



Vlaanderen
is wetenschap

Onderzoek naar het habitatgebruik van bever in relatie tot schadebeheer

Verkenning van het ruimtegebruik voorafgaand aan mogelijke beheermaatregelen

Frank Huysentruyt, Kristof Baert, Jim Casaer, Siegfried Van Ballaert, Joris Vernailen,
Daniël Van Der Beeck, Jan Vercammen

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteurs:

Frank Huysentruyt, Kristof Baert, Jim Casaer, Siegfried Van Ballaert, Joris Vernailen,
Daniël Van Der Beeck, Jan Vercammen
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Reviewers:

Anneleen Rutten

Het INBO is het onafhankelijk onderzoeksinstituut van de Vlaamse overheid dat via toegepast wetenschappelijk onderzoek, data- en kennisontsluiting het biodiversiteitsbeleid en -beheer onderbouwt en evalueert.

Vestiging:

Herman Teirlinckgebouw
INBO Brussel
Havenlaan 88 bus 73, 1000 Brussel
www.inbo.be

e-mail:

frank.huysentruyt@inbo.be

Wijze van citeren:

Huysentruyt F., Baert K., Casaer J., Van Ballaert S., Vernailen J., Van Der Beeck D. & Vercammen J. (2020). Onderzoek naar het habitatgebruik van bever (Castor fiber) in relatie tot schadebeheer. Verkenning van het ruimtegebruik voorafgaand aan mogelijke beheermaatregelen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020 (17). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
DOI: doi.org/10.21436/inbor.18039745

D/2020/3241/128

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020 (17)

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Maurice Hoffmann

Foto cover:

INBO

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:

De Vlaamse Waterweg nv



ONDERZOEK NAAR HET HABITATGEBRUIK VAN BEVER

(*CASTOR FIBER*) IN RELATIE TOT SCHADEBEHEER

Verkenning van het ruimtegebruik voorafgaand aan mogelijke beheermaatregelen

Frank Huysentruyt, Kristof Baert, Jim Casaer, Siegfried Van Ballaert, Joris Vernailen,
Daniël Van Der Beeck, Jan Vercammen

doi.org/10.21436/inbor.18039745

Dankwoord

Dit onderzoek gebeurde in opdracht van de Vlaamse Waterweg nv. We willen hen expliciet bedanken voor het vertrouwen in het INBO voor het uitvoeren van deze opdracht. Een samenwerking als deze laat ons toe het perspectief van het technisch beheer van de waterlopen in Vlaanderen van nabij te leren kennen. Hierdoor kunnen we deze elementen beter in rekening brengen bij toekomstige projecten rond het beheer van biodiversiteit in en rond grote waterlopen. We bedanken ook iedereen bij De Vlaamse Waterweg nv die bijdroeg aan het coördineren van dit onderzoek, met hulp en ondersteuning op het terrein of met snelle antwoorden op technische vragen.

Tijdens dit project konden we ook beroep doen op Miel Cnuts die, als student Agro- en Biotechnologie bij de Hogeschool PXL, zijn stage met bijhorende bachelorscriptie bij INBO uitvoerde. Het vele bijkomende veldwerk van Miel, zijn hulp bij datacontrole en -verkenning en zijn literatuurstudie vormden een waardevolle bijdrage aan het eindresultaat van dit project.

Finaal willen we graag nog onze collega's Axel Neukermans, Anneleen Rutten, Emma Cartuyvels en Kurt Schamp bedanken die bijsprongen waar nodig bij het veldwerk.

Samenvatting

De Europese bever neemt in Vlaanderen, nu de soort er in volle expansie is, ook schijnbaar minder geschikte habitats in, vaak met bijhorende risico's op graafschade aan waterkerende dijken. Hierbij rijst de vraag hoe groot deze risico's zijn en in welke mate ze beheersbaar kunnen worden gemaakt. De Vlaamse Waterweg nv vroeg daarom aan het INBO om langs een stuk van de Dijle en de Demer in Vlaams-Brabant de aanwezigheid van bevers en de manier waarop ze van dit gebied gebruik maken, in kaart te helpen brengen. Deze kennis is immers cruciaal voor een gebalanceerd schadebeheer waarbij maximaal ruimte kan worden gelaten voor de aanwezigheid van bever. Naast klassieke inventarisatiemethodes bleek onderzoek via VHF-telemetry een geschikte, maar arbeidsintensieve, aanvulling.

In totaal konden 22 bevers van een zender worden voorzien, waarvan er 14 voldoende gegevens opleverden voor gedetailleerde analyse. De resultaten toonden weinig tot geen territoriumoverlap zodat het aantal vastgestelde territoria gelijk was aan het aantal aanwezige families. Op de Dijle tussen Werchter en Muizen, over een lengte van ongeveer 15 km, werden duidelijk drie verschillende territoria geïdentificeerd, elk met 5 – 6 km bezette rivierlengte. Hoewel het dus duidelijk is dat er binnen deze zone drie families aanwezig zijn, is het aantal aanwezige bevers moeilijker in te schatten en fluctueert dit doorheen het jaar waarschijnlijk tussen de 12 en 20 individuen. Door zeldzame intrusies van bevers uit naburige territoria en dispersie van jonge bevