soorten kruiden die uitdrukking geven aan de plaatselijke omstandigheden van bodem en water)
- fase 5 schraal grasland

Naast bovengenoemde graslandfasen bestaat er in natuurgebieden een pionierfase als de bouwvoor wordt verwijderd t.b.v. natuurherstel. In feite is een kale akker ook een pionierfase. Zowel akkers en gebieden waar de bouwvoor is verwijderd zijn in de studie gedefinieerd als pionierfase.

Engels raaigras met klaver wordt tegenwoordig steeds vaker toegepast. Klaver vangt stikstof uit de lucht. Het gebruik ervan is een aanvulling op stikstof uit mest of een vervanging ervan en intensief gebruikt zit het tussen fasen 0 en 1 in. Als intensief gebruik grasland ouder wordt, niet gescheurd en/of bemest wordt en er meer grassen en kruiden ontstaan, krijgt het een kans dat het overgaat in fase 1 (grassenmix). Gemengd met boterbloemen zal het fase 1 of 3 zijn, meestal 1. Voor fase 3 (graskruidenmix) moeten er meer soorten voorkomen zoals bv. veldzuring en scherpe boterbloem (in plaats van kruipende boterbloem). Voor fase 4 (bloemrijk grasland) beginnen soorten als kruipend zenegroen, echte koekoeksbloem en kale jonker een rol te spelen.

Bovengenoemde indeling van fasen heeft als doel de waarde voor botanisch natuurbeheer te kwalificeren. Dat wil niet zeggen dat botanisch beter ontwikkelde graslanden ook geschikter zijn voor muizen.

2.2 Muizen en grasstructuur

De studie richt zich op de als grasland beheerde terreinen. Dat wil zeggen dat aantallen muizenholletjes en grasstructuur alleen is bepaald in regulier grasland (beweid, maailand en hooiland) en in natuurgrasland (begraasd en onbegraasd). Het onderzoek richt zich dus op vijf graslandtypen.

De tellingen van muizenholletjes en de metingen van de grasstructuur zijn uitgevoerd in de territoria van twee paar torenvalken en van twee paar kerkuilen. In het Kempen~Broek

betreffen de opnames een gebied met een territorium torenvalken en met een territorium kerkuilen in de omgeving van Altweerderheide. In Zuid-Limburg zijn de graslandopnames gedaan in een gebied met een territorium torenvalken in de omgeving van Schweiberg/ Dal-Bissen. In Zuid-Limburg zijn een klein aantal gerichte opnames gedaan van graspercelen in de omgeving van Cottessen binnen het territorium van een paartje kerkuilen. Van zoveel mogelijk graslanden binnen de territoria van deze vogels is de dichtheid van muizenholletjes en de structuur van het gras (hoogte en doorzicht) gemeten.

2.2.1 Metingen grasstructuur

De grasstructuur is gemeten door zowel hoogte als doorzicht te registreren. De vegetatiehoogte is gemeten door een schijf van polystyreen over een buis te schuiven en op de begroeiing te laten rusten zodat de hoogte kan worden afgelezen. Het doorzicht is per locatie 10x geschat door een buis met 10 rode vlakjes op de bodem te leggen en per vlakje het deel dat zichtbaar is (in klassen van 10%) te schatten (zie Dijkstra et al. 1995).

2.2.2 Tellingen muizenholletjes

In de praktijk blijkt dat in situaties met een vegetatiedoorzicht van ruwweg 75% of meer en een grashoogte van maximaal c.10 cm, het eenvoudig is om muizenholletjes te tellen door over de percelen te lopen. Dat zijn meestal situaties als graslanden die een week of korter geleden gemaaid zijn of sterk begraasde graslanden. In die graslanden zijn holletjes geteld door een rechte lijn diagonaal over het perceel te lopen en binnen een meter links en rechts van het gelopen traject te tellen. Het aantal holletjes is per plek geturfd om een goede indruk te krijgen van het aantal burchten (zie foto van een burcht in paragraaf 3.2.1) en de aantallen holletjes per burcht. Het begin- en eindpunt van het gelopen transect is in een GPS gezet zodat de totale bekeken oppervlakte in vierkante meter geregistreerd is. Op het transect is op een drietal plekken, verdeeld over het perceel, de hoogte en het doorzicht gemeten. Per plek is de hoogte gemeten en is het doorzicht geschat (10 schattingen per plek).

Ruige percelen die niet lopend geteld konden worden, omdat muizenholletjes grotendeels onzichtbaar zijn door te dichte vegetatie, zijn puntsgewijs geteld door verdeeld over het perceel proefvlakken met een straal van 1m te bekijken. Binnen dit proefvlak is grondig naar holletjes gezocht. Punttellingen zijn met name uitgevoerd in laat gemaaid hooiland en in natuurgrasland. Op elk punt is de hoogte en het doorzicht van het gras gemeten. Het aantal bekeken punten varieert per perceel maar er zijn steeds ten minste 10 punten bekeken. Alleen in een aantal erg kleine percelen van minder dan 1 ha is het aantal getelde punten kleiner dan 10 (meestal 4-8). In grote gebieden kan het aantal telpunten oplopen tot tientallen en soms meer dan 100, zoals in een groot aaneengesloten begrazingsgebied van ARK in het Kempen~Broek. In het algemeen liggen de telpunten ongeveer 50 m van elkaar af. Hiermee verschilt de steekproef van de telling van muizenholletjes aanzienlijk met gemiddeld ongeveer 35 m² geteld oppervlak per perceel bij punttellingen tot ongeveer 400m² geteld oppervlak in teltrajecten. De vastgestelde dichtheid van muizenholletjes is vervolgens onderverdeeld in klassen (zie tabel 2.1). Deze indeling is pragmatisch gekozen zodat de verdeling van betreffende dichtheden goed verdeeld is binnen de range van voorkomen.



Veldmuizenburcht in grasland bij Dal-Bissen,
16 april 2015

Tabel 2.1 Indeling in klassen van de geregistreerde dichtheid van muizenholletjes per ha

<i>Holletjes/ha</i>	<i>Dichtheid</i>
0	nul
9-100	klein
101-700	matig
701-2000	redelijk
2001-4000	groot
>4000	zeer groot

Na het maaien van grasland zijn vaak meteen de holletjes geteld, omdat er na maaien een traject kon worden gelopen i.p.v. een arbeidsintensieve punttelling.

2.2.3 *Live-traps*

Het tellen van muizenholletjes is de enige haalbare werkwijze om van een groot gebied de dichtheid te bepalen. Een nadeel is dat het mogelijk een oude situatie weergeeft waarbij niet gebruikte holletjes en verlaten burchten worden meegeteld. Daarom is op een aantal plekken ook de actuele muizenstand onderzocht, zoals ook door Cook et al 2004 wordt aangeraden. Hiervoor zijn in alle studiegebieden live-traps ingezet. In de tweede helft van juni zijn in zowel het Kempen~Broek als in de omgeving van Schweiberg op 6 tot 7 percelen raaien uitgezet met elk 32 live-traps. In de vallen is hooi met graan en wortel als lokvoer gebruikt. De vallen zijn op een lijn gezet op ongeveer 3-6 m van elkaar. Hierdoor is een lange strip met

een bepaald oppervlakte bemonsterd. De oppervlakte van de strip is berekend door de lengte van de raai plus 6 m te vermenigvuldigen met 6 meter (een afstand van 3 m rond de lijn met vallen). De vallen zijn in zowel boerengrasland als in natuurgrasland (in Schweiberg ook in hooiland) gezet. Bij de keuze is zoveel mogelijk rekening gehouden met percelen waar veel of weinig tot geen muizen zouden zitten, naar de verwachting op basis van de holletjesdichtheid. In de tweede helft van juli zijn live-traps gebruikt in de omgeving van Cottessen om enig idee te hebben van de actuele muizenstand in dat gebied en voor enige vergelijking met de andere gebieden. In Cottessen zijn de vallen in één van de zes raaien voortijdig opgehaald vanwege vertrapping en vernieling door runderen. Alle vallen zijn na het zetten tweemaal daags gecontroleerd (ochtend en avond). Tijdens één sessie zijn dus gedurende twee etmalen 4 controles uitgevoerd. Van alle gevangen muizen is een klein plekje van de vacht weggeknipt om de eerder gevangen individuen te kunnen onderscheiden van nieuw gevangen dieren. Hiermee is het exacte aantal gevangen individuele muizen bekend.

2.3 Roofvogels en uilen

2.3.1 Loggers

Om informatie over het ruimtegebruik van torenvalken en kerkuilen te verzamelen, zijn GPS-loggers gebruikt.

In de periode 3 juni tot en met 7 juli 2015 (34 dagen) is in het Kempen~Broek (Midden-Limburg) een mannetje torenvalk met jongen gevolgd met een GPS-logger. De logger van deze vogel slaat iedere 5 minuten een GPS-positie op. Naast dat het terreingebruik van dit dier daarmee nauwkeurig in kaart is gebracht, is ook een goede inschatting gemaakt van de prooiaanvoer naar het nest en van de locaties waar de vogel succesvol heeft gejaagd. Op 7 juli is de vogel terug gevangen en is zijn zender eraf gehaald en zijn de gegevens uitgelezen.

In de periode 3-19 juni 2015 (17 dagen) is in de regio Schweiberg (Zuid-Limburg) een paartje torenvalken met jongen gevolgd met GPS-loggers. Op 19 juni zijn beide vogels teruggevangen om de loggers af te nemen. De GPS van deze loggers slaat 1 positie per 15 minuten op. Hiermee is het graslandgebruik van deze vogels nauwkeurig in beeld gebracht, maar kan er niet veel gezegd worden over de prooiaanvoer omdat daarvoor de intervallen te groot waren.

Bij de torenvalken betreffen de posities het label “vliegend of biddend jagen” en “jagen uit zit”. Deze zijn toegekend op basis van de door de GPS-logger bepaalde snelheid in combinatie met de locatie. Posities op plaatsen waar bomen of struiken staan (veelal langs perceelsgrenzen of langs paden en wegen) krijgen het label “jagen uit zit”. Posities binnen 30 m van de nestplaats krijgen het label “nest” en posities vanaf dat de vogel aan het einde van de dag niet meer verplaatst en totdat de vogel aan het begin van de dag weer actief wordt, krijgen het label “rust”

In de periode 10-25 juni 2015 (15 nachten) is in de regio Cottessen (Zuid-Limburg) een mannetje kerkuil met jongen gevolgd met een GPS-logger. De logger van deze vogel slaat iedere 5 minuten een positie op. Naast dat het terreingebruik van dit dier daarmee nauwkeurig in kaart is gebracht, is ook een goede inschatting gemaakt van de prooiaanvoer naar het nest en van de locaties waar de vogel succesvol heeft gejaagd.



Torenvalkmannetje uit het Kempen~Broek met zijn GPS-logger, 17 juni 2015

De jaagtijd is geschat door het aantal puntjes te vermenigvuldigen met de duur van de GPS-interval. Die schatting is niet geheel nauwkeurig voor de torenvalken uit Schweiberg met de 15 minuten-intervallen, maar voor de torenvalk uit het Kempen~Broek en de kerkuil uit Cottessen is de geschatte jaagtijd wel vrij nauwkeurig (intervallen van 5 minuten). Voor de valken uit Schweiberg is de totale jaagtijd per perceel berekend omdat van vrijwel alle percelen informatie is verzameld omtrent gebruik en beheer, aantallen muizenholletjes en grasstructuur. In het territorium van de valken uit Altweerderheide is ook een groot deel van de percelen binnen het territorium onderzocht maar de gezenderde vogel bleek nauwelijks op de omliggende percelen te jagen. Voor de gezenderde kerkuil uit Cottessen zijn slechts enkele graslandpercelen onderzocht.

Omdat voor zowel de torenvalk uit het Kempen~Broek als de kerkuil uit Cottessen onvoldoende relatie kan worden gelegd met de onderzochte graslanden is gekozen voor een habitatbenadering. Omdat in Google-Earth gemakkelijk te zien is, van welke landschapsstructuren en habitats de vogels gebruik maken, is aan alle GPS-posities van de vogels een landschapstype toegekend. Deze zijn voor de torenvalk bos, bosrand, erf, berm en open land. De bejaagde habitats in open land zijn grotendeels graslanden waarvan een deel onderzocht is en waardoor voor deze habitats enige relatie met terreinkenmerken gelegd kan worden. Voor de kerkuil uit Cottessen zijn de habitats erf, golfveld, houtwal/heg/holle weg, bosrand, de zone met bronbeekbos, berm/perceelsgrens en grasland onderscheiden. Met deze onderverdeling kan per de jaagtijd per habitattypen worden gepresenteerd en wat het aan prooien (soorten en aantallen) opleverde.

2.3.2 Camera's

Bij het torenvalkennest in het Kempen~Broek is gedurende 2 dagen gefilmd met een HD-camera. Hiermee is een indruk gekregen van de prooiaanvoer en de geconsumeerde prooi-soort. In het Kempen~Broek is dat belangrijk - vanwege de erg lage veldmuizenstand in 2015 - om vast te kunnen stellen of de vogels overstappen op alternatieve voedselbronnen naast veldmuizen. Bij de torenvalken in Schweiberg was filmen niet nodig, omdat er in die omgeving veel veldmuizen beschikbaar waren. Deze torenvallen hebben waarschijnlijk volledig op veldmuizen gejaagd. Veldwaarnemingen ter plaatse bevestigen dit beeld.

In de kerkuilkasten uit het Kempen~Broek en in Zuid-Limburg (Cottessen) is een cameraval Reconix HC-500 geplaatst die continu de prooiaanvoer naar het nest vastlegt. Determinatie van de op de beelden vastgelegde prooien is gedaan met studenten en nacontrole door René Janssen. Specifieke gevallen waarvan een aanvullende controle wenselijk was, is gedaan door Maurice La Haye (Zoogdiervereniging), met verdere bijdragen door Rob Koelman en Vinciane Schockert. Op basis van deze controles zijn een aantal bijzondere soorten muizen vastgesteld waaronder de zeldzame waterspitsmuis *Neomys fodiens*, die als prooi is aangevoerd door zowel de kerkuilen uit het Kempen~Broek als die uit Zuid-Limburg.



Cameraval-beeld van de kerkuilkast in Cottessen; de vogel met GPS-logger brengt een veldmuis

2.4 Databewerking en analyse

Aan de hand van de veldkaarten is de geometrie van administratieve percelen geactualiseerd: als qua terreingebruik twee percelen gekoppeld waren is dit doorgevoerd in het GIS-bestand, als een perceel qua gebruik juist was opgesplitst (bijvoorbeeld de ene helft hooiland, de andere helft beweide) is dit perceel in GIS gesplitst. Vervolgens zijn de beschrijvingen van landgebruik en beheer van de graslanden, van de percelen waarin dit gemeten, is gekoppeld aan deze percelen in GIS.

3 Resultaten

3.1 Landgebruik, beheer en graslandtypen

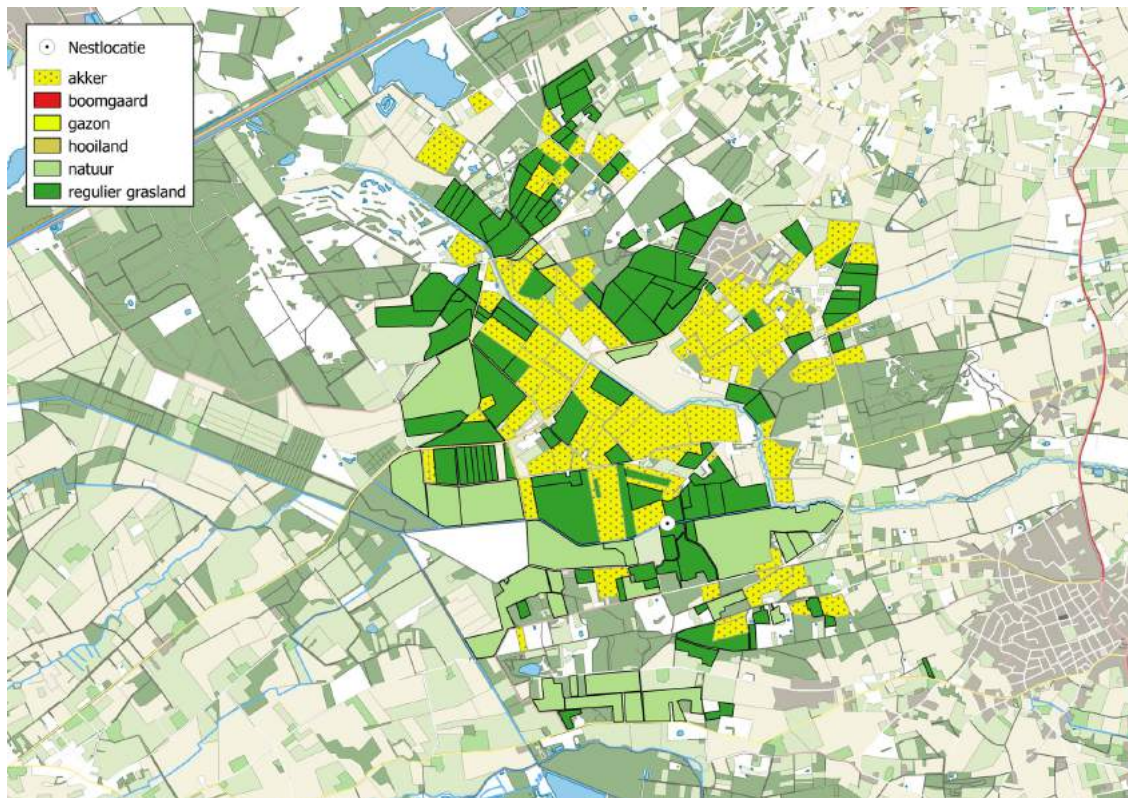
3.1.1 Landgebruik

In het Kempen~Broek is een groot deel van het studiegebied in gebruik als akker (vaak maïs). Daarnaast is een belangrijk deel van het agrarisch gebied grasland, waarvan het merendeel intensief gebruikt maailand. Kleine delen van het gebied worden beweid met runderen. In de grensregio aan de zuidzijde van het gebied is een aanzienlijk deel in natuurbeheer met veelal extensieve begrazing. Binnen dit gebied liggen her en der nog een aantal kleine akkers en boerengraslanden (figuur 3.1 A en 3.2 A).

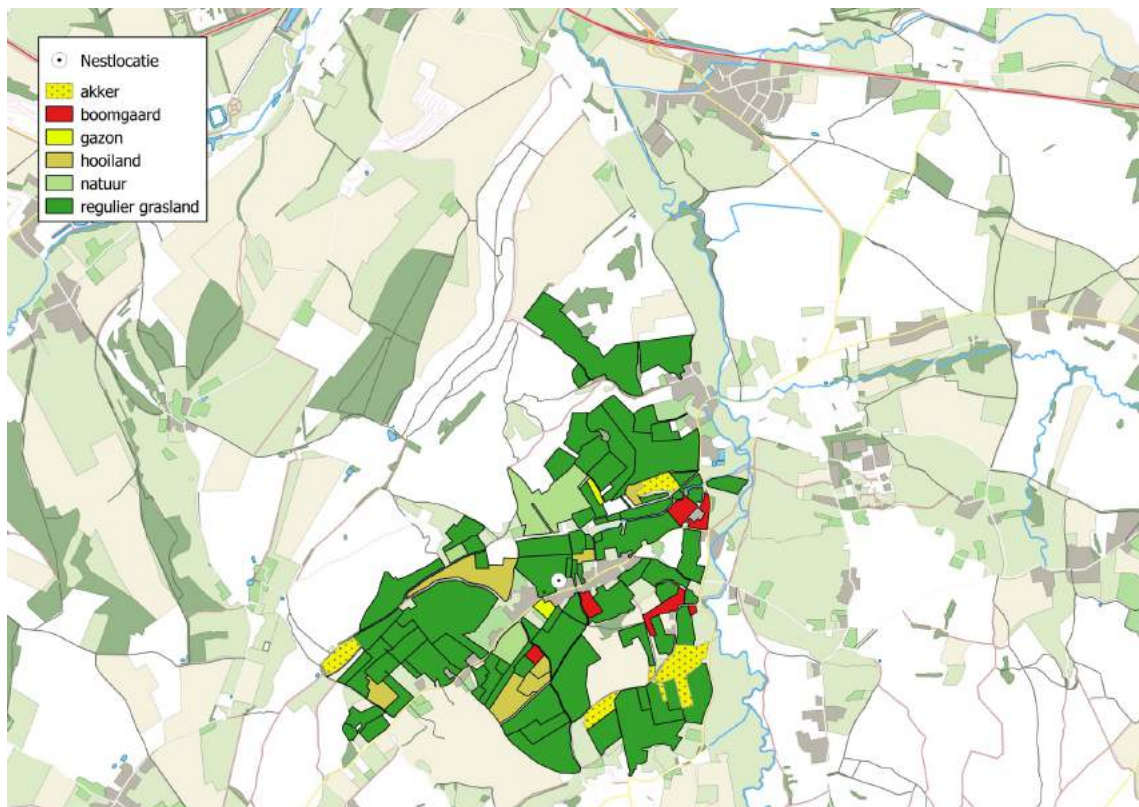
In Zuid-Limburg is het overgrote deel van het boerenland in de studiegebieden bij Schweiberg/Dal-Bissen en bij Cottessen in gebruik als grasland. Een deel hiervan wordt intensief gebruikt als maailand en een deel wordt beweid met runderen. Daarnaast is er een klein aantal hooilanden die niet binnen het natuurbeheer vallen. De kleinere graslanden en akkers en de boomgaarden zorgen verder voor een kenmerkende kleinschaligheid met veel afwisseling (zie figuur 3.1 B en C en 3.2 B en C). Een deel van de graslanden heeft een natuurfunctie. Hiervan is een klein deel intensief begraasd waardoor de percelen de kenmerken hebben van boerenland. Andere delen zijn extensief begraasd en hebben vaak kenmerken van hooiland. Sommige delen van het natuurgrasland worden aan het begin van het seizoen nog gemaaid.



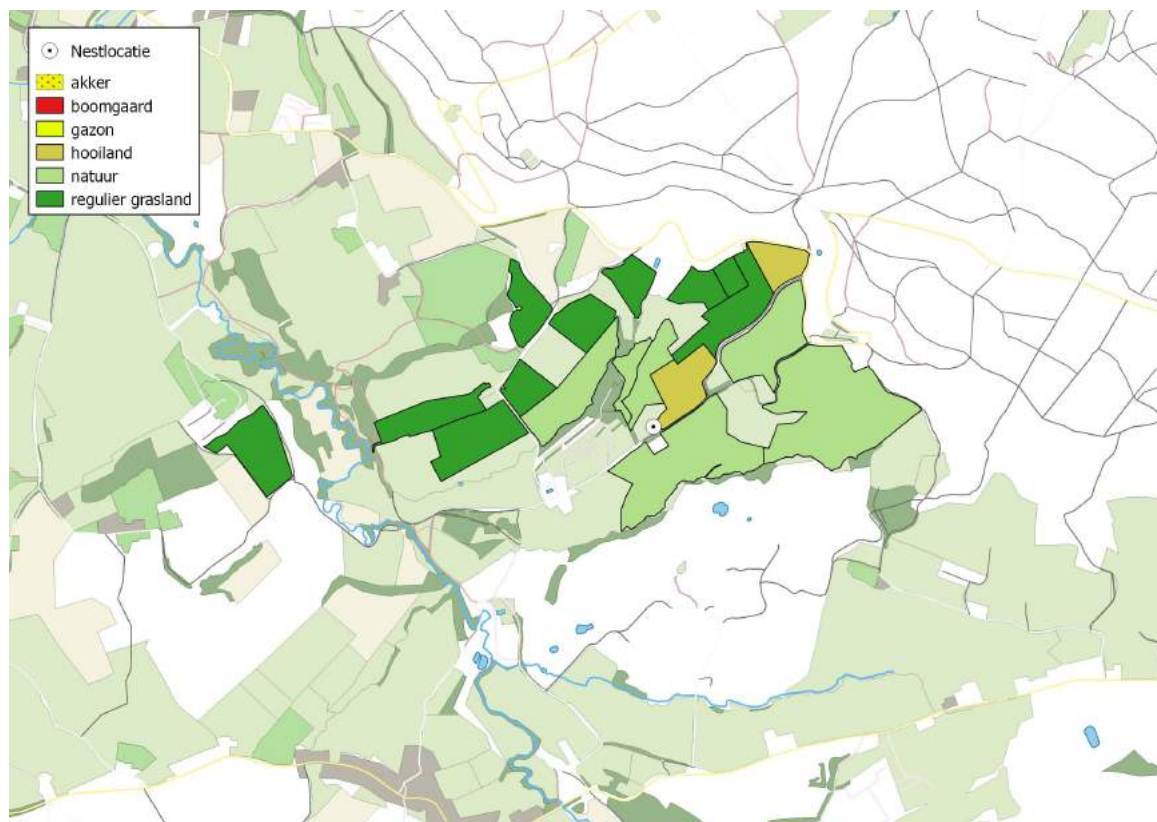
Intensief gebruikt grasland bij Dal-Bissen (Zuid-Limburg) na slepen op 16 april 2015. Een deel van het perceel wordt in het vroege voorjaar beweid met schapen waarna het verder in het seizoen wordt gemaaid en met mest geïnjecteerd.



Figuur 3.1 A Landgebruik (ligging akkers, boomgaarden, gazonnen, hooilanden, natuurlijke graslanden en reguliere boeren graslanden) in Kempen~Broek en de ligging van de nestplaats van de gezenderde torenvalk.



Figuur 3.1 B Landgebruik (ligging akkers, boomgaarden, gazonnen, hooilanden, natuurlijke graslanden en reguliere boeren graslanden) in Schweiberg/Dal-Bissen en de ligging van de nestplaats van de gezenderde torenvalken.

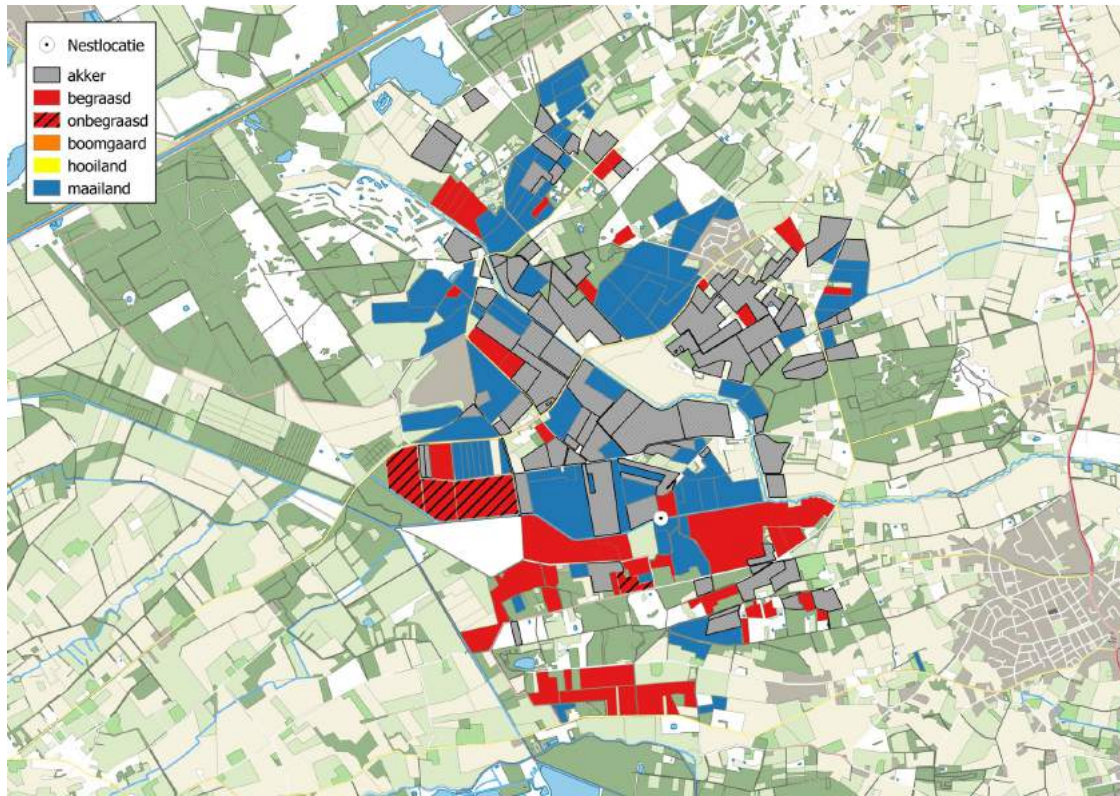


Figuur 3.1 C Landgebruik (ligging akkers, boomgaarden, gazonnen, hooilanden, natuurlijke graslanden en reguliere boeren graslanden) in Cottessen en de ligging van de nestplaats van de gezenderde kerkuil.

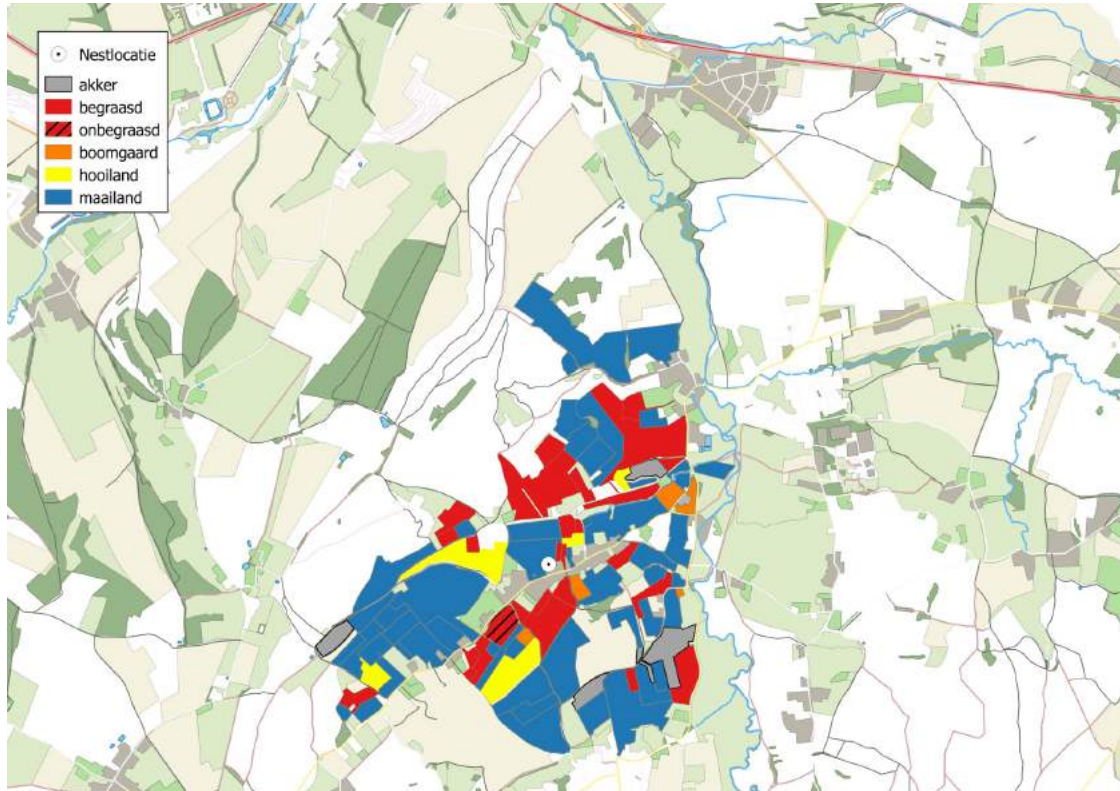
3.1.2 Graslandbeheer en graslandtypen

Agrarisch gebruikt grasland wordt in het algemeen gebruikt als maailand (silage) of voor beweiding met runderen. Op maailand worden in een seizoen meestal meer dan drie á vier maaisneden geoogst. In sommige gevallen wordt een combinatie van begrazing en maaien gehanteerd. Maailand wordt vaak opnieuw ingezaaid en intensief gebruikt waarbij tegenwoordig in veel gevallen mest wordt geïnjecteerd.

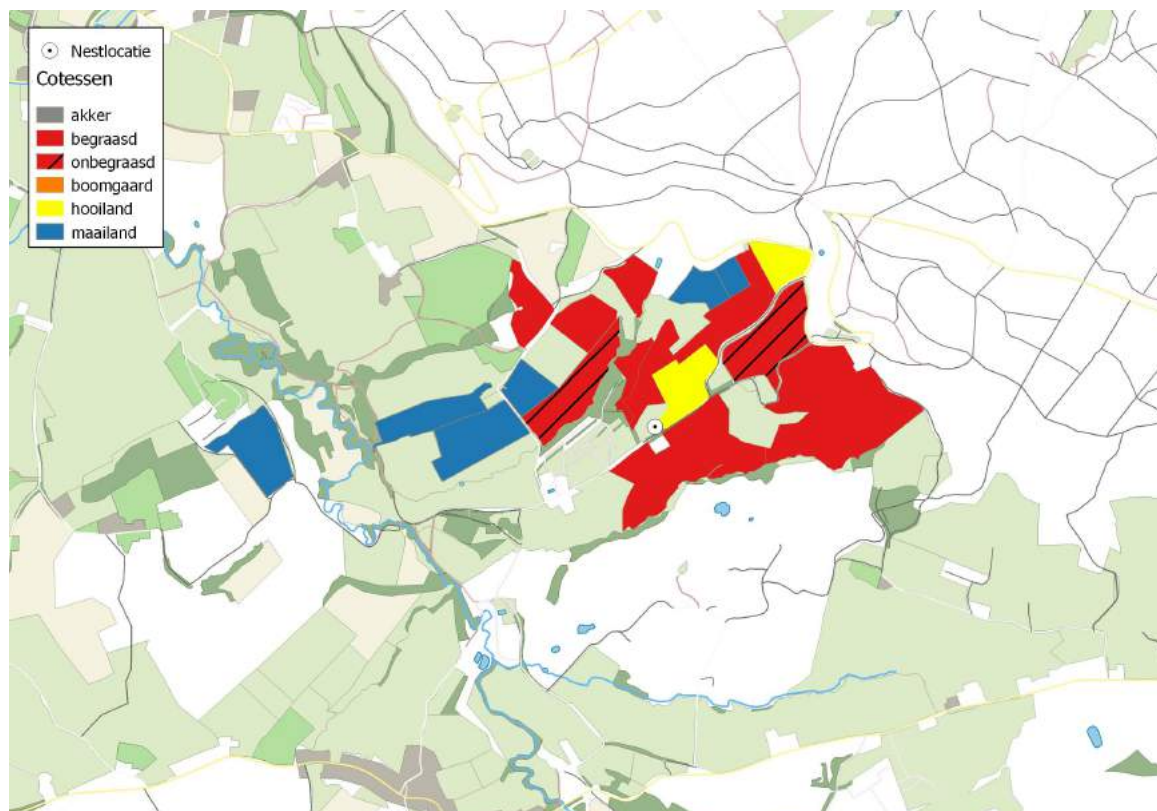
Natuurgrasland wordt in het algemeen begraasd met runderen. Een klein deel van het natuurgrasland is in gebruik als hooiland. Van het agrarisch gebruikt grasland in Zuid-Limburg wordt een klein deel als hooiland beheert. Sommige van deze percelen worden niet intensief gebruikt en pas vanaf eind juni gemaaid.



Figuur 3.2 A Beheer (ligging akkers, begraasde en onbegaasde graslanden, boomgaarden hooilanden en boeren maailanden) in Kempen~Broek (A) en de ligging van de nestplaats van de gezenderde torenvalk Man Pruiskesweg.



Figuur 3.2 B Beheer (ligging akkers, begraasde en onbegaasde graslanden, boomgaarden hooilanden en boeren maailanden) in Schweiberg en de ligging van de nestplaatsen van man en vrouw torenvalk Schweiberg.



Figuur 3.2 C Beheer (ligging akkers, begraasde en onbegraasde graslanden, boomgaarden hooilanden en boeren maailanden) Cottessen (C) en de ligging van de nestplaats kerkuil.

3.2 Prooiaanbod en bereikbaarheid

3.2.1 Onderzochte percelen

Er zijn in totaal in alle onderzoeksgebieden 147 transecten gelopen en 554 punten bekeken om het aantal muizenholletjes te tellen. De tellingen omvatten daarmee 5.7 ha geteld graslandareaal waarin 1.625 muizenholletjes zijn geregistreerd. Dat komt overeen met een gemiddelde dichtheid van ongeveer 2,8 holletjes per are grasland.

In het Kempen~Broek zijn in 109 percelen opnames gedaan waarvan in 82 percelen totaal 89 transecten zijn gelopen. In 27 percelen zijn punttellingen uitgevoerd, veelal in ruig natuurgrasland en deels in regulier boeren grasland met runderen en ongemaaid grasland (totaal 383 punten).

In Zuid-Limburg zijn in de omgeving van Schweiberg 48 transecten gelopen op 38 verschillende percelen. In 11 percelen zijn punttellingen uitgevoerd (114 punten), en in de omgeving van Cottessen zijn in 10 percelen transecten gelopen en in 6 percelen punten (57) geteld.

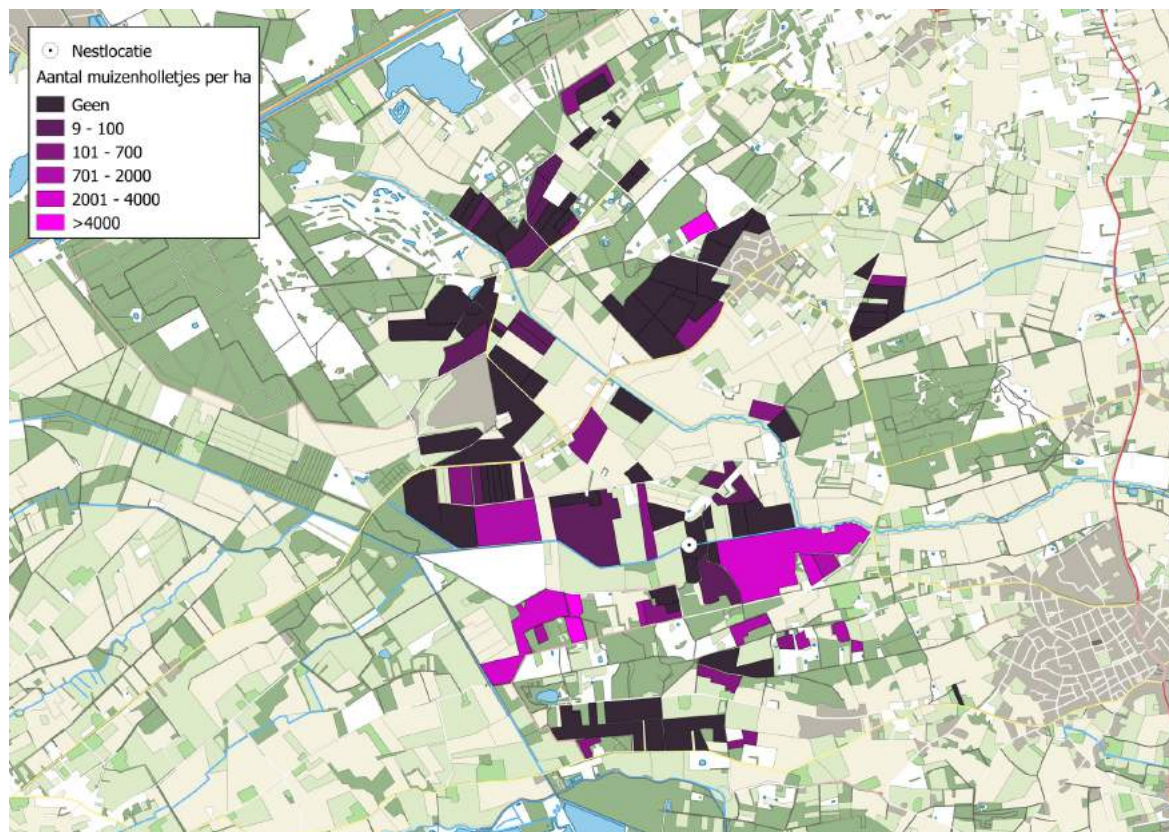
3.2.2 Dichtheid muizenholletjes

In agrarisch gebruikte graslanden zijn zowel minder als minder vaak muizenholletjes gevonden. In het Kempen~Broek zijn in 33% van de reguliere boerengraslanden muizenholletjes aangetroffen. In Zuid-Limburg zijn in de omgeving van Schweiberg in 73%

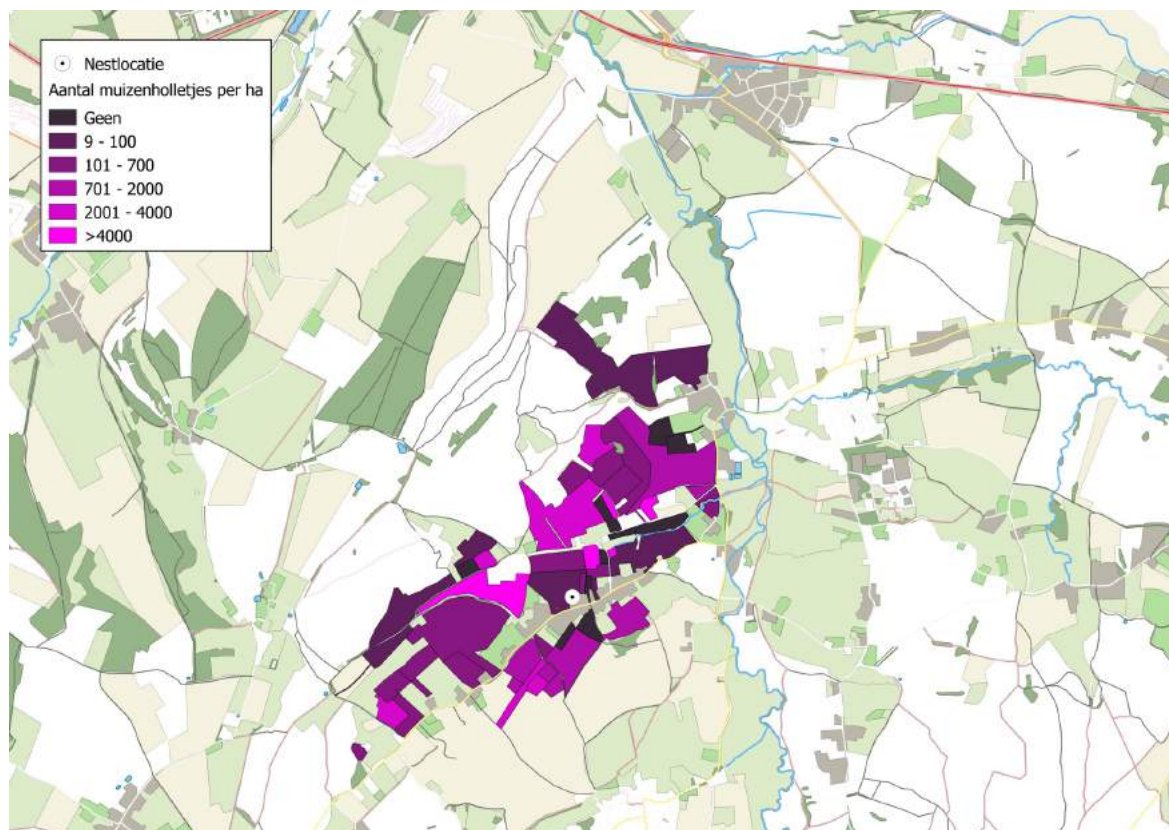
van de boerengraslanden holletjes vastgesteld. In het Kempen~Broek zijn in 69% van de natuurgraslanden muizenholletjes gevonden. In de omgeving van Schweiberg zijn in 88% van de natuurgraslanden muizenholletjes geregistreerd. Dat duidt erop dat in de regio Schweiberg de percelen vaker holletjes bevatten. Bovendien zijn in natuurgraslanden vaker holletjes geregistreerd dan in agrarisch gebruikte graslanden. Het verschil in aanwezigheid van holletjes tussen agrarisch grasland en natuurgrasland is vooral groot in het Kempen~Broek. Dat verschil is met name veroorzaakt door het lage aandeel percelen met holletjes in agrarisch grasland van het Kempen~Broek. Het aandeel percelen met een grote tot zeer grote muizenholletjesdichtheid (voor klassen zie tabel 2.1) is in de graslanden van de omgeving van Schweiberg 21% tegen slechts 6% in het Kempen~Broek. Het aandeel percelen met muizenholletjes is in het reguliere agrarische gebied van de omgeving van Schweiberg groter dan in de natuurgraslanden van het Kempen~Broek (zie tabel 3.1).

In het agrarisch grasland is het aandeel percelen met holletjes in maailand groter dan in beweid grasland. In Schweiberg is dat verschil het meest opmerkelijk; in graslanden die gemaaid worden is het aandeel percelen met holletjes 90% tegen slechts 44% van de percelen met vee. In het Kempen~Broek heeft 35% van de graslanden die gemaaid worden holletjes tegen 26% van de percelen die beweid worden. In natuurgraslanden is er geen duidelijk verschil in het aandeel percelen met muizenholletjes tussen begraasd en onbegraasd land. Dat komt mogelijk door de te kleine steekproef van percelen. In het Kempen~Broek is een tendens dat percelen met begraasd natuurgrasland vaak muizenholletjes bevatten, namelijk in 82% van de percelen. In de regio Schweiberg zijn te weinig percelen met natuurgraslanden onderzocht omdat ze er gewoon weg niet zijn. In deze omgeving zijn het vooral de hooilanden waar vaak muizenholletjes zijn waargenomen. Deze percelen (5 stuks) hebben in alle gevallen muizenholletjes en in meer dan de helft van de gevallen is de dichtheid er groot tot zeer groot (zie tabel 3.1).

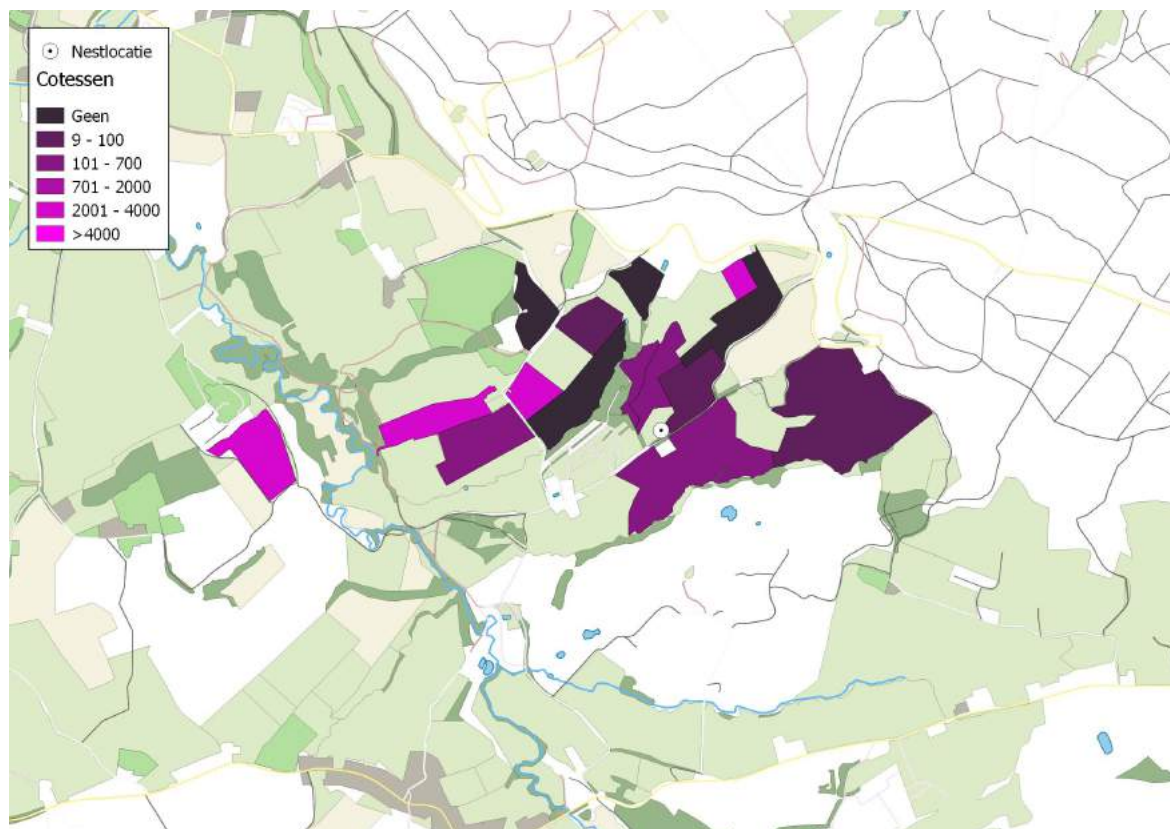
Langs de Wijffelterbroekdijk in het Kempen~Broek is in een grootschalig en intensief gebruikt grasland (c. 25 ha) na maaien en mestinjectie een drietal trajecten gelopen met een oppervlakte van 2200m². Er zijn in deze gelopen trajecten slechts 2 muizenholletjes vastgesteld, overeenkomend met een kleine dichtheid van 9 holletjes per ha. Langs diezelfde percelen is een perceelsgrens met greppel en ruige vegetatie gecontroleerd. In een deel van die perceelsgrens zijn op 80 m² 43 muizenholletjes waargenomen, overeenkomend met een dichtheid van ruim 5.000 holletjes per ha perceelsrand (en daarmee een factor 900 meer dan het aangrenzende graslandperceel).



Figuur 3.3 A Dichtheid van muizenholletjes in graslanden in Kempen~Broek en de ligging van de nestplaats van de gezenderde torenvalk.



Figuur 3.3 B Dichtheid van muizenholletjes in graslanden in Schweiberg en de ligging van de nestplaats van de twee gezenderde torenvalken.



Figuur 3.3 C Dichtheid van muizenholletjes in graslanden in Cottessen en de ligging van de nestplaatsen van de gezenderde kerkuil.

3.2.3 Muizen

In het Kempen~Broek zijn met zes locaties met op iedere plek een raai met 32 live-traps (totaal 384 valnachten) slechts in twee percelen veldmuizen gevangen ($n=6$). Er zijn in betreffende percelen geen andere soorten kleine zoogdieren gevangen. De meeste veldmuizen zijn gevangen in een natuurgrasland van ARK met extensieve begrazing maar de aantallen zijn erg gering (perceel AG268, zie tabel 3.2). In dit perceel is de getelde dichtheid van muizenholletjes 568 per hectare (klasse matig). In een ander gebied met natuurgras is niets gevangen (zie tabel 3.2). In het deel van dit begrazingsgebied waar de live-traps zijn geplaatst zijn geen holletjes geregistreerd terwijl in een ander deel van dit terrein wel holletjes zijn vastgesteld. De keuze van de locatie van de vallen was daarom niet ideaal en mogelijk zijn er in andere delen van het perceel dus wel veldmuizen.

In een intensief gebruikt grasperceel (met klaver) is één veldmuis gevangen. Dit individu is subadult en is bij een volgende controle op c. 40 meter van de eerste vangplek teruggevangen. In dit perceel zijn geen holletjes geregistreerd. Dit perceel is waarschijnlijk een voormalige akker uit 2014; de waarschijnlijke reden dat er geen holletjes zijn waargenomen. Dat betekent dat zich in dit perceel mogelijk muizen aan het (her)vestigen zijn. In drie andere intensieve agrarische graslandpercelen met maaibeheer is geen enkele muis gevangen, ook niet in een perceel waar wel holletjes zijn geregistreerd (perceel AG77, zie tabel 3.2).

Van een ander intensief gebruikt grasland dat na maaien met mest is geïnjecteerd en waar geen enkele muis is gevangen blijkt dat in de aanliggende perceelsgrens met ruige vegetatie in

een ondiepe greppel, toch enige aantallen kleine zoogdieren voorkomen (tabel 3.2 perceelsgrens van perceel AH144), waaronder vooral veldmuizen.

In de omgeving van Schweiberg zijn in zes raaien met 32 vallen (idem 384 valnachten) slechts in twee percelen veldmuizen gevangen (n=25). In beide percelen zijn grote tot zeer grote (voor klassen zie tabel 2.1) dichtheden van muizenholletjes geregistreerd. Het perceel met de meeste gevangen veldmuizen is een zeer extensief beheerd hooiland dat pas in juli wordt gemaaid (code L593, zie tabel 3.2). In dit perceel zijn veel meer veldmuizen (n=21) gevangen dan in alle andere percelen in Zuid-Limburg en het Kempen~Broek. In dit hooilandperceel is ook een enkele aardmuis en bosspitsmuis gevangen (tabel 3.2). Omdat er in de omgeving van Schweiberg in zowel natuurgraslanden als in reguliere agrarische graslanden vaker grote tot zeer grote dichtheden van muizenholletjes zijn vastgesteld (tabel 3.1) is het aannemelijk dat in die percelen gedurende de zomer van 2015 ook veldmuispopulaties verbleven. De gevangen aantallen zijn echter vrij klein. Mogelijk namen de aantallen veldmuizen gedurende de zomer sterk af na een piek in de winter en het voorjaar ervoor.

Tabel 3.1. Verdeling van de dichtheid van muizenholletjes (klassen zie tabel 2.1 in paragraaf 2.2.2) van de percelen waar geteld is, in het studiegebied van de regio Kempen~Broek en Schweiberg.

Gebied	Habitat	Hoofdgebruik	Dichtheid muizenholletjes					
			nul	klein	matig	redelijk	groot	zeer groot
Kempen~Broek	natuur	begraasd	2	-	1	3	2	3
		onbegraasd	3	-	1	1	-	-
	regulier gras	beweid	14	1	2	2	-	-
		maailand	48	15	9	1	-	1
Schweiberg	natuur	hooiland	-	-	1	1	1	2
		begraasd	1	-	-	-	1	-
		onbegraasd	-	-	-	1	-	-
	regulier gras	beweid	9	1	3	2	-	1
		maailand	3	7	10	3	4	2

In de omgeving van Cottessen is op 5 locaties gevangen (totaal 320 valnachten). Er zijn nagenoeg geen veldmuizen gevangen (n=2). Hiervan is er één afkomstig van extensief beweide natuurgrasland en een andere van intensief boeren maailand met klaver. Er zijn in deze omgeving wel allerlei andere soorten kleine zoogdieren gevangen waaronder aardmuis, bosmuis en drie soorten spitsmuizen (tabel 3.2). In een perceel met extensief beweide natuurgrasland is wel een redelijk grote dichtheid aan muizenholletjes geregistreerd, maar er is slechts één veldmuis gevangen.

Er is een positief verband tussen het aantal gevangen veldmuizen en het aantal getelde holletjes voor de percelen in extensief begraasde graslanden en hooilanden. Voor de agrarische graslanden is er geen enkel verband tussen de dichtheid van holletjes en het aantal gevangen veldmuizen. In een groot deel van de intensief gebruikte graslanden (vooral in Zuid-Limburg) zijn wel muizenholletjes vastgesteld, maar er zijn geen of nagenoeg geen veldmuizen gevangen. Mogelijk is het intensieve gebruik de hoofdoorzaak van de afname van veldmuizen gedurende de zomer. Door het maaien zelf en door mestinjectie sterven mogelijk muizen, of vluchten ze voor de machines uit.



Doodgemaakte veldmuis op gemaaid grasland in het Kempen~Broek, 12 mei 2015

Tabel 3.2 Veldmuizendichtheid (aantal gevangen veldmuizen per are) in verschillende percelen in Kempen~Broek en Zuid-Limburg (omgeving Schweiberg en omgeving Cottessen) bij verschillende gebruik en beheer en aantal getelde holletjes (en het aantal gevangen exemplaren per muizensoort). Cursief en gearceerd de percelen waar gedurende het seizoen mest is geïnjecteerd.

Gebied	Perceel	Gebruik	Begrazing	Lengte (m)	Veldmuis n/are	holletjes n/ha	Veldmuis	Aardmuis	Bosmuis	Bosspitsmuis	Huisspitsmuis	Dwergspitsmuis
Kempen~Br	AG 133	Maailand	niet	115	0,14	0	1	-	-	-	-	-
	AG 214	Natuur	extensief	125	0,00	0	-	-	-	-	-	-
	AG 268	Natuur	extensief	155	0,52	568	5	-	-	-	-	-
	<i>AG 385</i>	<i>Maailand</i>	<i>niet</i>	170	0,00	9	-	-	-	-	-	-
	AG 77	Maailand	niet	142	0,00	380	-	-	-	-	-	-
	<i>AH 144</i>	<i>Maailand</i>	<i>niet</i>	184	0,00	0	-	-	-	-	-	-
	AH 144	perceelgrens	niet	123	0,90	?	7	1	1	1	-	-
Schweiberg	L 1000	Natuur	extensief	141	0,45	3183	4	-	-	-	-	-
	<i>L 343</i>	<i>Maailand</i>	<i>niet</i>	138	0,00	160	-	-	-	-	-	-
	L 555	Natuur	intensief	171	0,00	50	-	-	-	-	-	-
	L 593	Hooiland	niet	128	2,61	5729	21	2	-	1	-	-
	<i>L 661</i>	<i>Maailand</i>	<i>voor en/of na</i>	119	0,00	150	-	-	-	-	-	-
	L 664	Maailand	voor en/of na	120	0,00	225	-	-	-	-	-	-
Cottessen	G184A	Natuur	niet	130	0,00	0	-	-	-	1	-	-
	<i>G201</i>	<i>Maailand</i>	<i>niet</i>	124	0,00	27	-	-	-	-	-	-
	G254	Natuur	extensief	111	0,14	1736	1	-	-	2	-	1
	G258	Natuur	intensief	133	0,00	28	-	1	1	-	-	-
	<i>G460</i>	<i>Maailand</i>	<i>niet</i>	114	0,14	478	1	-	-	-	1	-

3.2.4 Bereikbaarheid van kleine zoogdieren

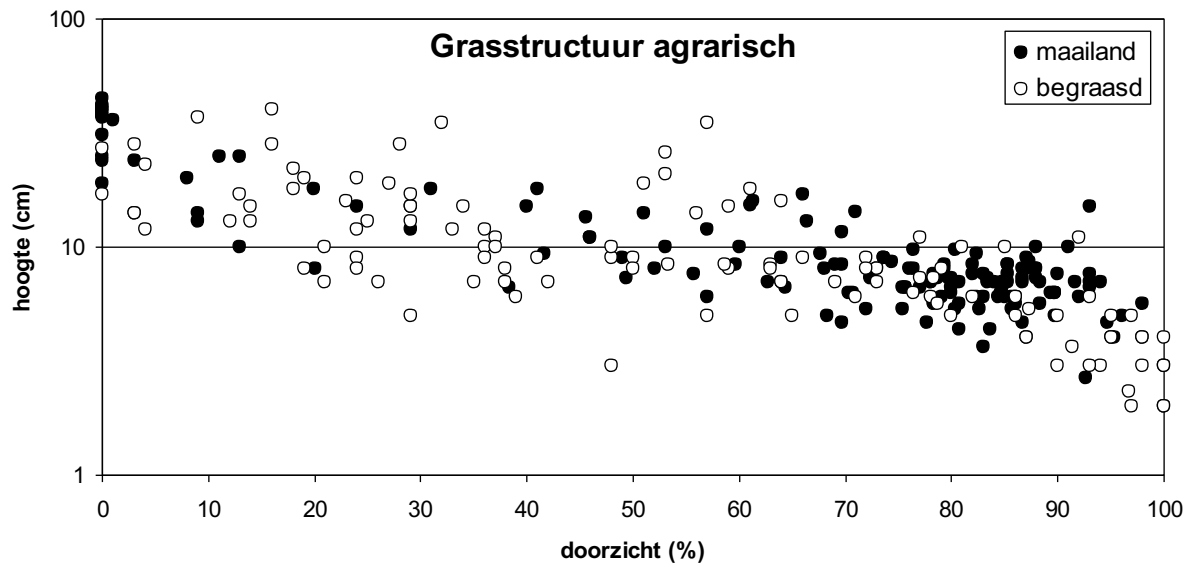
De metingen in de percelen laten zien dat de grasstructuur uiteenloopt van zeer hoog gras met weinig bodemzicht (natuurgrasland en hooiland) tot zeer laag gras met veel bodemzicht (silage grasland of begraasde weilanden) (figuur 3.4). Na maaien van agrarisch grasland is de hoogte van het gras veelal 3-7 cm hoog. In die situatie is het doorzicht in de meeste gevallen groter dan 75%. De zendergegevens en de waarnemingen in het veld laten zien dat daarmee voor roofvogels ruim voldoende zicht is om goed op muizen te kunnen jagen (als die aanwezig zijn). Intensief grasland (veelal bemest Engels raaigras) groeit erg snel en is binnen een week tot 10 dagen alweer 15-20 cm hoog. De grasmat van intensief grasland is zo dicht dat bij een hoogte van 15 cm het doorzicht gemiddeld nog maar 50% is en daarna snel verder afneemt door het de hoger worden van het gras. In de meeste percelen met Engels raaigras is het doorzicht bij een grashoogte van meer dan 20 cm al afgenomen tot nul (zie figuur 3.4). Dit betekent dat muizen in agrarisch maailand maar zeer kort bereikbaar zijn; van direct na maaien tot een korte periode van een week à twee weken erna.

In begraasd agrarisch grasland is de bandbreedte in aanwezige hoogtes en dichtheden vergelijkbaar met die van gemaaid land. Op onbegraasde of zeer extensief begraasde plekken is het gras hoog en het doorzicht gering. Op overbegraasde plekken kan het doorzicht oplopen tot ruwweg 100% (zie figuur 3.4). In de meeste percelen is er een afwisseling tussen begraasde en minder begraasde plekken waardoor zowel grashoogte als doorzicht varieert binnen een perceel. Bij een hogere dichtheid van runderen is het oppervlak met laag gras en groot doorzicht groter. Gedurende het seizoen kan het areaal lang gras dan steeds kleiner worden. In die situaties zijn muizen, als ze in voldoende mate aanwezig zijn, dus op de plekken met groot doorzicht het hele seizoen goed detecteerbaar. Als het gras te kort wordt om de runderen nog van voedsel te voorzien, worden ze verplaatst en daarna weer teruggezet of het perceel wordt later in het seizoen nog een aantal keren gemaaid.

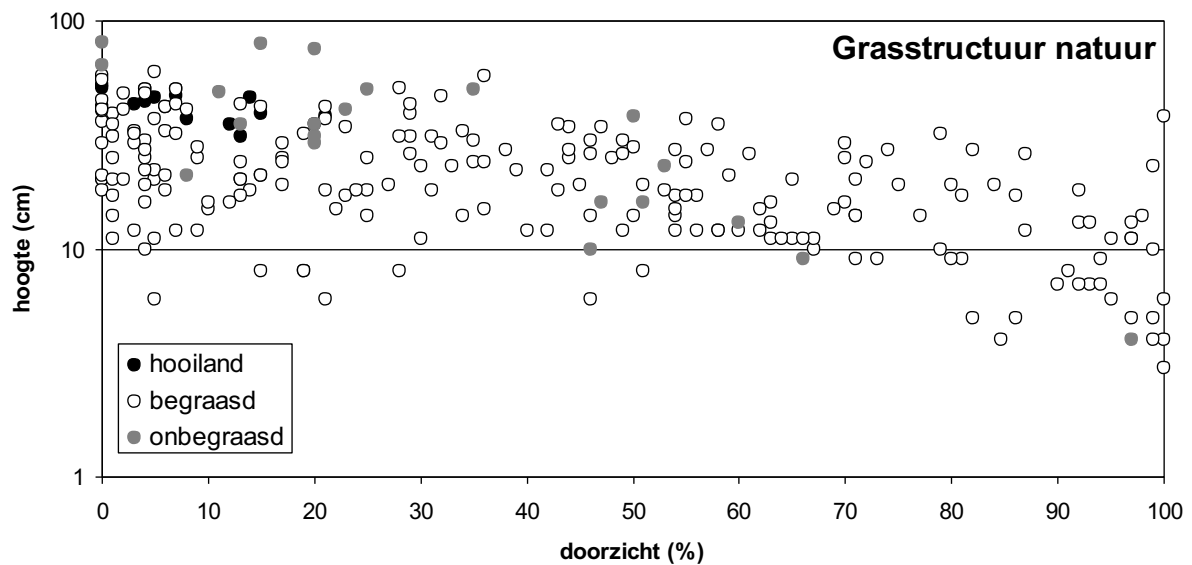
De structuur van graslanden in natuurgebieden is geheel anders dan in het agrarisch gebied. In de meeste percelen en op de meeste locaties is de vegetatie in juni hoger dan 20-30 cm. Van de hooilanden die buiten de natuurgebieden liggen is de vegetatiehoogte in alle gevallen 20-50 cm bij een doorzicht van 0-20% (zie figuur 3.5). Dat betekent dat muizen in hooilanden in de zomer niet of nauwelijks bejaagbaar zijn voor roofvogels, althans niet voordat de hooilanden gemaaid worden. Van onbegraasde natuurgraslanden is de vegetatie over het algemeen net zo hoog en het doorzicht net zo gering als in de hooilanden. De hooilanden en de onbegraasde natuurgraslanden met hoge vegetatie vallen in vrijwel alle gevallen onder fase 2 van de botanische ontwikkeling; het dominantstadium waarin één of enkele grassoorten domineren (meestal witbol). In deze percelen is er een verband tussen deze fase en het beheer; de terreinen zijn niet vermest en worden niet intensief gebruikt. De onbegraasde natuurgraslanden met lagere vegetatie, hebben meestal een doorzicht van ten minste 45% oplopend tot zeer groot doorzicht (figuur 3.5). Dat zijn meestal graslanden die al schraal zijn of nog verder verschaald worden door maaibeheer al dan niet in combinatie met begrazing.

Van deze gebieden zit een deel al in fase 3 van de botanische ontwikkeling met een graskruidenmix en die kunnen doorontwikkelen naar graslanden met een hoge botanische natuurwaarde. Ook voor deze terreinen geldt dat er een verband is tussen de botanische fase en het beheer. De structuur van natuurgras met grote grazers is zeer variabel. De onbegraasde delen kunnen erg ruig zijn met vegetatiehoogtes van meer dan 40 cm en een gering doorzicht van minder dan 20%. Deze ruige delen zijn voor muizenetende roofvogels ongeschikt vanwege de geringe bereikbaarheid. In de begraasde delen en in de schralere delen van de percelen is de hoogte veelal geringer dan 20% en is het doorzicht meestal meer dan 40-50%.

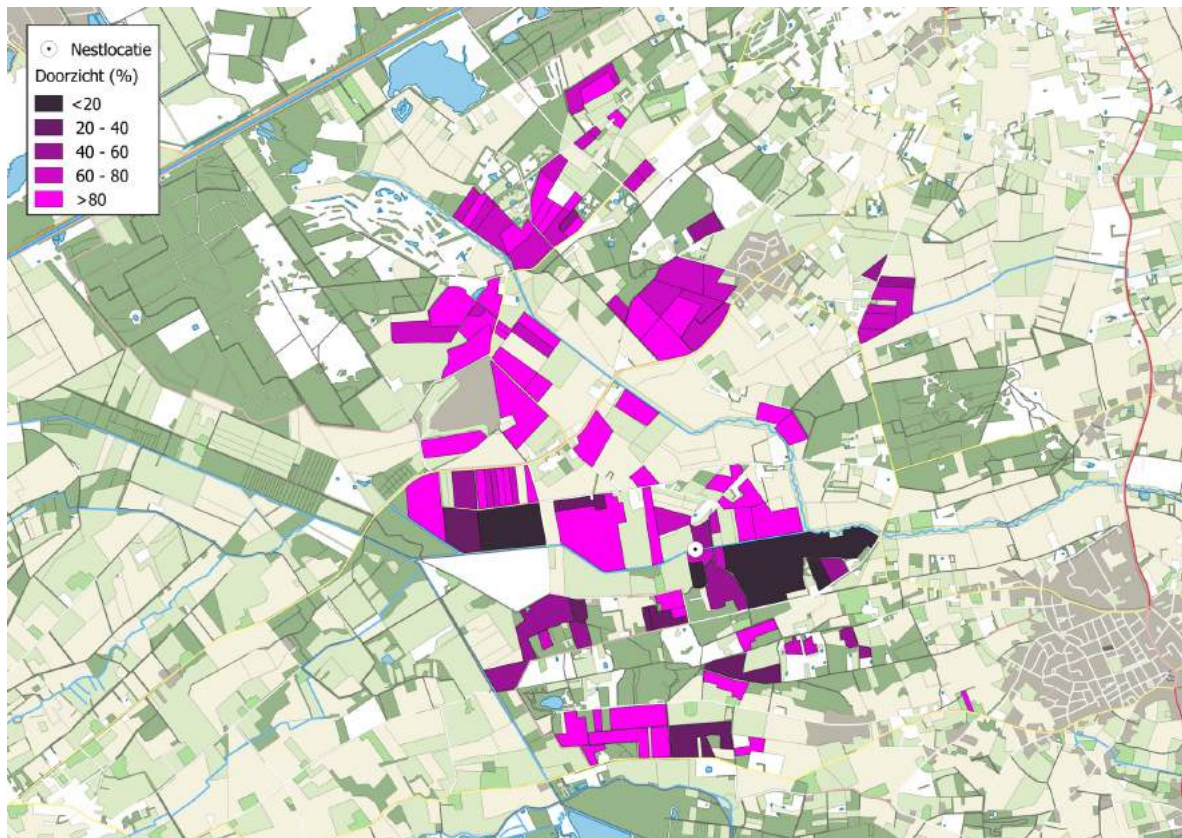
In die delen zouden muizen goed bejaagbaar moeten zijn. De schrale delen zitten meestal al in fase 2 van de botanische ontwikkeling met dominantie van één of meerdere grassoorten (vaak witbol).



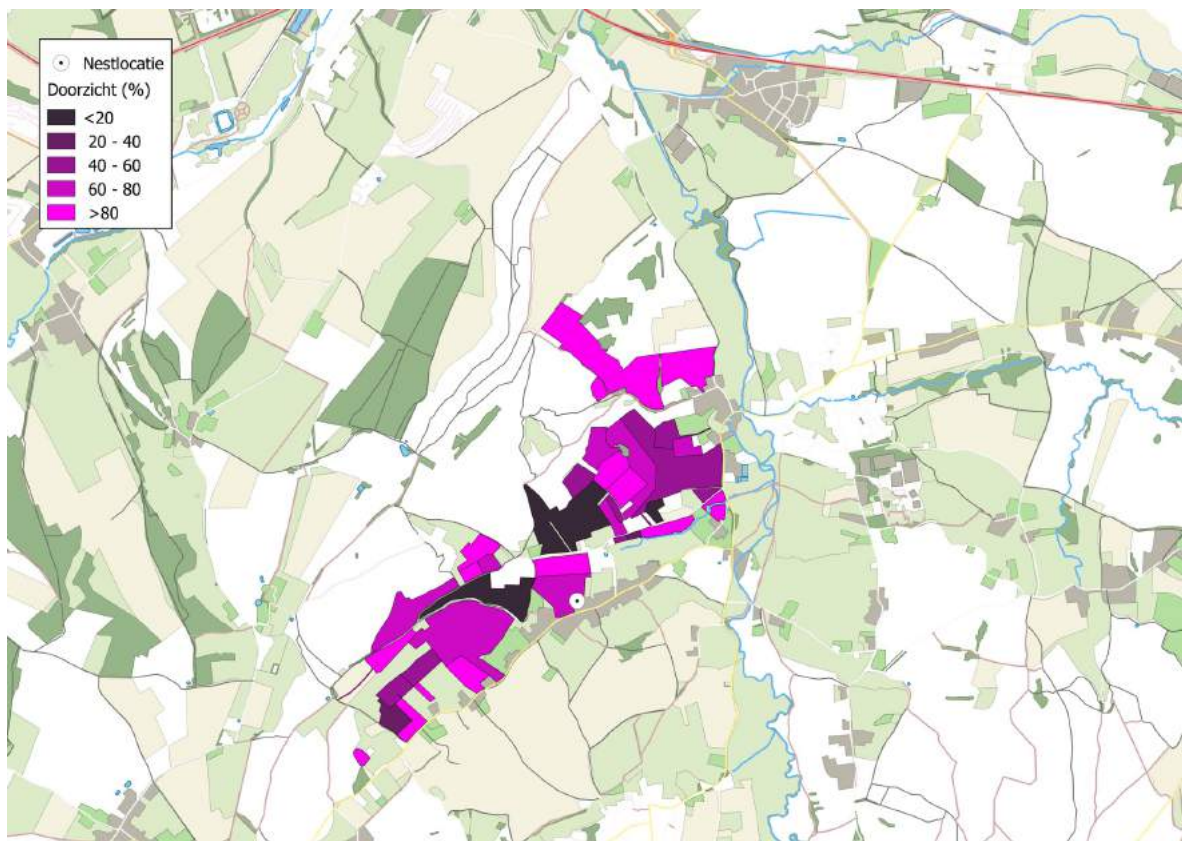
Figuur 3.4 Grasstructuur van graslanden in agrarisch gebruik in juni (grashoogte uitgezet tegen doorzicht) in het Kempen~Broek en Zuid-Limburg.



Figuur 3.5 Grasstructuur van graslanden in natuurbeheer in juni (grashoogte uitgezet tegen doorzicht) in het Kempen~Broek en Zuid-Limburg.



Figuur 3.6 A Gemiddeld doorzicht in graslanden (cm) in Kempen~Broek in juni en de nestlocatie van de torenvalken.



Figuur 3.6 B Gemiddeld doorzicht in graslanden (cm) in de omgeving van Schweiberg/Dalbissen in juni en de nestlocatie van de torenvalken.

3.3 Jaaggedrag in relatie tot muizen, landgebruik en beheer

Van zowel het torenvalkpaar in het Kempen~Broek als in Schweiberg zijn beide vogels met een GPS-logger uitgerust. Helaas is het vrouwtje van het paar in het Kempen~Broek niet teruggevangen, waardoor er van haar geen gegevens beschikbaar zijn.

3.3.1 Dieet en prooiaanvoer

Torenvalken

Van het torenvalkenpaar in het Kempen~Broek is op basis van twee dagen filmen met een HD cam-recorder vastgesteld dat woelmuizen, waarschijnlijk voornamelijk veldmuizen worden bejaagd ($n=16$; 13 door mannetje, 3 door vrouwtje). Bij een zeer slechte veldmuizenstand vangen de valken dus alleen woelmuizen. Mogelijk is een deel van de in bosranden gevangen woelmuizen o.a. aardmuizen en rosse woelmuizen geweest.

Bij het paar uit Schweiberg is niet gefilmd maar op basis van waarnemingen tijdens veldwerkzaamheden in de graslanden in de buurt van het nest is vastgesteld dat dit paar hoofdzakelijk op veldmuizen jaagt.



Nestkast van de torenvalken uit het Kempen~Broek, het vrouwtje in de kast bij haar 3 jongen, het mannetje postend bovenop de kast, 3 juni 2015

Op basis van de GPS-logger van het torenvalkmannetje uit het Kempen~Broek is vastgesteld dat de vogel 2-10 keer per dag een prooi naar zijn jongen brengt (gemiddelde 6.7; $n=101$). In de laatste week van de nestjongenperiode (25 juni - 1 juli), als de voedselbehoefte het grootst is, brengt het mannetje gemiddeld ongeveer 9 prooien per dag naar het nest. Vanaf het uitvliegen van de jongen (omstreeks 2 juli) wordt de prooiaanvoer afgebouwd tot gemiddeld 5

prooien per dag. Een nestjonge torenvalk heeft gemiddeld ongeveer 67,8 gram voedsel per dag nodig (Steen et al. 2011). Het valkenpaar in het Kempen~Broek bracht 3 jongen groot. Die zouden samen ruwweg 10 muizen van gemiddeld 20 gram per dag nodig hebben. Dat betekent dat de aanvoer van gemiddeld 6,7 muizen per dag door het mannetje onvoldoende zou zijn. Doordat er geen gegevens van het vrouwtje zijn, is onbekend in hoeverre zij voor de voedselvoorziening heeft gezorgd. Het is aannemelijk dat het vrouwtje voor de overige benodigde 3,3 prooien per dag heeft gezorgd. De drie jongen vlogen allemaal succesvol uit.

Van de vogels uit Schweiberg is de prooiaanvoer niet vastgelegd, omdat de loggers één GPS-positie per kwartier opslaan. Dat is niet voldoende waardoor niet geregistreerd kan worden wanneer de vogels terugvliegen naar het nest met een prooi.

Kerkuilen

Bij zowel het nest met jonge kerkuilen in het Kempen~Broek (Altweerterheide) als in Zuid-Limburg (Cottessen) is met een in de nestkast gemonteerde cameraval de prooiaanvoer in beeld gebracht. Op basis van de beelden van het Kempen~Broek zijn in de periode 3 juni - 5 juli (33 nachten) 81 prooien gedetermineerd. Ongeveer 75% van de prooien zijn waargenomen omdat de camera te dicht bij de invliegopening zat waardoor prooien te snel binnenkwamen voor registratie door de cameraval. In Zuid-Limburg zijn in de periode 10 juni - 15 juli (26 nachten) 225 prooien gedetermineerd. Hier zijn ongeveer 20% van de prooien niet geregistreerd. Van de wel geregistreeerde prooien is een deel bovendien niet te determineren. Tussen 24 juni en 2 juli en op 11 juli ontbreken de resultaten van de cameraval in Zuid-Limburg. Waarschijnlijk is een deel van de nestbezoeken met aangevoerde prooien helemaal niet op de beelden vastgelegd, omdat vogels soms te snel in- en uitvliegen voor de sensor van de camera. Op basis van de GPS-posities van de zender op de kerkuil in Zuid-Limburg is vastgesteld dat de vogel met enige regelmaat terugvliegt naar de kast zonder dat het dier op de camerabeelden te zien is. In ongeveer de helft van de gevallen na arriveren in de omgeving van de kast is de vogel op de beelden van de cameraval te zien. Dat betekent dat de prooiaanvoer van de vogels waarschijnlijk veel hoger is dan dat via de camera is geregistreerd.

Het prooispectrum van beide paren globaal lijkt op elkaar. De prooiaanvoer naar de kast bestaat voor beide paren voor ongeveer 35% uit woelmuizen en voor ongeveer 30% uit spitsmuizen. Binnen deze verdeling zijn de verschillen erg groot. Zo is een groot deel van de uit het Kempen~Broek aangevoerde woelmuizen als veldmuis gedetermineerd terwijl de woelmuizen uit Zuid-Limburg grotendeels niet op soortniveau zijn gebracht. Voor de spitsmuizen geldt hetzelfde maar dan andersom, in het Kempen~Broek werden de meeste spitsmuizen niet op soortniveau gebracht, terwijl in Zuid-Limburg een groot deel van de spitsmuizen wel op soort werd gedetermineerd. Dat kan met de kwaliteit van de beelden te maken hebben of het is een waarnemerseffect.

De verschillen in de prooiaanvoer tussen beide paren zijn vooral bepaald door het aandeel bosmuizen en overige prooien. Het paar in het Kempen~Broek voerde slechts 7% bosmuis terwijl het Zuid-Limburgse paar drie keer zoveel bosmuizen naar het nest bracht. Van het paar in het Kempen~Broek is een groter aandeel alleen als klein zoogdier aangemerkt (23% van het totaal) en dus niet gedetermineerd (categorie overig). In Zuid-Limburg is het aandeel ongedetermineerde kleine zoogdieren slechts 6%.

Tabel 3.3. Aangevoerde prooien (%) van twee paren kerkuilen naar het nest in het Kempen~Broek (Altweerderheide) en in Zuid-Limburg (Cottessen).

Soort	Kempen~ Broek (%) n=81	Zuid- Limburg (%) n=225
Veldmuis	33	19
Aardmuis	0	0
Ondergrondse Woelmuis	0	0
Microtus spec.	4	15
Woelrat	0	3
Bosmuis spec.	7	21
Microtus/ Arvicola spec.	0	2
Bruine Rat	0	1
Rattus spec.	0	0
Mol	2	0
Bosspitsmuis spec.	0	10
Huisspitsmuis	5	9
Dwergspitsmuis	1	0
Waterspitsmuis	0	1
spitsmuis spec.	23	11
klein zoogdier spec.	23	6
Totaal	100	100
Onbekend (n)	226	58

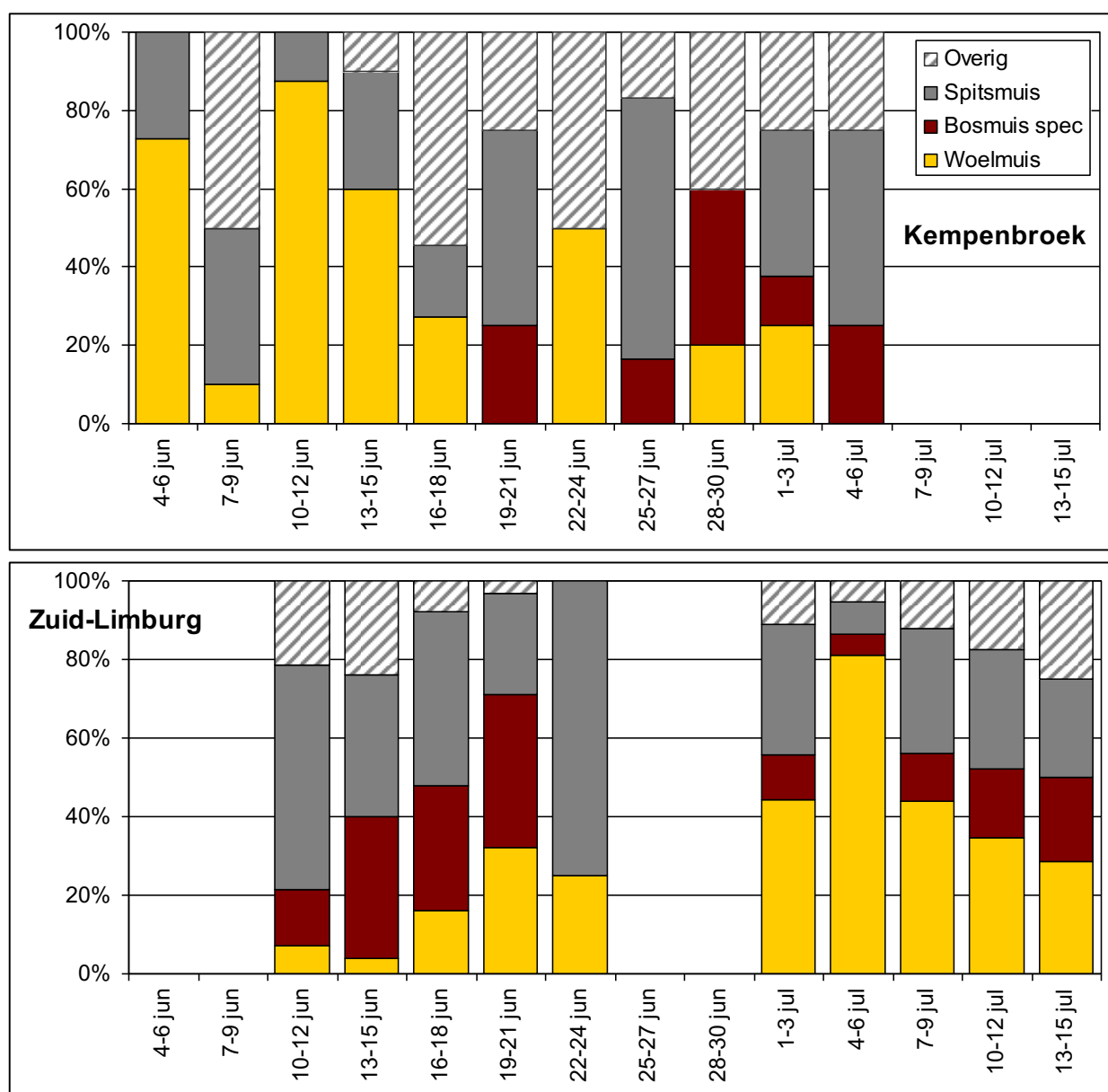
Het paar in het Kempen~Broek bracht in de eerste helft van juni veel woelmuizen (56%, voor 100% veldmuis). In de periode daarna werden meer bosmuizen bejaagd (14%) en nauwelijks veldmuizen (zie figuur 3.7). Het paar in Zuid-Limburg consumeerde in juni juist erg weinig woelmuizen, maar vooral bosmuizen en spitsmuizen. In juli werden meer woelmuizen (50%) aangevoerd, waarvan ongeveer de helft veldmuis en de rest niet gedetermineerde woelmuizen. Dat zou kunnen betekenen dat de veldmuizenstand in Zuid-Limburg in de tweede helft van juni (net als in het Kempen~Broek) erg laag was en vanaf juli weer wat aantrok.

Kerkuilen zijn echte muizenjagers. Meer dan 98% van het dieet bestaat uit kleine zoogdieren waarvan het merendeel veldmuizen aangevuld met bosspitsmuizen en huisspitsmuizen (de Jong 2013). Het dieet van de kerkuilen uit het Kempen~Broek en Zuid-Limburg bestond voor 100% uit kleine zoogdieren (n=306) waarvan slechts 23% tot maximaal 35% uit veldmuizen (veldmuis en ongedetermineerde *Microtus spec.*). Meer dan 30% van de prooien zijn spitsmuizen waarvan een belangrijk deel bosspitsmuizen maar ook zeldzame soorten als waterspitsmuizen (zie tabel 3.3). Spitsmuizen vormen een belangrijke prooi als er weinig veldmuizen zijn (de Jong 2013) en dat was in het Kempen~Broek en in Zuid-Limburg in de omgeving van Cottessen in 2015 waarschijnlijk het geval. De kerkuilen in Cottessen bejaagden meer bosspitsmuizen dan woelmuizen en bosmuizen. Dat komt overeen met de vangsten in de live-traps waarbij nagenoeg geen veldmuizen en andere woelmuizen zijn geregistreerd maar waar wel een aantal spitsmuizen is gevangen.

Het aandeel aangevoerde veldmuizen is zowel in Kempen~Broek als Zuid-Limburg erg laag in vergelijking met het prooispectrum uit o.a. de Jong 2013. Dat klopt met de geringe dichtheid aan muizenholletjes in de graslanden van beide gebieden in 2015. In een ander gebied van Zuid-Limburg waar alleen torenvalken werden onderzocht (omgeving

Schweiberg) waren wel veel veldmuizen. Blijkbaar kunnen er binnen een regio grote verschillen optreden in de veldmuizenstand.

Het grote aandeel niet gedetermineerde woelmuizen in Zuid-Limburg zijn mogelijk rosse woelmuizen geweest en het grote aandeel bosmuizen en bosspitsmuizen in dit gebied suggereert dat dit paar vooral in bosranden en bosrijke habitats joeg. Dat klopt met de gegevens van de gezenderde vogel. In de eerste periode werd veel op bosrijke locaties gejaagd en pas later is meer op graslanden geopereerd. De prooiaanvoer van het paar in het Kempen~Broek veranderde na juni ook, met een groter aandeel bosmuis en spitsmuis. Dat betekent dat het belang van bosranden en bosrijke regio's waarschijnlijk groot is in jaren met weinig veldmuizen.



Figuur 3.7 Aandeel aangevoerde woelmuizen, bosmuizen, spitsmuizen en overige kleine zoogdieren van de kerkuilparen in het Kempen~Broek (Altweeterheide) en Zuid-Limburg (Cottessen) in de periode 3 juli - 15 juli 2015. Voor Cottessen ontbreken de gegevens van tussenliggende periode.

De vogels jagen in de onderzoeksperiode ruwweg tussen 22 uur 's avonds en 4 uur 's ochtends. De prooiaanvoer van de zendervogel uit Zuid-Limburg is een factor 5 lager dan de aanvoer door de partner. De gezenderde vogel is op basis van vleugelkenmerken als mannetje gesekst maar gezien het forse verschil in de prooiaanvoer is dit mogelijk het vrouwtje. Als de gezenderde vogel toch het mannetje is geweest, dan is het waarschijnlijk dat de vogel door het dragen van de zender niet optimaal heeft kunnen jagen en dat dit de verklaring is voor de matige prooiaanvoer. De kans is groot dat het vrouwtje de zenderdrager is, gezien het feit dat de vogel de hele eerste periode met kleine jongen veel in de buurt van de kast en bij de jongen is en pas vanaf 17 juni (bij een leeftijd van c. 14-20 dagen) elke nacht gaat jagen en prooien aanvoert.

3.3.2 Jaaggedrag in relatie tot gebruik en beheer

Torenvalken

Kempen~Broek - verdeling jaaghabitats

In het Kempen~Broek is de veldmuizenstand in 2015 extreem laag waardoor de valken waarschijnlijk zijn aangewezen op alternatieve foerageerplaatsen. De gegevens van de GPS-logger van het mannetje bevestigen dit, want de jaagactiviteiten van de vogel concentreren zich op een aantal locaties die niet in de directe omgeving van het nest zijn gelegen en vrijwel niet midden in graslandgebieden. In figuur 3.8 zijn alle posities van de logger van het mannetje torenvalk uit het Kempen~Broek weergegeven. Van de 12 meest gebruikte jaaggebieden is aangegeven welk type habitat is gebruikt. Bosranden komen het meest voor als jaaggebied (5x) gevolgd door erven (3x) en perceelsranden en (weg)bermen (3x). In de buurt van het nest is alleen langs de bosrandjes ten zuiden van het nest gejaagd. Zowel de graslanden in agrarisch gebruik als de graslanden in het natuurbeheer zijn meer vermeden dan dat ze aantrekken, zelfs na maaien van de agrarisch graslanden als prooien in het algemeen goed bereikbaar en gemakkelijk vangbaar zijn. De prooien zijn afkomstig van locaties op gemiddeld 1.200 m van het nest (zie figuur 3.9; n=85, exclusief Belgische zijde). De waarnemingen bevestigen dit beeld ook; zowel het mannetje en het vrouwtje zijn tijdens de vele velduren vrijwel nooit jagend in de buurt van het nest gezien maar kwamen vrijwel altijd van ver (ruwweg >1 km) aanvliegen.

De vogel jaagt gemiddeld 10,9 uur per dag (periode 25 juni - 7 juli, range 4,5 - 13,5 uur). Gemiddeld 36% van zijn jaagtijd is biddend dus een overgroot deel van zijn jaagactiviteiten zijn uitgevoerd uit zit door vanuit zitposten te opereren.

Totaal jaagt de vogel slechts 35% van zijn tijd in open gebied. Maar liefst 23% van de tijd jaagt de vogel in bos, 20% op boerenerven, 11% in bosranden en 11% in bermen (n=127 uur jagen, exclusief Belgische gebieden, zie tabel 3.4). In de open gebieden en in de bermen is het meest biddend gejaagd. Het jagen vanuit zit gebeurde in bos, bosranden en vooral op erven (zie tabel 3.4) waar waarschijnlijk vanaf daken of vanuit erfbeplanting is geopereerd.

Op basis van de GPS-gegevens heeft de vogel in de periode 23 juni t/m 7 juli 101 prooien gevangen en naar het nest getransporteerd (voor locaties prooien zie figuur 3.9). Dat komt overeen met een jaagrendement van gemiddeld 0.7 prooien per uur jagen (range 0.3 - 1.3). Op 2 juli is de totale jaagtijd slechts 4.5 uur. Die dag was het windstil en tamelijk warm. De vogel haalt die dag het hoogste jaagrendement van 1,3 prooien per uur jagen en transporteert totaal 6 prooien naar zijn jongen. Het grootste jaagrendement is gehaald in bermen met meer dan 0,9

prooien per uur jagen, en in open gebieden met 0,8 prooien per uur jagen. In bos, bosranden en vooral op erven is het jaagrendement het kleinst (0.5 - 0.6 prooien per uur jagen). Er is dus een relatie met jaagmethode en jaagrendement, namelijk op locaties waar vooral uit zit wordt gejaagd is het jaagrendement het kleinst. Dit is ook bekend uit de literatuur (zie o.a. Masman et al. 1986). Waarschijnlijk is het prooiaanbod in de open gebieden en de bermen te klein geweest waardoor het energetisch te duur is om daar biddend te jagen. Hierdoor was de vogel gedwongen om op alternatieve terreintypen en vanuit zit te jagen.

Van de jaagtijd dat de vogel in open gebieden jaagt (35% van de totale jaagtijd, overeenkomend met 44 uur jagen) is vooral regulier boeren maailand (30%) en begraasd natuurgrasland (24%) gebruikt. De totale jaagtijd in de hele periode is voor regulier boeren maailand slechts ongeveer 13 uur en voor begraasd natuurgrasland slechts ongeveer 11 uur. Van de jaagtijd op regulier boeren maailand is ongeveer 60% alleen op 30 juni en 1 juli gebruikt. De vogel heeft op die dagen op een drietal percelen gejaagd die net na maaien konden worden bejaagd. Deze percelen behoren alle drie tot de meest intensief gebruikte graslanden met Engels raaigras. In deze percelen zijn geen holletjes (1x) of kleine dichtheden van holletjes (2x) geregistreerd. Op maailand is het jaagrendement gemiddeld 0.76 prooien per uur jagen en dus hoger dan gemiddeld (vergelijk tabel 3.4). Blijkbaar zijn percelen met geringe aantallen muizen toch nog aantrekkelijk om gedurende een paar dagen na maaien te bejagen.

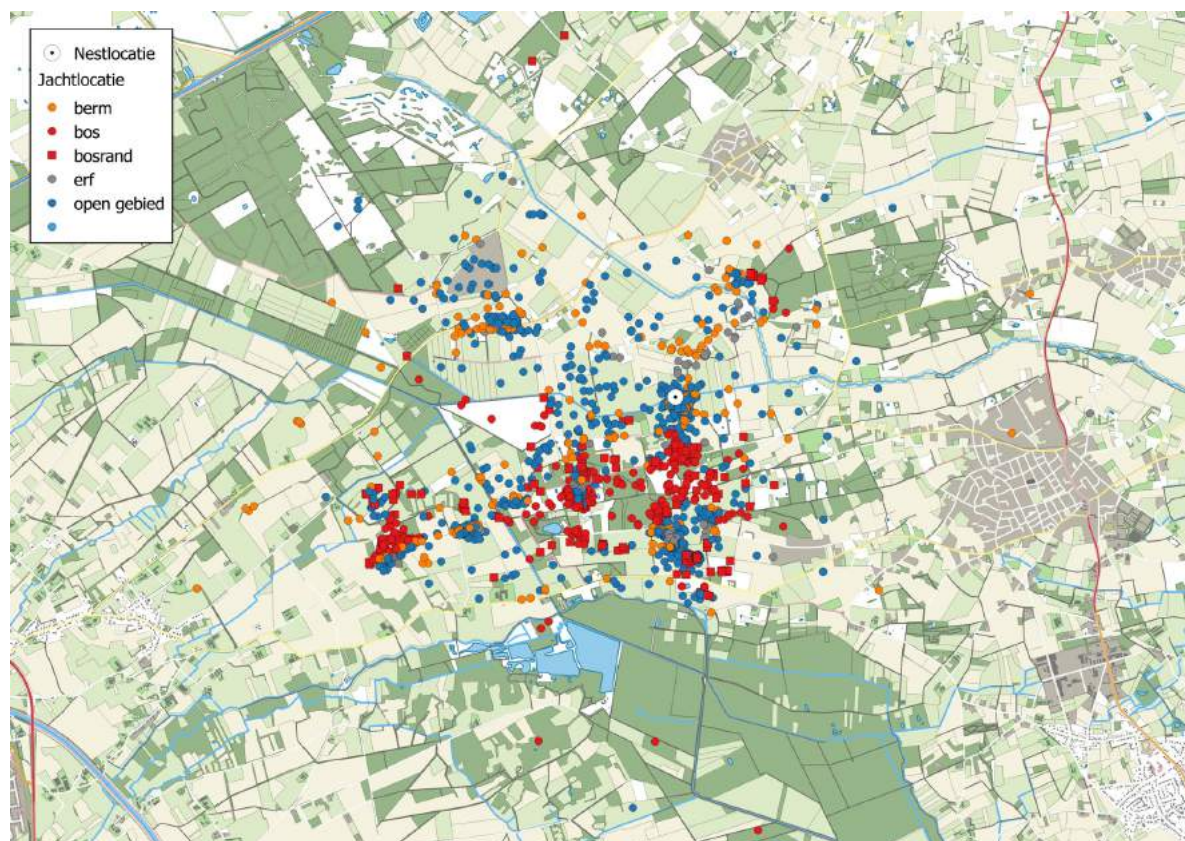
De totale jaagtijd op begraasd natuurgrasland is over de hele periode verdeeld. Gemiddeld is ongeveer 3 kwartier per dag op begraasd natuurgrasland gejaagd. Van de negen percelen met begraasd natuurgrasland heeft de vogel voor 72% van zijn tijd op drie percelen gejaagd. Dit zijn de Raamweide, waarvan net de bouwvoor was afgegraven en dus in de pionierfase verkeerd, de Graus - oostzijde (grenzend aan het Wijffelterbroek) en Siendonk oost (tussen de Grensweg en de Lochtstraat). Deze percelen waren blijkbaar interessant genoeg om er te jagen. Ze hebben, behalve die van de Raamweide, kenmerken van hooiland met grasland in botanische fase 2; het dominantstadium van een of twee bij de grondsoort passende grassen als gestreepte witbol, gewone vossenstaart, glanshaver of zachte dravik. Het gaat om percelen of delen van percelen met zeer extensieve begrazing (c. 1 dier per 2-3 ha) met een groot aandeel onbegraasde vegetatie. Blijkbaar zijn dat terreinen waarop in het slechte muizenjaar van 2015 in Kempen~Broek, op kleine schaal op muizen kan worden gejaagd. Het jaagrendement op begraasd natuurgrasland is 0.66 prooien per uur jagen en dus gemiddeld (vergelijk tabel 3.4).

Tabel 3.4 Verdeling van de jaagtijd per terreintype (n=127 uur jagen), het jaagrendement en het percentage van de jaagtijd dat uit zit (vanuit zitposten) is gejaagd. Man Torenvalk Kempen~Broek.

Terreintype	% jaagtijd	Jaagrendement (prooi / uur jagen)	% jaagtijd uit zit
open gebied	35	0,77	50
bos	23	0,64	64
bosrand	11	0,50	68
erf	20	0,48	80
berm	11	0,93	59
Totaal	100	0,67	64

Tabel 3.5 Totale jaagtijd (%) per habitat van de tijd dat in open land (35% zie tabel 3.4) is gejaagd (n=44 uur jagen) in de periode 22 juni - 7 juli 2015. Man Torenvalk Kempen~Broek.

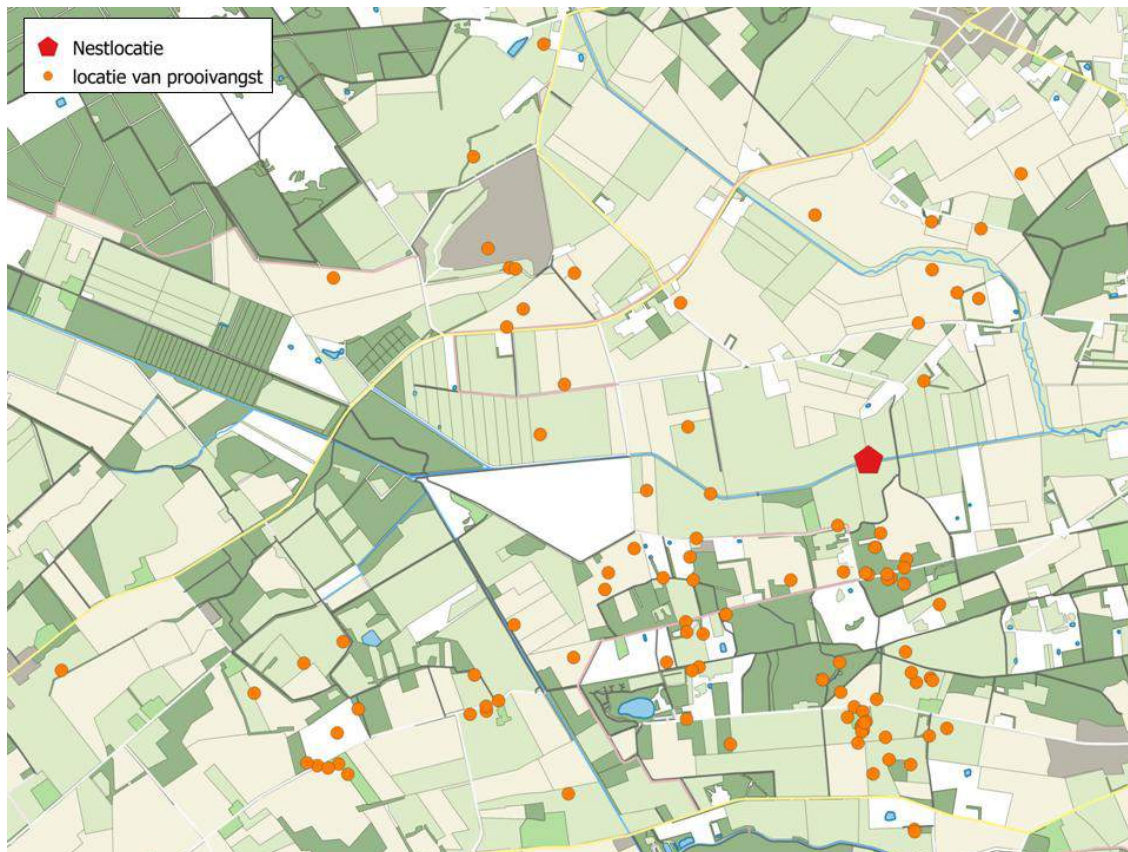
habitat	% jaagtijd man	Jaagrendement (prooi / uur jagen)
Akker	4	-
Regulier maailand	30	0.76
Regulier beweide	2	-
Boomgaard	0	-
Hooiland	0	-
Natuur begraasd	24	0.66
Natuur onbegraasd	5	-
Onbepaald	35	-



Figuur 3.8 GPS-posities van het gezenderde torenvalkmannetje in het Kempen~Broek.

Kempen~Broek - beschikbaarheid en bereikbaarheid prooien

De tellingen van holletjes en de vangsten van muizen met live-traps bevestigen dat er in de graslanden weinig muizen zijn. In zowel de graslanden in agrarisch gebruik als die in de natuurgebieden zijn geen of nagenoeg geen muizen gevangen. Op de locaties waar de vogel veel jaagt zijn geen live-traps gezet om de muizenstand te bepalen, omdat de focus van het onderzoek op de graslanden lag. Bovendien waren de GPS-gegevens pas beschikbaar na het veldwerk in de graslanden. De torenvalk moest na de onderzoeksperiode eerst worden teruggevangen om de gegevens van de logger te kunnen halen.



Figuur 3.9 Prooilocaties van het gezenderde torenvalkmannetje uit het Kempen~Broek.

De patronen van het jagende mannetje bevestigen dat er in het open land grotendeels vrijwel geen muizen waren. In het bos en in bosranden was dat waarschijnlijk anders, gezien de jaagactiviteiten daar. Daar zijn mogelijk rosse woelmuizen en bosmuizen bejaagd hoewel bosmuizen niet op de camerabeelden zijn geregistreerd.

Zuid Limburg - verdeling jaaghabitats

In de omgeving van Schweiberg (Zuid-Limburg) is de veldmuizenstand in 2015 hoger dan in het Kempen~Broek en dan in de omgeving van Cottessen (Zuid-Limburg). Beide vogels van het paar torenvalken uit Schweiberg jagen gedurende de periode dat ze gevolgd zijn in open land, met name graslanden met nagenoeg 100% van de jaagtijd (tegenover 35% van de torenvalk uit het Kempen~Broek) (zie figuur 3.10 en 3.11). Het mannetje jaagt gemiddeld 15.6 uur per dag (periode 4-18 juni, range 14.5 - 16.5 uur, zie figuur 3.12) en het vrouwtje 12.7 uur per dag (periode 4-18 juni, range 9.25 - 15 uur). Het mannetje jaagt 83% van zijn jaagtijd biddend en het vrouwtje 76% (de torenvalk uit het Kempen~Broek jaagt slechts 36% biddend).

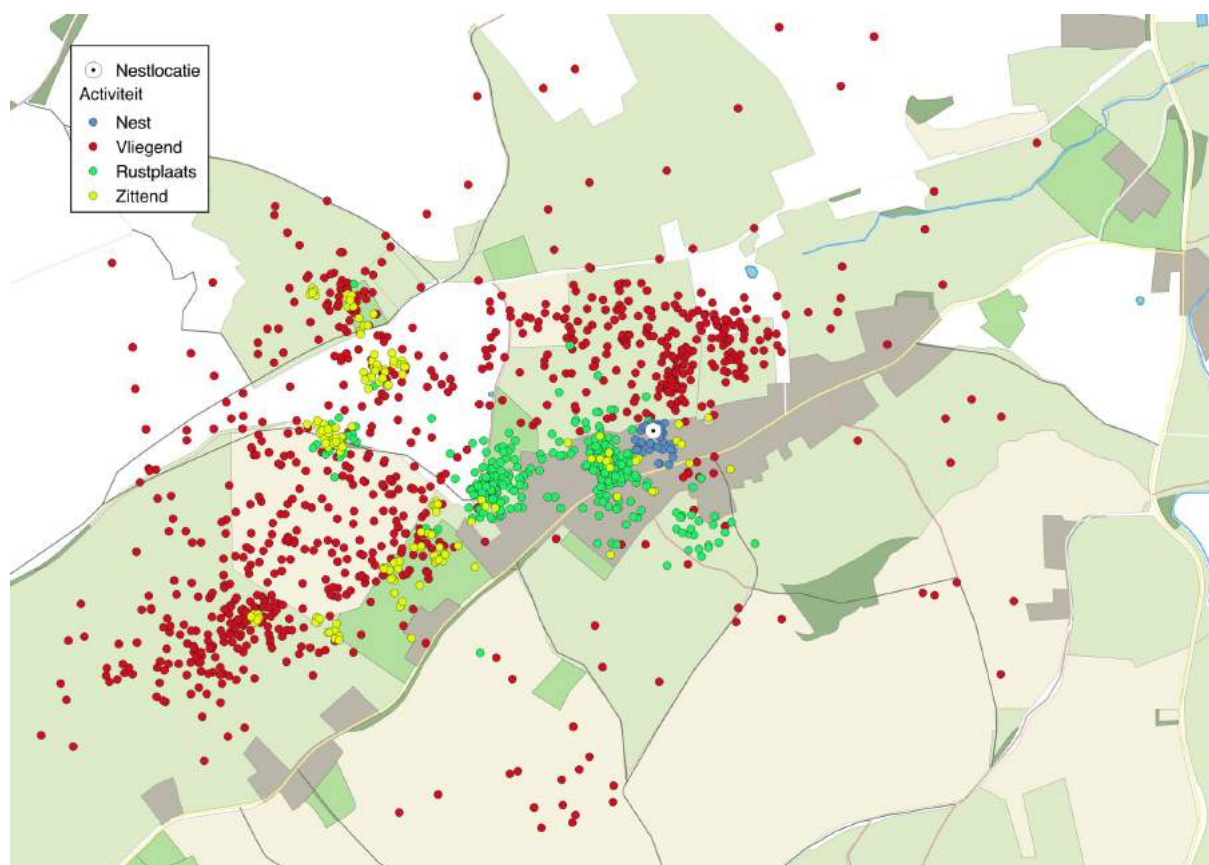
Zowel mannetje als vrouwtje jagen het grootste deel van de tijd in de periode van het stadium met grote jongen t/m uitvliegen in boerengrasland, vooral in maailand en veel minder in beweide land. In boomgaarden, hooilanden en beweeide boerengraslanden wordt een gering deel van de tijd gejaagd. Begraasde en onbegraasde natuurgraslanden worden nauwelijks bejaagd (zie tabel 3.6)

Een groot deel van het aanbod van graslandtypen in het open gebied van het territorium van de vogels is regulier boeren maailand (53% van de totale oppervlakte). De vogels gebruiken dit type iets meer dan op basis van het aanbod verwacht kan worden, dus er is enige voorkeur

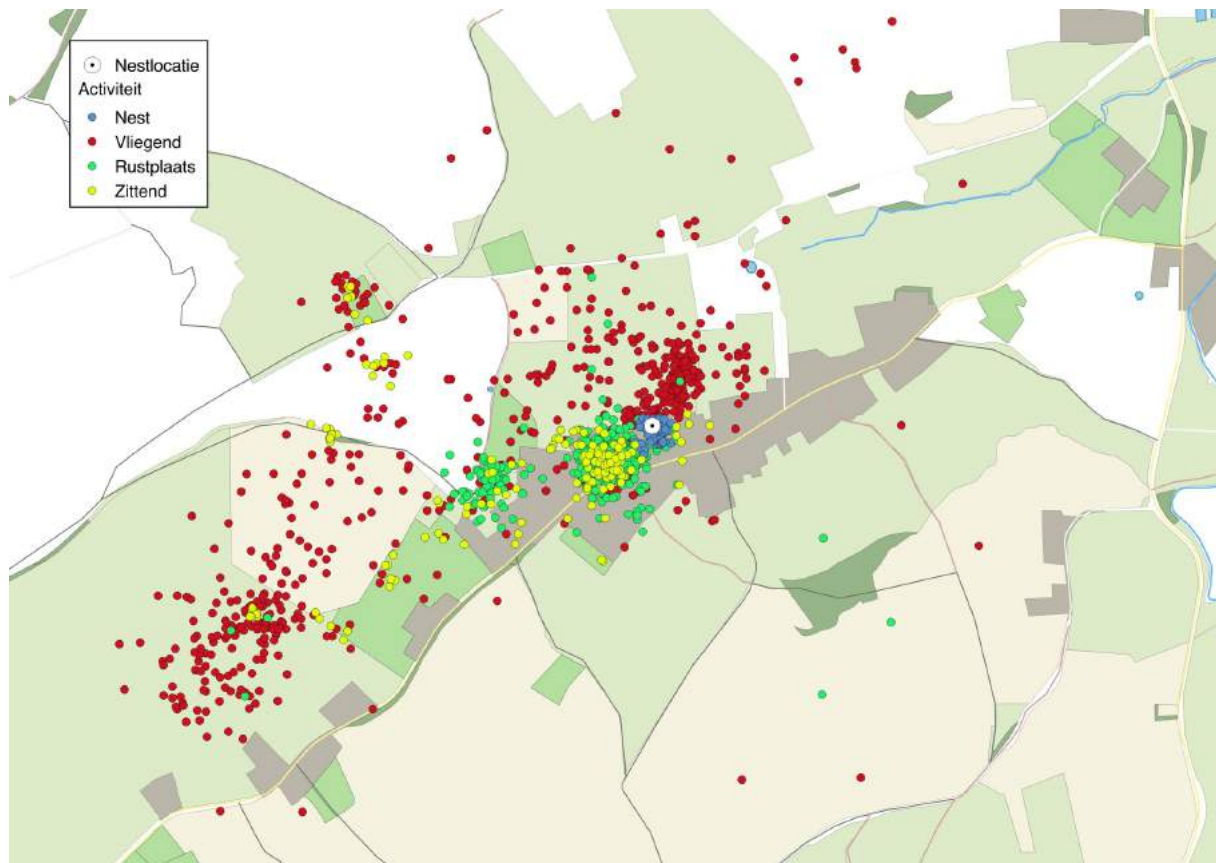
voor maailand. Regulier boerengrasland met beweiding door runderen, paarden of schapen wordt veel minder bejaagd dan op basis van de beschikbare oppervlakte verwacht wordt. Ruim 10% van de tijd wordt op regulier beweide boerenland gejaagd.

Tabel 3.6 Verdeling van de oppervlakte en totale jaagtijd (%) per graslandtype van man (n=241 uur jagen) en vrouw (n=196 uur jagen) in de periode 4-19 juni 2015. Territorium paar Schweiberg.

Habitat	Oppervlakte (%)	% jaagtijd man	% jaagtijd vrouw
Regulier maailand	53	61	66
Regulier beweide	19	11	12
Boomgaard	8	8	8
Hooiland	8	11	3
Natuur begraasd	10	1	1
Natuur onbegraasd	3	0	0
Onbepaald	-	8	10



Figuur 3.10 GPS-posities van het gezenderde torenvalkmannetje uit Schweiberg



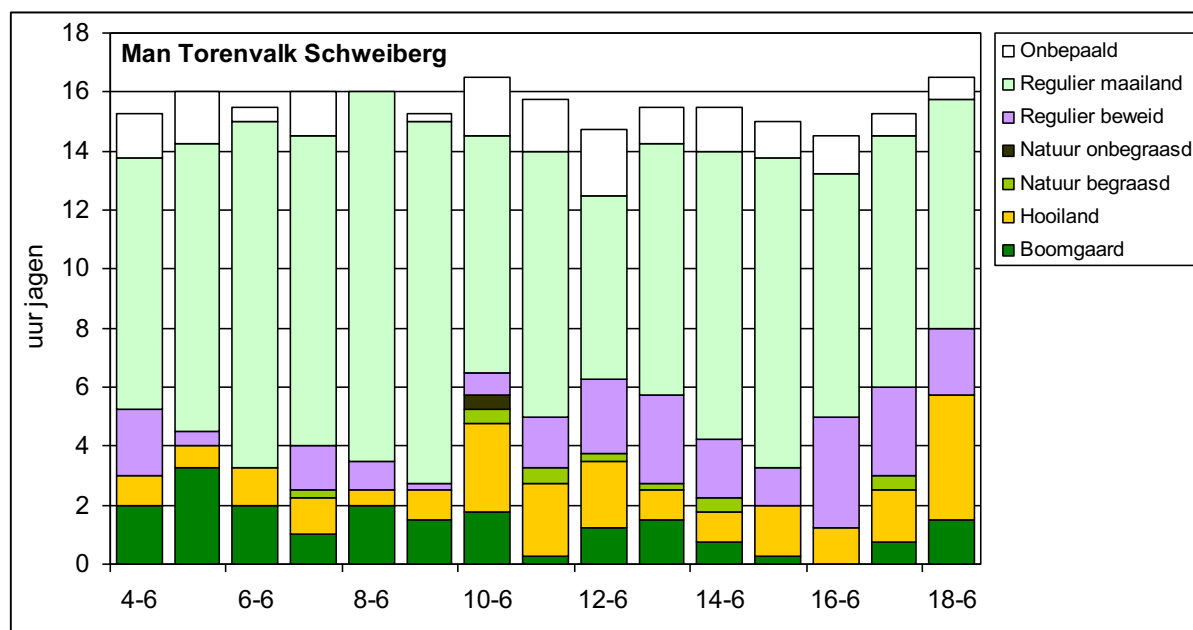
Figuur 3.11 GPS-posities van het gezenderde torenvalkvrouwtje uit Schweiberg

Een klein deel van de jaagtijd wordt doorgebracht in boomgaarden en komt overeen met de verwachting (8% van de beschikbare oppervlakte). Hooilanden worden door het mannetje iets meer bejaagd dan verwacht op basis van het beschikbare areaal. De hooilanden worden vooral vanuit zitposten aan de randen benut. De vegetatie van hooiland is immers te ruig waardoor muizen slecht zichtbaar en onvoldoende bereikbaar zijn. Begraasd natuurgrasland wordt nagenoeg gemeden, want 1% gebruik tegen 10% verwacht en onbegraasd natuurgrasland wordt ook nauwelijks gebruikt (zie tabel 3.6).

Zuid Limburg - beschikbaarheid en bereikbaarheid prooien

De graslanden in de omgeving van Schweiberg laten verschillen zien in de beschikbaar en bereikbaarheid van muizen. In een perceel met hooiland (L591X) is de getelde dichtheid van veldmuizenholletjes zowel in april en juni zeer groot (tabel 3.7). Dit is hetzelfde perceel als waar met live-traps als enige redelijk veel veldmuizen zijn gevangen (zie paragraaf 3.2.3). De vegetatiehoogte in dit perceel is in juni meer dan 40 cm en het doorzicht minder dan 10% (zie figuur 3.13). Daarmee zijn muizen eigenlijk nagenoeg niet zichtbaar en dus onbereikbaar. Uit de gegevens blijkt dat als de vogels op hooiland jagen, ze vooral vanuit zitposten in de randen opereren. Ook in het veld zijn ze er nooit biddend gezien, wel vaak zittend in bomen aan het pad langs dit perceel. In een tweede perceel hooiland (L346) is redelijk veel door het paar gejaagd maar is een kleine dichtheid van holletjes vastgesteld (tabel 3.7). Ondanks dat er gemiddeld weinig in beweide boerengrasland is gejaagd, zijn er drie percelen die redelijk veel bejaagd zijn. In het perceel met een zeer grote dichtheid van holletjes (L334) is het meest gejaagd en in het perceel met een kleine dichtheid (L555) is minder gejaagd. In een perceel waar geen holletjes zijn geregistreerd (L347) is toch enkele uren gejaagd (tabel 3.7). Dit is een klein perceel waar waarschijnlijk in de randen van het aanliggende perceel (met maailand) is

geopereerd. De agrarische graslanden met maaibeheer die veel bejaagd zijn, hebben vrijwel allemaal een matige dichtheid van muizenholletjes (zie tabel 3.7).



Figuur 3.12 Jaagtijd (uur) per habitattypen van torenvalk man Schweiberg in de periode 4-18 juni 2015.

Tabel 3.7. Totale jaagtijd van man en vrouw samen, idem per ha en getelde dichtheid van muizenholletjes voor percelen waar ten minste 2 uur is gejaagd.

Legenda dichtheid holletjes: 0 nul, 9-100 klein, 101-700 matig, 701-2000 redelijk, 2001-4000 groot, >4000 zeer groot

Perceelscode	Habitat	jagen (uur)	jagen (uur/ha)	dichtheid holletjes	
				juni	april
L591X	Hooiland	19,3	10,3	zeer groot	zeer groot
L346	Hooiland	10,0	16,4	klein	
L347	Agr. beweide	2,3	8,1	nul	
L555	Agr. beweide	3,8	2,1	klein	
L334	Agr. beweide	5,5	6,1	zeer groot	
L628AX	Agr. maailand	6,8	25,2	matig	
L664	Agr. maailand	20,0	9,8	matig	
L343	Agr. maailand	20,3	7,8	matig	
L661	Agr. maailand	99,8	8,9	matig	groot
L545	Agr. maailand	18,0	24,1	groot	

In het bewuste hooiland (L591X) met de grootste dichtheid aan holletjes, zijn in april al ruim 400 holletjes per are geteld. Die dichtheid is extreem maar ook in een intensief gebruikt boeren maailand zijn in april redelijk grote dichtheden van 23 holletjes per are geteld. Een groot extensief begraasd natuurgrasland had in april 5 holletjes per are (figuur 3.14).

Vegetatiestructuur

Waarnemingen van jagende torenvalken uit de omgeving van Schweiberg in april 2015 laten zien dat zowel in hooilanden als in de boerengraslanden en natuurgraslanden is gejaagd. In deze periode zijn de torenvalken nog niet met loggers uitgerust zodat de verdeling van de jaagtijd tussen hooiland, natuurgras en boerengras in deze periode niet is gekwantificeerd. Vanaf maart en april vestigen de meeste muizenetende roofvogels zich in hun broedgebieden. In die periode is de vegetatie in zowel de hooilanden als in de natuurgraslanden en de boerengraslanden erg kort en is het doorzicht groot (figuur 3.13). Muizen zijn dus in die periode over de hele linie goed zichtbaar en daardoor goed bejaagbaar. In juni is de vegetatie in de hooilanden en de begraasde natuurgraslanden hoog en het doorzicht gering waardoor muizen niet of nauwelijks zichtbaar en dus onbereikbaar zijn voor muizenetende roofvogels.

Respons jaaggedrag

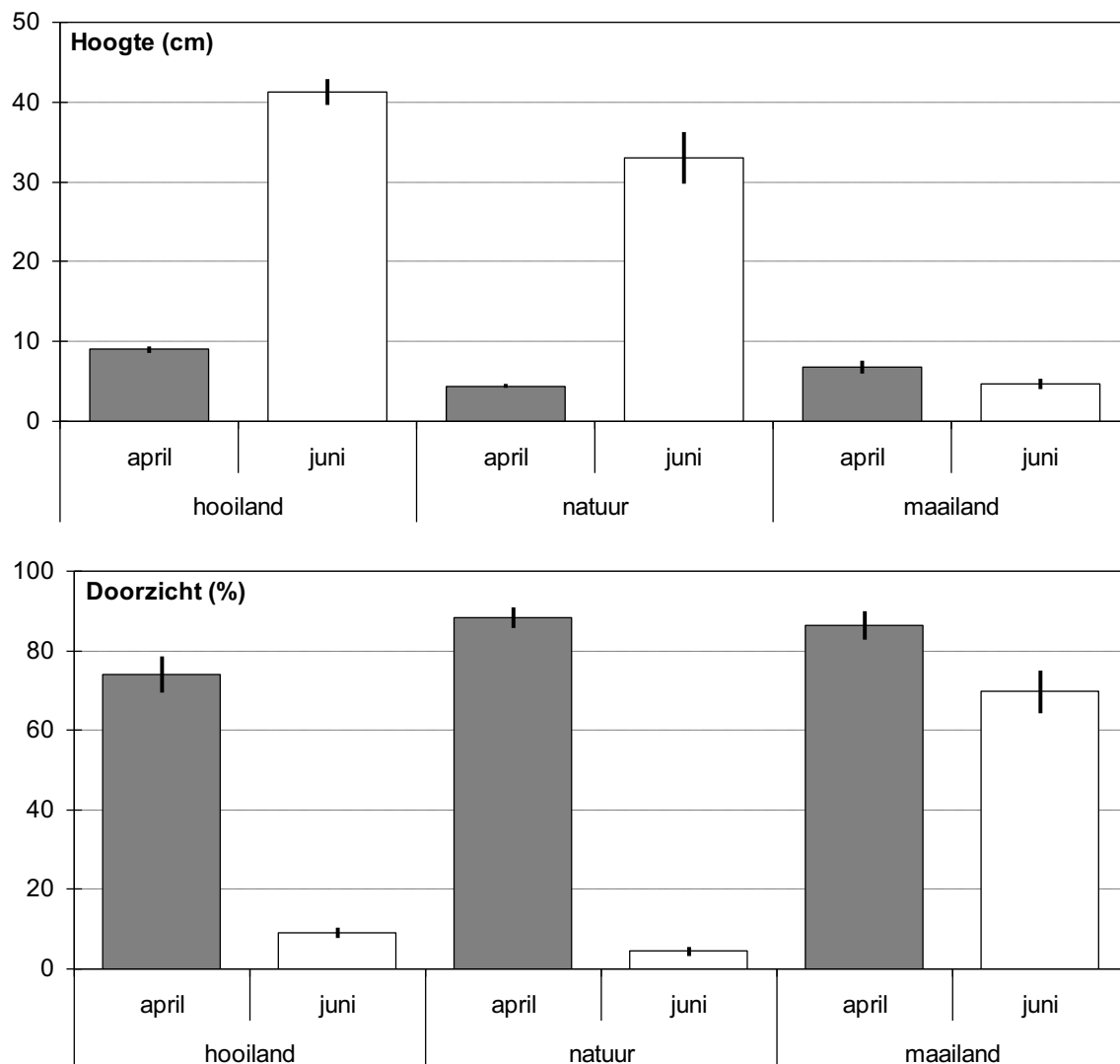
De gezenderde torenvalken uit Schweiberg hebben in juni nagenoeg niet in de natuurgraslanden gejaagd en weinig in de hooilanden. In juni is het aantal getelde holletjes in de hooilanden en boerengraslanden veel kleiner dan in april, terwijl in het natuurgrasland het aantal holletjes juist iets is toegenomen (figuur 3.14).



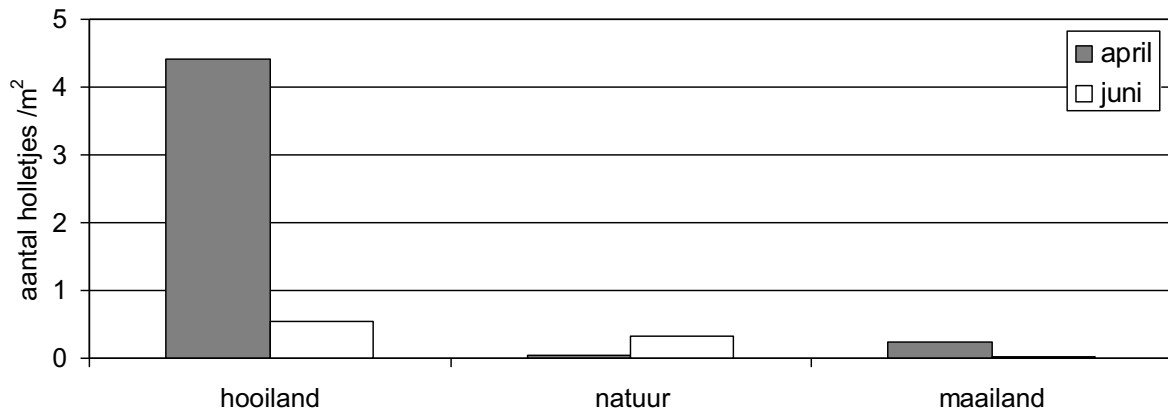
Torenvalkvrouwtje uit Schweiberg met prooi en GPS-logger bij Dal-Bissen, perceel L343, 11 juni 2015

Het perceel dat het meest bejaagd is (man en vrouw samen bijna 100 uur in de periode 4-18 juni, perceel L661 in tabel 3.7) heeft in juni een matige dichtheid aan holletjes maar had in april nog een grote dichtheid. Dit grasland is in april geverticuteerd en geslept en met vaste mest bestrooid. In mei is het perceel gemaaid en later in het seizoen ook met mest geïnjecteerd. Mogelijk dat het aantal muizen in dit perceel in juni snel afnam. De waargenomen holletjes uit april zijn tijdens de telling op 11 juni grotendeels verdwenen. Het perceel is op dat moment net een paar dagen ervoor met mest geïnjecteerd. Uit de GPS-gegevens van de vogels blijkt dat er tot en met 10 juni volop wordt gejaagd (zie figuur 3.15 boven). Het mannetje jaagt in die periode zelfs gemiddeld bijna de helft van zijn tijd op dit

perceel. Muizen waren blijkbaar erg goed bereikbaar. De vegetatiehoogte is op 11 juni minder dan 5 cm en het doorzicht ongeveer 70%, een ideale situatie om succesvol op muizen te kunnen jagen. Vanaf de mestinjectie (rond of op 10 juni) neemt de jaagtijd van het mannetje af tot minder dan 10% van de totale jaagtijd. De vegetatie is op 11 juni zo kort dat het perceel waarschijnlijk rond begin juni gemaaid is, waardoor de jaagtijd vanaf 4 juni nog toeneemt (zie figuur 3.15 boven). Op 11 juni wordt vervolgens perceel L343 gemaaid en op 15 juni perceel L338X. De vogels reageren direct door substantieel op betreffende percelen te gaan jagen (figuur 3.15 midden en onder). Het beschikbaar komen van gemaaid land is dus erg belangrijk voor jagende torenvalken, in elk geval in situaties met matige dichtheden aan holletjes zoals in betreffende percelen uit figuur 3.15.



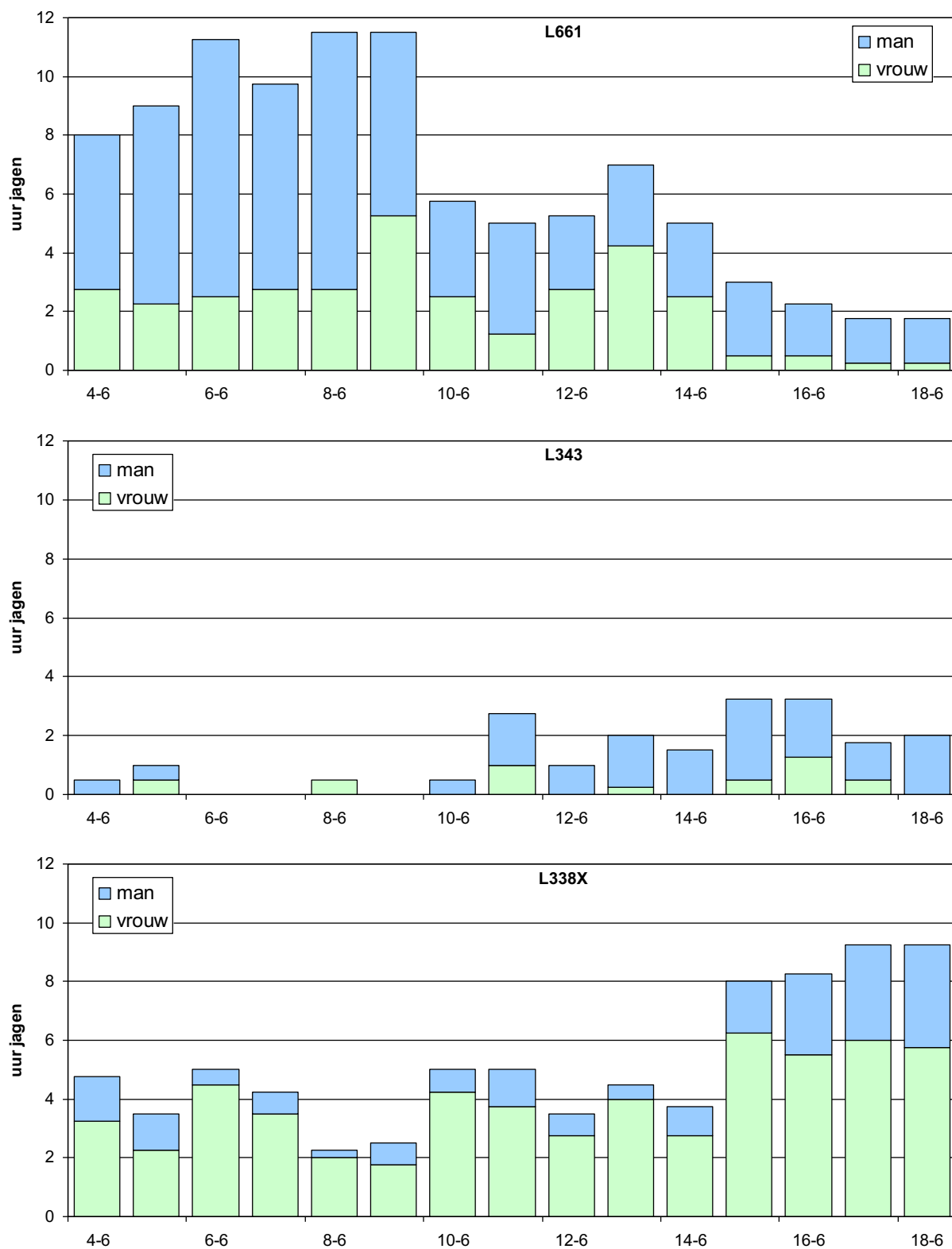
Figuur 3.13 Vegetatiehoogte (cm +/- SE) (boven) en doorzicht (% +/- SE) (onder) in april en juni in hooiland, extensief begraasd natuurgrasland en intensief boeren maailand in de omgeving va Schweiberg/Dal-Bissen.



Figuur 3.14 Dichtheid van getelde holletjes in april en juni in hooiland, extensief begraasd natuurgrasland en intensief boeren maailand in de omgeving va Schweiberg/Dal-Bissen.

De intensief gebruikte agrarische graslanden blijven het hele seizoen kort, vanwege begrazing door runderen en door regelmatig maaien. Vooral door het periodiek maaien zijn muizen met enige regelmaat erg goed bereikbaar. Bij voldoende muizenaanbod wordt er op gemaaid land tijdelijk veel gejaagd, meestal tot enkele dagen na maaien. Waarschijnlijk wordt al tijdens het maaien gezocht naar muizen die tijdens het maaien omkwamen. De torenvalken uit Schweiberg hebben vrijwel de hele periode in juni op boerengrasland kunnen jagen omdat er overall muizen waren en omdat er vrijwel continue aanbod van gemaaid land was.

Op 24 en 25 juni zijn in de percelen L661 en L343 live-traps geplaatst en is geen enkele muis gevangen (zie paragraaf 3.2.3). De valken zijn tijdens die dagen ook niet meer op betreffende percelen gezien en hebben elders gejaagd. Waar dat geweest is, is onbekend omdat de GPS-loggers inmiddels van de vogels waren verwijderd. De drie jongen vlogen succesvol uit.

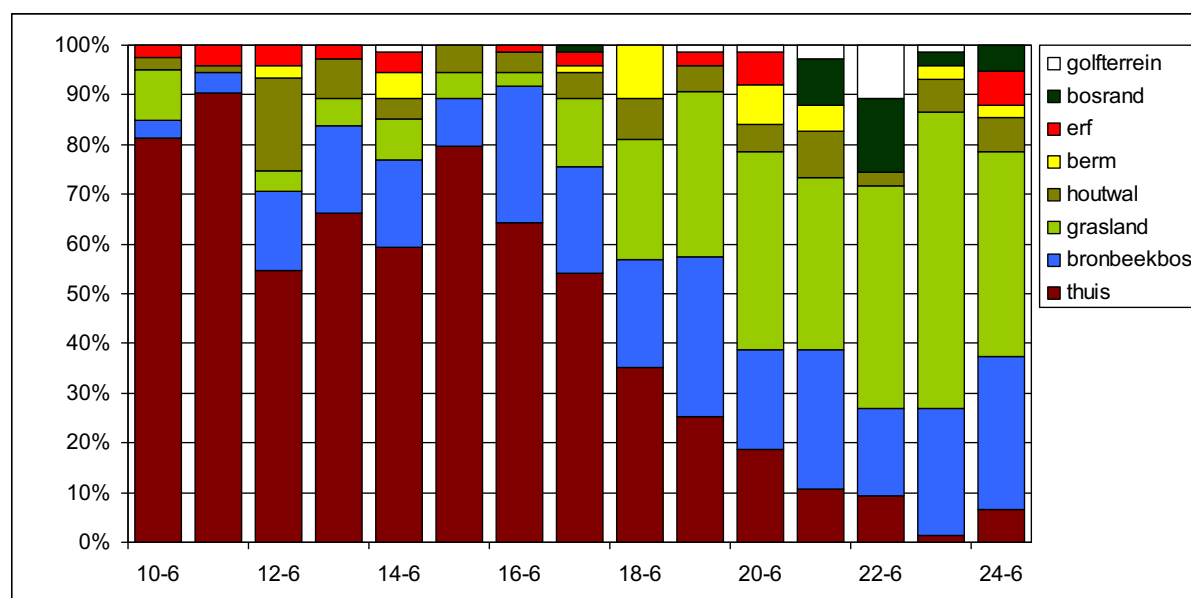


Figuur 3.15 Totale jaagtijd van een torenvalkenpaar uit Schweiberg in de periode 4-18 juni op drie intensief gebruikte graslanden met maaibeheer.

Kerkuilen

Verdeling jaaghabitats

De gezenderde kerkuil van het kerkuilpaar uit Cottessen (Zuid-Limburg) is in de periode 10-24 juni met een GPS-logger gevolgd (15 nachten). Daarna is de vogel teruggevangen en is de logger eraf gehaald. Van de vogel zijn van ruim 93 uur jagen GPS-gegevens verzameld, overeenkomend met ruim 6 uur jagen per nacht (totaal 1.112 posities, zie figuur 3.17). In de eerste periode (10-17 juni) verbleef de vogel veel in de buurt van het nest (gemiddeld 70% van de jaagtijd), met name in de tuin van de woning waarin de kast hangt (figuur 3.16). Na 17 juni ging de vogel veel meer in de omgeving jagen (gemiddeld 85% van de tijd), in sommige nachten wel tot 5-7 km van het nest. In de tweede periode waren de meest gebruikte habitats graslanden en bronbeekbosjes. Een ander deel van de jaagtijd werd gebruikt in randen, waaronder bermen, houtwallen en bosranden. Daarnaast werd steeds een klein deel van de jaagtijd doorgebracht op een aantal erven. De jaagtijd in de bronbosjes was in de eerste periode al aan het toenemen en de jaagtijd op graslanden nam pas vanaf 17 juni toe (figuur 3.16).



Figuur 3.16 Jaagtijd (uur) per habitattype van de kerkuil uit Cottessen in de periode 10-24 juni 2015.

In de eerste periode werden veel prooien in de tuin in de directe omgeving van het nest gevangen (tabel 3.8). Het aantal prooien uit de tuin (thuis) is waarschijnlijk overschat omdat het op basis van de GPS-gegevens op de schaal van de tuin lastig is om voldoende goed in te schatten of de vogel wel of niet de kast inging. Dit kon niet met de cameraval gecontroleerd worden omdat de camera in de meeste gevallen te traag reageerde waardoor veel nestbezoeken niet zijn geregistreerd. Daarnaast ging de vogel in die periode mogelijk af en toe zonder prooi naar de jongen. Van de 22 met cameraval gedetermineerde prooien is 36% uit de periode 10-17 juni en 64% uit de periode daarna. Dat klopt aardig met het feit dat in die hele periode de voedselbehoefte van de jongen toeneemt. Op basis van de GPS-gegevens zou naar schatting 71% van de prooien in de eerste periode zijn aangevoerd. Dat is gezien de kleinere voedselbehoefte (met kleinere jongen) in die periode onwaarschijnlijk en mogelijk dus met ruwweg een factor twee overschat. Dat zou betekenen dat er in de eerste periode niet 45, maar ongeveer 22-23 prooien uit de tuin van het erf bij het nest zijn gevangen. Daarmee zou het jaagrendement van 1,17 prooien per uur jagen dus ook grofweg een factor twee te hoog zijn.

Het jaagrendement was het grootst op erven maar daar werd maar een klein deel van de tijd gejaagd. Blijkbaar waren de jaagopbrengsten op erven toevalstreffers of gevallen met een klein aantal gemakkelijk pakkbare prooien. In het bronbeekbos was het jaagrendement groot. Zowel uit de bronbossen als uit de graslanden zijn de meeste prooien gehaald. De prooien van die habitats kwamen van gebieden die gemiddeld op 600-800 m afstand van het nest lagen. Dat zijn grote afstanden als er in de directe omgeving van het nest ook potentiële jaaggebieden liggen. Blijkbaar moest de vogel overwegen welke terreinen de voorkeur hadden om te bejagen. Het jaagrendement was op grasland kleiner dan in bronbeekbos en de prooien kwamen gemiddeld van verder terwijl er met name in de 2^{de} periode veel meer op grasland is gejaagd (tabel 3.8). Waarschijnlijk werd het bejagen van bronbeekbosjes door een andere reden minder aantrekkelijk. Van graslanden is veel meer areaal beschikbaar en als daar deels zwaardere prooien konden worden bejaagd (o.a. *Microtus* en *Apodemus*) dan was jagen op graslanden dus mogelijk toch lucratiever, ondanks de geringe muizenstand in graslanden in 2015. Er zijn in het gebied geen dekkende habitatopnames gedaan waardoor de relatieve jaagtijd niet is vergeleken met de arealen van de bejaagde habitats om de jaagvoorkeur te kunnen bepalen. Maar zonder dat kan gesteld worden dat de arealen bronbeekbosjes klein zijn in vergelijking met de oppervlakten grasland. Relatief is er dus een sterke voorkeur voor jagen in bronbeekbosjes, althans in een jaar met een geringde veldmuizenstand, zoals in 2015.

Tabel 3.8 Per habitattypen de totale jaagtijd (in uur en %), en aantal aangevoerde prooien (n=101) (voor de periode 10-17 en 18-24 juni), en de gemiddelde afstand van prooi-locatie tot het nest en het jaagrendement (in prooien per uur jagen) voor de hele periode.

Habitat	10-17 juni			18-24 juni			Hele periode	
	uur jagen	%	prooien	uur jagen	%	prooien	gem.prooi-afstand (m)	Jaagrendement
thuis	34,25	68,8	45	6,67	15,33	3	13	1,17
bronbeekbos	7,25	14,6	12	10,92	25,10	13	655	1,38
grasland	3,08	6,2	7	17,25	39,66	12	790	0,93
houtwal	3,08	6,2	2	2,75	6,32	1	21	0,51
berm	0,58	1,2	0	1,83	4,21	0	-	-
erf	1,33	2,7	5	1,00	2,30	0	58	2,14
bosrand	0,08	0,2	1	2,00	4,60	0	468	0,48
golfterrein	0,08	0,2	0	1,08	2,49	0	-	-
totaal	49,75	100	72	43,50	100	29	325	0,92

De aangevoerde spitsmuizen (die op basis van de cameravallen zijn vastgesteld) waren zowel afkomstig uit bronbeekbosjes als uit graslanden, hoewel ze relatief vaker uit de bronbeekbosjes kwamen. Opmerkelijk is dat een prooi als de huisspitsmuis uit allerlei verschillende habitats kwam (tabel 3.9). Maar liefst 60% van de geregistreerde prooien waren spitsmuizen, een kleine 20% *Apodemus*, terwijl maar ongeveer 10% veldmuis was. Het aantal waarnemingen van aangevoerde woelmuizen is zo gering dat het niet mogelijk is vast te stellen in welke habitats ze het meeste werden bejaagd. Het is aannemelijk dat in muizenrijke jaren veel op veldmuizen in de graslanden wordt gejaagd. In een matig veldmuizenjaar als 2015 blijken bronbeekbosjes, maar ook de randen en de erven, cruciaal te zijn, o.a. om op spitsmuizen te kunnen jagen. Spitsmuizen zijn dus voor kerkuilen in de verschillende landschapselementen voldoende beschikbaar en bereikbaar om succesvol te kunnen broeden, ook in een jaar met weinig veldmuizen. Van bosspitsmuizen is bekend dat ze in zeer gevarieerde landschappen voorkomen (de Jong 2013).

Tabel 3.9 Habitat van de afkomst van een aantal door kerkuil gevangen muizen (per soort) van 22 individuen die op basis van een cameraval zijn geregistreerd.

Soort	thuis	bronbeek	grasland	houtwal	berm	erf	bosrand	golfterrein	totaal
Huisspitsmuis	1	1	1	0	0	1	1	0	5
Bosspitsmuis	0	1	3	0	0	0	0	0	4
spitsmuis spec	0	1	2	0	0	0	0	0	3
Waterspitsmuis	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Apodemus spec	2	0	1	0	0	1	0	0	4
Veldmuis	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Aardmuis	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Microtus	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Bruine Rat	0	0	0	0	0	1	0	0	1
totaal	4	6	8	0	0	3	1	0	22

Beschikbaarheid en bereikbaarheid prooien

Van enkele graslanden is gebruik en beheer getypeerd en zijn holletjes geteld. Op 21 en 23 juli zijn een 16-tal graslandpercelen bekeken. Van het reguliere boeren grasland zijn in vier percelen die beweiden waren vrijwel geen holletjes waargenomen, namelijk gemiddeld 7/ha, (range 0-26). In 5 percelen met maailand was de dichtheid veel grotere, namelijk gemiddeld c. 2.600 holletjes per ha (range 478-3.303). Deze dichtheden kunnen overwegend getypeerd worden als groot (klassen zie tabel 2.1 in 2.2.2). In een 4-tal begraasde natuurgraslanden was de gemiddelde dichtheid van holletjes 256 stuks/ha (range 28-637) en daarmee klein tot matig. In een perceel met hooiland met nabeweiding was de dichtheid klein en een onbegraasd natuurgrasland (mogelijk met vroege of nabeweiding) werden geen holletjes waargenomen. Een perceel hooiland werd met 1.736 holletje per ha een redelijke tot bijna grote dichtheid vastgesteld. In dit perceel liep één wisent maar had nadrukkelijk de kenmerken had van een hooiland met witbolddominantie.

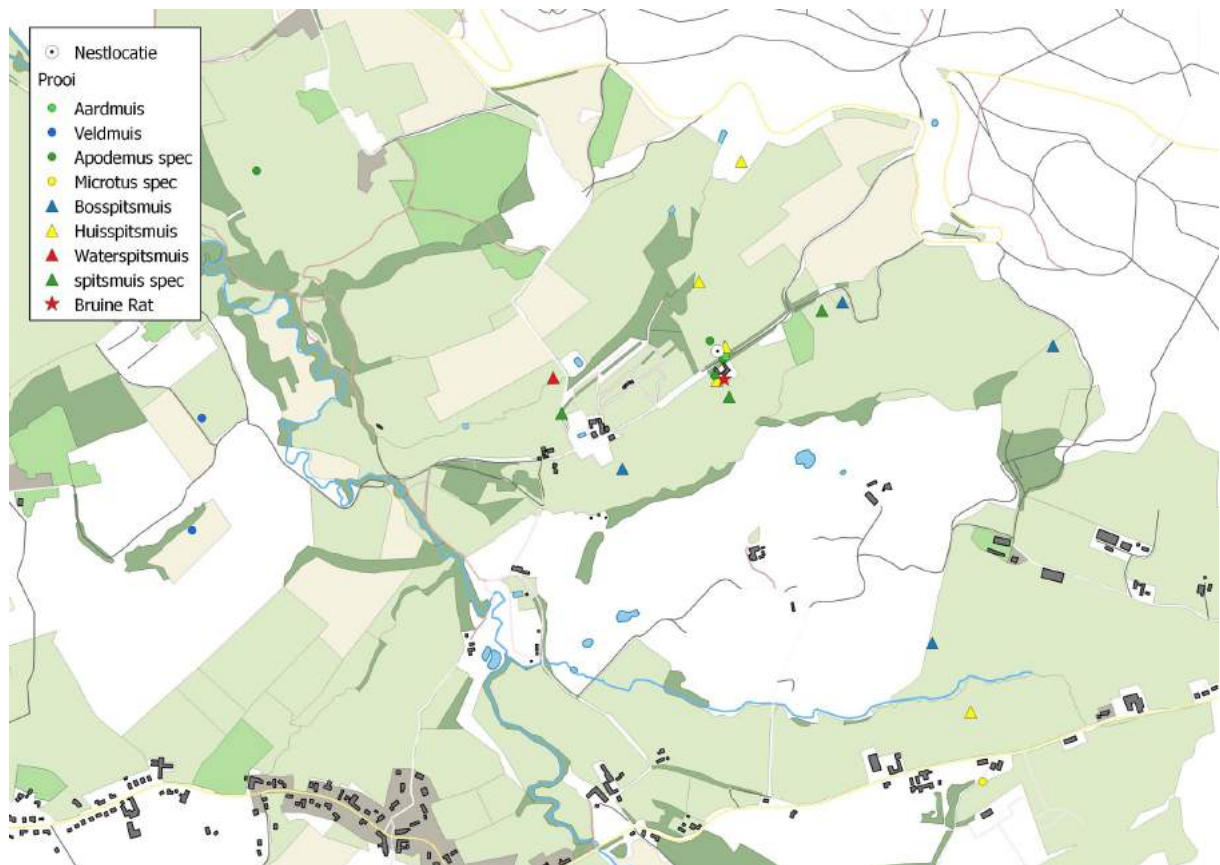
Respons kerkuilen

De vier onderzochte beweide boeren graslanden werden gemedend door de gezenderde kerkuil. Bij één perceel had de vogel wel enige tijd in aanliggende randen doorgebracht (o.a. bosrandje) maar in dit perceel werd tevens geen enkele muis gevangen met de live-traps. In twee van de vijf percelen met maailand werd enige tijd gejaagd, terwijl in vrijwel alle percelen grote dichtheden aan holletjes waren vastgesteld. Blijkbaar waren de meeste muizenburchten verlaten. Op één van de bejaagde percelen werden met live-traps een veldmuis en een spitsmuis gevangen dus hier enige aanwijzingen dat de kerkuil waarschijnlijk op enkele aanwezige muizen joeg. De onderzochte begraasde natuurgraslanden werden ondanks de lage dichtheid aan holletjes wel door de kerkuil bejaagd, zij het in veel gevallen vooral vanuit randen, met name met bos. In één van de percelen werd met live-traps een bosmuis en een aardmuis gevangen. In een onbegraasd natuurgrasland (met waarschijnlijke voorafgaand één keer maaien in de zomer) werden geen holletjes geregistreerd maar werd de live-traps wel een bosspitsmuis gevangen. De kerkuil vloog hooguit twee keer over dit perceel en had er dus weinig te zoeken. Van de onderzochte hooilanden werd het perceel met weinig holletjes (en met nabeweiding) nagenoeg niet bejaagd terwijl het ruige hooilandperceel met een redelijke tot bijna grote dichtheid aan holletjes wel serieus werd gejaagd (totaal zeker 1,5 uur in verschillende nachten maar vooral aan het einde van de GPS-periode, avond 22 juni).

In dit perceel werden met live-traps een veldmuis en een drietal spitsmuizen gevangen en op basis van de GPS-gegevens en de steekproef van prooi-soorten met behulp van cameravallen is vastgesteld dat 2 van de 8 prooien uit grasland van dit perceel afkomstig waren; een bosspitsmuis en een ongedetermineerde spitsmuis. Dat komt dus heel mooi overeen met wat er op dit perceel met live-traps is gevangen.



Figuur 3.17 GPS-posities van de gezenderde kerkuil uit Cottessen. N=nest



Figuur 3.18 Prooilocaties van het gezenderde kerkuil uit Cottessen (Zuid-Limburg).

4 Discussie

4.1 Graslanden en muizen

In de zomer van 2015 komen in de natuurgraslanden van zowel het Kempen~Broek als die in Zuid-Limburg weinig veldmuizen voor. In de meeste extensief begraasde natuurterreinen van het Kempen~Broek en in Zuid-Limburg zijn wel veel holletjes geregistreerd maar er zijn weinig veldmuizen en geen andere soorten muizen gevangen met live-traps. In de omgeving van Cottessen (Zuid-Limburg) is dat ook het geval; in de natuurgraslanden zijn wel holletjes geregistreerd maar er zijn vrijwel geen muizen gevangen. Vooral de dichtheid van holletjes in het extensief begraasde gebied in Dal-Bissen (Zuid-Limburg) is erg hoog, maar het aantal met live-traps gevangen veldmuizen is juist erg klein. In hooilanden uit de omgeving van Schweiberg/Dal-Bissen zijn in de zomer van 2015 wel veel veldmuizen vastgesteld (zowel holletjes als vangsten met live-traps).

In de intensieve agrarische graslanden van Zuid-Limburg zijn wel hogere aantallen muizenholletjes (in de omgeving van Schweiberg/Dal-Bissen tot gemiddeld 25-50 holletjes per are) geregistreerd, maar met live-traps zijn er vrijwel geen muizen of andere kleine zoogdieren gevangen. In het Kempen~Broek is het aantal holletjes in intensief boerenland zeer gering en is helemaal geen muis gevangen. Enige uitzonderingen zijn graspercelen waar ook klaver is gezaaid (Kempen~Broek perceel AG133 en Cottessen perceel G188 en G460), waar in elk geval tot in het voorjaar (april/mei 2015) deels wel veldmuizen voorkwamen gezien de grote aantallen getelde holletjes. In het Kempen~Broek werd door de torenvalken in het voorjaar op zo'n perceel gejaagd (eigen waarnemingen). De live-traps zijn in de tweede helft van juni gezet, in de periode dat de percelen met intensief agrarisch maailand als twee keer zijn gemaaid. De meeste grotere percelen zijn daarna met mest geïnjecteerd. Blijkbaar is de veldmuizenstand in agrarisch grasland in die periode, mogelijk mede door maaien predatie en mestinjectie, ingestort.

Van de getelde holletjes is onbekend of het nieuwe of oude holletjes zijn. Het kan dus zijn dat de holletjesdichtheid iets zegt over de periode voor de metingen en minder over de actuele situatie. In graslanden die recent zijn ingezaaid of die zijn gescheurd of met mest zijn geïnjecteerd zijn oude holletjes verdwenen en in oudere graslanden die minder intensief gebruikt zijn, en in extensief begraasde terreinen zullen oude holletjes een gedurende een langere periode detecteerbaar zijn. De getelde holletjes zijn dus mogelijk deels oud en uit een periode met een betere veldmuizenstand.

4.2 Jagende roofvogels en muizen

Er is een groot verschil in de bejaagde habitats van de torenvalken uit Schweiberg (Zuid-Limburg) en de torenvalk uit het Kempen~Broek. De vogels in Zuid-Limburg jaagden exclusief op graslanden en doen dat met name door biddend te jagen. De torenvalk uit het Kempen~Broek gebruikte alternatieve locaties zoals bos, bosranden en erven en joeg voor een groot deel vanuit zit. Dat is een sterke aanwijzing dat de veldmuizenstand in zowel de agrarische graslanden als de natuurgraslanden van het Kempen~Broek, zeer klein is. Een intensief graslandperceel met klaver (zie ook 4.1) is na de eerste maaisnede in mei door torenvalken kortstondig als jaaggebied gebruikt (veldwaarnemingen). Datzelfde perceel is eind juni/begin juli, na de volgende maaisnede, gedurende een zeer korte periode wederom bejaagd door torenvalken waaronder de vogel met GPS-logger. Blijkbaar zijn er in het

boerengrasland van het Kempen~Broek zeer lokaal tot in juli kleine aantallen veldmuizen beschikbaar.

Uit de gegevens van de GPS-loggers van de torenvalken uit Schweiberg (Zuid-Limburg) blijkt dat de hooilanden met de grootste veldmuizendichtheid uit de omgeving, in juni weinig bejaagd zijn. De vegetatie van de hooilanden is te hoog en het doorzicht te gering. In de randen en bermen van dit perceel is deels wel door de gezenderde torenvalken gejaagd. Na maaien van de hooilanden wordt er waarschijnlijk gedurende korte tijd intensief door de valken en andere muizenetende roofvogels gejaagd. De betreffende hooilanden werden pas in juli gemaaid. Het maaien van deze hooilanden viel net buiten de onderzoeksperiode en is daarom niet met de GPS-loggers van de torenvalken uit Schweiberg in beeld gebracht. De torenvalken uit Schweiberg jagen in de jongenperiode (juni) ook niet op de natuurgraslanden. Die zijn net als de hooilanden dan al te ruig en hebben te weinig doorzicht waardoor veldmuizen en andere kleine zoogdieren nauwelijks zichtbaar en bereikbaar zijn. In april zijn er op alle graslanden in de omgeving wel veelvuldig jagende torenvalken waargenomen, zowel op de intensieve agrarische graslanden als in de hooilanden en de natuurgraslanden met extensieve begrazing. In die periode is de vegetatie nog zeer kort en het doorzicht groot. In het vroege voorjaar zijn overal grote dichtheden aan holletjes waargenomen.

Uit de GPS-gegevens van de torenvalken blijkt dat de agrarische graslanden van de omgeving van Schweiberg/Dal-Bissen tot ver in juni rijk aan kleine zoogdieren (veldmuizen) zijn. Een groot deel van de tijd is op gemaaide graslanden gejaagd dus de vogels waren aangewezen op aldaar goed bereikbare prooien. De torenvalken met GPS-loggers jagen zelfs deels exclusief op de intensief gebruikte graslanden met kleinere aantallen muizen in de directe omgeving van het nest. In de intensieve maailanden waar beide torenvalken van het paar veel jagen (steeds in de periode direct na maaien) zijn blijkbaar voldoende veldmuizen beschikbaar en bereikbaar. Die percelen zijn ongeveer een week na maaien (o.a. rond 18 juni) met mest geïnjecteerd. In deze periode waren de loggers al van de torenvalken gehaald. Afhalen van loggers was noodzakelijk omdat de jongen al konden vliegen en ze daarna de binding met de nestplaats verliezen waardoor terugvangen van de ouders met loggers onmogelijk zou worden. Er kan niet worden uitgesloten dat de vogels, na mestinjectie, helemaal niet meer op de percelen jagen. Tijdens de velddagen dat de live-traps zijn gezet en gecontroleerd zijn de vogels in elk geval niet meer op betreffende percelen gezien. Met de live-traps is in die percelen daarna geen enkele muis gevangen.

Van de intensieve graspercelen in Cottessen (Zuid-Limburg) hadden vooral de maailanden grote dichtheden met holletjes. Deze zijn maar deels door de gezenderde kerkuil gebruikt om te jagen. Met live-traps werden in de meeste intensieve graslanden vrijwel geen muizen gevangen. Blijkbaar waren er in de zomer van 2015 nagenoeg geen veldmuizen in deze graslanden en waren de waargenomen burchten oud en verlaten. In de natuurgraslanden zijn ook nagenoeg geen veldmuizen gevangen. De zendervogel bejaagde naast een aantal maailanden, vooral extensief natuurgrasland en hooiland, met name in de buurt van allerlei landschapselementen, waaronder houtwallen, bosranden en perceelsranden. Voort werd veel bij bronbeekbegeleidende bosjes en andere natte vegetatie gejaagd.

4.3 Rol van landgebruik en beheer

Midden in het agrarisch graslandgebied van het Kempen~Broek blijken niet of nauwelijks kleine zoogdieren voor te komen. Het gaat om grootschalige en intensief gebruikte percelen die gemaaid worden en na maaien met mest geïnjecteerd zijn. Met behulp van live-traps is in drie intensief gebruikte graslanden (96 vallen, 2 nachten) geen enkele muis gevangen. Wel zijn er kleine aantallen holletjes gevonden. Waarschijnlijk worden holletjes door het intensieve gebruik dicht gereden waardoor ze grotendeels verdwijnen. Blijkbaar worden de graslanden in een periode dat het land minder regelmatig wordt bewerkt, toch opnieuw door muizen gekoloniseerd, getuige het feit dat er kleine aantallen holletjes zijn aangetroffen.

Langs de Wijffelterbroekdijk is in een grootschalig en intensief gebruikt grasland na maaien een drietal trajecten gelopen waarbinnen een oppervlakte van 2200m² is bekeken. Er zijn in deze gelopen trajecten slechts 2 muizenholletjes vastgesteld, overeenkomend met een erg kleine dichtheid van 9 holletjes per ha. Grootschalig en intensief agrarisch gebruikt grasland dat vaak gemaaid wordt en na maaien met mest wordt geïnjecteerd is dus ongunstig voor veldmuizen. Langs diezelfde percelen is een perceelsgrens met greppel en ruige vegetatie gecontroleerd. In een deel van die perceelsgrens is op 80 m² 43 muizenholletjes waargenomen, overeenkomend met een dichtheid van ruim 5.000 holletjes per ha perceelsrand (en daarmee een factor 900 talrijker dan het aangrenzende graslandperceel). Van een ander intensief gebruikt grasland dat na maaien met mest is geïnjecteerd en waar geen enkele muis is gevangen blijkt dat in de aanliggende perceelsgrens met ruige vegetatie in een ondiepe greppel, toch kleine zoogdieren, waaronder veldmuizen voorkomen (tabel 3.2 perceelsgrens van perceel AH144, zie onderstaande foto). Intensief beheer is dus desastreus voor kleine zoogdieren en extensief beheer van perceelsranden kunnen in situaties dat er in de percelen zelf geen muizen meer leven, kleine populaties huisvesten.

4.4 Hooilanden en extensief begraasde gebieden

Percelen met hooilanden of zeer extensief beweide natuurgraslanden bestaan vaak uit een grassenmix, met dominantie van één of meerdere grassen, vaak witbol. Deze graslanden hebben waarschijnlijk een groot aanbod aan graszaden, die het hoofdvoedsel vormen voor herbivore kleine zoogdieren waaronder de veldmuis.

In de omgeving van Schweiberg/ Dal-Bissen (Zuid-Limburg) was een perceel met hooiland de enige locatie waar tot eind juni 2015 nog een veldmuiskolonie van betekenis leefde. In het voorjaar (april) werden in dit hooiland zeer grote dichtheden van muizenholletjes geteld. In april waren de aantallen holletjes in natuurgrasland en in intensief agrarisch grasland deels ook groot. De meeste extensief begraasde natuurgraslanden uit de omgeving van Schweiberg/ Dal-Bissen heeft hetzelfde kenmerk als de hooilanden en vallen daarom onder ontwikkelingsfase 2 (het dominantstadium van een of twee bij de grondsoort passende grassen als gestreepte witbol, gewone vossenstaart, glanshaver of zachte dravik). Extensief begraasd natuurgrasland kan daarom mogelijk dezelfde rol spelen voor veldmuizen als hooilanden.

Gezien de lagere dichtheid van holletjes in het hooiland in juni is het aantal veldmuizen gedurende de zomer er waarschijnlijk flink afgenomen. Op basis van de vangsten met live-traps blijkt dat de muizenstand op dat moment nog steeds beter is dan in boerengrasland. De hooilanden en extensief beheerde graslanden spelen daarom waarschijnlijk een rol voor de overleving van veldmuizen en andere soorten kleine zoogdieren.



Ruige greppel in het Kempen~Broek waarin zowel veldmuizen, aardmuizen, bosmuizen als bosspitsmuizen zijn gevangen.

De aantallen veldmuizen lijken met name in hooiland maar waarschijnlijk ook in extensief begraasd natuurterrein stabielere dan in intensief boeren grasland dat gemaaid of beweid wordt. Gedurende de hele periode vanaf het voorjaar tot in de zomer zijn er in deze graslanden populaties veldmuizen geregistreerd terwijl er in de intensievere agrarische graslanden eind juni - begin juli geen veldmuis meer te bekennen was. In intensief begraasd natuurterrein is de dichtheid van holletjes van dezelfde orde van grootte als in boerenland, namelijk ongeveer nul. Het vangen met live-traps bevestigt dat het aantal veldmuizen in een perceel met intensieve begrazing nul is.



Hooiland bij Dal-Bissen, met op de achtergrond gemaaid land en extensief begraasd natuurterrein, 11 juni 2015.



Zeer extensief begraasd natuurgrasland in de omgeving van Cottessen, 23 juli 2015

4.5 (Her)kolonisaties

Een belangrijke vraag is waar de veldmuizen vandaan komen die op intensief maailand voorkomen en die daar door torenvalken kunnen worden gegeten. De intensief gebruikte graslanden die steeds maar weer worden gemaaid en met mest geïnjecteerd blijven blijkbaar muizen aantrekken. De kans is groot dat de kolonisatie van veldmuizen in intensief boerenland naast vanuit bermen en ruige perceelsgrenzen, ook vanuit de omliggende hooilanden en de extensief begraasde natuurterreinen geschiedt. De meeste door de torenvalken uit Schweiberg bejaagde intensieve graslanden liggen in de directe omgeving van een aantal hooilanden waar de dichtheid aan holletjes in april 2015 zeer groot is en in de buurt van extensief beweide natuurgraslanden, die ook muizen huisvesten. Zowel de percelen met hooiland als de natuurterreinen met extensieve begrazing van de omgeving van Schweiberg en Dal-Bissen zijn groot genoeg voor een serieuze rekrutering van veldmuizen. Als het werkelijk zo is dat veel boerengraslanden steeds opnieuw worden hergekoloniseerd vanuit dit soort brongebieden, dan is dat belangrijk voor het voorkomen van veldmuizen als prooi voor predatoren waaronder muizenetende roofvogels. Het voorkomen van veel soorten muizenetende roofvogels en andere muizenetende predatoren zal waarschijnlijk grotendeels afhangen van een systeem waarin de stand van veldmuizen niet onder druk staat.

5 Conclusie

In zowel de natuurgraslanden van het Kempen~Broek als die in Zuid-Limburg kwamen in het voorjaar en de zomer van 2015 relatief weinig veldmuizen voor. De dichtheden in natuurgrasland zijn wel hoger dan in agrarisch grasland.

In de intensieve agrarische graslanden van het Kempen~Broek zijn geen of nagenoeg geen veldmuizen te bekennen, alleen kleine aantallen in graspercelen waar ook klaver is gezaaid (bv. Kempen~Broek perceel AG133 en ook Cottessen perceel G460) en in perceelsranden. In intensieve agrarische graslanden in de omgeving van Schweiberg/Dal-Bissen (Zuid-Limburg) zijn in het voorjaar van 2015 wel veldmuizen aanwezig, getuige de vele holletjes en de jagende torenvalken met GPS-loggers. Vanaf de zomer van 2015 is in die omgeving de veldmuizenstand ineens ingestort, mogelijk mede veroorzaakt door maaien, predatie en mestinjectie. In één perceel met hooiland (dat eind juni nog niet gemaaid was) is met live-traps als enige een serieus aantal veldmuizen gevangen. In natuurgraslanden en vooral in perceelsranden en in kleinschalige percelen komen naast veldmuizen ook andere soorten muizen voor, waaronder vooral verschillende spitsmuissoorten. Het voorkomen van spitsmuizen is belangrijk voor kerkuilen want die kunnen in slechte veldmuizenjaren gemakkelijk overschakelen op andere soorten.

De centrale onderzoeksvraag is: Welk type grasland (met bijbehorende gunstige vegetatiestructuur en aantallen kleine zoogdieren) levert het meeste voedsel op voor muizenetende predatoren?

Uit de gegevens blijkt dat hooilanden en extensief begraasde graslanden in Zuid-Limburg gedurende het hele seizoen (april - juli) veldmuispopulaties bevatten, ondanks dat de populatie gedurende de zomer bleek in te storten. De hooilanden en extensieve begrazingsgebieden hebben alleen in het vroege voorjaar een geschikte vegetatiestructuur (lage begroeiing en groot doorzicht) zodat muizenetende roofvogels effectief kunnen jagen. In de jongenperiode van roofvogels, als de prooi behoeft voor roofvogels het grootst is, zijn hooilanden en extensieve begrazingsgebieden te ruig en worden ze niet door torenvalken bejaagd, hooguit in de randen en de aanliggende bermen. Als er voldoende veldmuizen in het agrarisch cultuurland met veel maailand zijn, kunnen torenvalken zeer effectief jagen omdat prooien na maaien goed bereikbaar en daardoor gemakkelijk bejaagbaar zijn. In het Kempen~Broek was het lastig om de relatie van jagende torenvalken met beheer en vegetatiestructuur te onderzoeken; de agrarische gebieden hadden vrijwel allemaal een lage dichtheid aan (spits)muizen, en in de natuurgraslanden zaten matige aantallen. Bovendien waren de natuurgraslanden te ruig om te jagen.

Deelvraag 1: In welk type grasland en in welk landschap concentreren zich de jaagactiviteiten van muizenetende roofvogels?

Torenvalken uit de omgeving van Schweiberg jagen in april 2015 veel op hooilanden en in extensieve begrazingsgebieden, daar waar veel veldmuizen zijn en waar de vegetatie nog kort is. Daarna, als de natuurgraslanden en de hooilanden te ruig worden, jagen ze vooral in intensief agrarisch grasland, met name op percelen die gemaaid worden. De torenvalken uit het Kempen~Broek waren vooral aangewezen op erven, open bossen en bosranden en enkele bermen en perceelsgrenzen. Blijkbaar voldeden daar randen en overgangen in het landschap als compensatie voor de lage aantallen veldmuizen in de graslanden. Ook de kerkuilen uit Cottessen hadden in de zomer te kampen met een al ingestorte veldmuizenstand. De

gezenderde vogel gebruikte bronbeekbosjes en andere natte vegetaties in de buurt van beken om te jagen. In de 3^{de} week van juni ging de vogel ook veel op graslanden jagen, waaronder vooral intensief agrarisch kuilgrasland landen maar ook extensief beweide natuurgraslanden en hooilanden. De vogel gebruikte in en buiten de graslanden vooral randen en bejaagde voor een groot deel spitsmuizen.

Deelvraag 2: Op welke locaties is het jaagsucces (prooien per uur jagen) optimaal en wat is de relatie met beheer en graslandtype?

Het jaagsucces van torenvalken is verreweg het grootst op gemaaid grasland en waarschijnlijk nog groter op gemaaid hooiland, maar jachtgedrag op hooilanden is niet waargenomen door late maaidatum. Deze viel dit jaar na de uitvliegtijd van de jongen. Daarnaast is een hoog jaagrendement vastgesteld in bermen bij de gezenderde torenvalk man Kempen~Broek. Zelfs bij een extreem lage veldmuizenstand, zoals in het Kempen~Broek in 2015, is het jaagrendement in gemaaid boerengrasland nog steeds groter dan in andere habitats zoals bosranden en erven en dan in (extensief begraasde) natuurgraslanden. Het lagere jaagrendement in natuurgraslanden is waarschijnlijk met name veroorzaakt door de te ruige vegetatie (hoge begroeiing en gering doorzicht) waardoor het succes van een stoot op de prooi klein is. De torenvalken uit de omgeving van Schweiberg jaagden, ondanks de geringde bereikbaarheid van prooien in hooiland, toch een deel van de tijd in een specifiek hooiland waar tot ver in de zomer nog veel veldmuizen zaten. De vogels konden daar uit zit jagen vanuit de beplanting en de bomen in de rand van het perceel. De kerkuilen uit Cottessen kenden een hoog jaagsucces op erven en in de tuin en het erf van de nestplaats. De omvang van geschikte erven was echter te gering waardoor er in de periode met grotere voedselbehoefte van de jongen niet heel veel tijd gejaagd kon worden. De gezenderde vogel gebruikte in die periode veel bronbeekbosjes en natte vegetaties langs beken. In dit habitat was het jaagrendement groter dan in de graslanden, waar zich in de zomer weinig muizen ophielden. Toch bejaagde de vogel gedurende een groot deel van de tijd vaak graslanden en werden vooral percelen met extensief natuurgrasland en hooiland gebruikt. In die gebieden werd vooral vanuit de randen gejaagd. Voor zowel de bronbeekgebieden als de natuurgraslanden en hooilanden zijn veel randen en was er een duidelijke relatie met het voorkomen en bejagen van diverse soorten spitsmuizen. Voor kerkuilen zijn spitsmuizen een noodzakelijk alternatief in jaren met geringe aantallen veldmuizen.

Vervolgonderzoek

Muizenpopulaties maken, zoals in het vorige hoofdstuk wordt geschetst, sterke drie-tot-vierjarige fluctuaties door. Die fluctuaties hebben een grote weerslag op jachtgedrag, voedselvoorziening en dus broedsucces van verschillende soorten roofvogels en uilen (Dekker & Bekker, 2008). In 2015 was het in Limburg een duidelijk daljaar, en dit had ongetwijfeld weerslag op de keuze voor jaaghabitats van de torenvalken en kerkuilen. Voor een volledig beeld van de rol die graslanden spelen in de broedecologie van roofvogels en uilen zou een herhalen van een deel van het onderzoek (GPS-zenders, prooiaanbod) zinvol zijn. Daarnaast is er een tweede essentiële fase voor populaties kerkuilen. In de winter en vroege voorjaar is het voor overleving cruciaal om effectief en kort te jagen, omdat de temperatuur zo laag is, zeker 's nachts. Laat in de winter zijn daarbij de muizenpopulaties op zijn laagst, wat jagen in het meest optimale habitat essentieel maakt. Een verkennende studie over het habitatgebruik van kerkuilen in de winter zou daarom veel inzicht geven in de rol van (natuur)graslanden in deze fase.

Literatuur

Bax, I., & W. Schippers, 1998. Ontwikkeling van botanisch waardevol grasland. Veldgids. Dienst Landelijk gebied. 18 pg.

Beemster N. & S. van Rijn 1995. Roofvogels in de Nederlandse wetlands 8: Variatie in jaagsucces van op Veldmuizen jagende roofvogels. Intern rapport 1995-14 Lio. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.

Beemster, N. & J.T. Vulink 2001. The long-term influence of grazing by livestock on vole-feeding raptors in man-made wetlands in the Netherlands. In J.T. Vulink. Hungry herds: Management of temperate lowland wetlands by grazing. Van Zee tot Land 66: 271-290. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, dissertatie R.U. Groningen.

Butet A., N. Michel, Y. Rantier, V. Comor, L. Hubert-Moy, J. Nabucetb, Y. Delettre, 2010. Responses of common buzzard (*Buteo buteo*) and Eurasian kestrel (*Falco tinnunculus*) to land use changes in agricultural landscapes of Western France. Agriculture, Ecosystems and Environment 138 (2010) 152–159

Butet A., G. Paillat, Y. Delettre, 2006. Seasonal changes in small mammal assemblages from field boundaries in an agricultural landscape of western France. Agriculture, Ecosystems and Environment 113 (2006) 364–369

Cook, W. M., Anderson, R. M. and Schweiger, E. W. 2004. Is the matrix really inhospitable? Vole runway distribution in an experimentally fragmented landscape. – Oikos 104: 5–14.

Dekker, J.J.A., & D.L. Bekker 2008. Veldmuipopulaties in Nederland: is er sprake van cycli en kunnen plagen voorspeld worden? VZZ rapport 2008.017. Zoogdiervereniging VZZ, Arnhem.

Dijkstra, C., N. Beemster, M. Zijlstra, S. Daan en M. van Eerden 1995. Roofvogels in de Nederlandse wetlands. Flevobericht 303, Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.

Jong J. de, 2013. De kerkuil, handleiding voor beschermers. Uitgave SKWN, Stichting Kerkuilenwerkgroep Nederland. 132 pg.

Masman D, M. Gordijn, S. Daan & C. Dijkstra 1986. Ecological energetics of the kestrel: field estimates of energy intake throughout the year. Ardea 74:24–39

Steen, R., L.M. Løw, G.A. Sonerud, V. Selås & T. Slagsvold 2011. Prey Delivery Rates as Estimates of Prey Consumption by Eurasian Kestrel *Falco tinnunculus* Nestlings. Ardea 99(1): 1-8.

Dankwoord

Dit werk was onmogelijk geweest zonder de inzet van een aantal studenten van de opleiding Eco&Wildlife studies, Helicon, Geldermalsen. Dit waren Madelon Richmond, Kenza Remmers en Eline Soeterboek. Tinus van Roy was onmisbaar bij het organiseren van bezoeken aan boeren met kerkuilkasten en hielp bij een groot aantal hand- en spandiensten. We zijn ook dank verschuldigd aan eigenaren van erven en schuren met kerkuil- of torenvalkkasten waar we met enige regelmaat de werkzaamheden konden uitvoeren en altijd welkom waren. De families Schram, van Melick, Tielens en Jo Hendriks bedanken we in eerste instantie, maar ook alle boeren en andere eigenaren van graslanden waar we vrij konden rondlopen worden bedankt. Voorts bedanken we Hans Govers voor zijn bijdrage aan tellingen en andere waarnemingen en Wilco Zwaneveld (Natuurmonumenten) hielp bij het classificeren van de botanische waarde van graslanden in het Kempen~Broek. Liesje Floor en Anke Brouns (ARK) hielpen op allerlei mogelijke manieren aan dit project. Maurice La Haye (Bureau van de Zoogdiervereniging), Wouter Helmer (ARK) en Paul Voskamp (Provincie Limburg) worden bedankt voor het geven van zinvol commentaar op een eerdere versie van dit rapport.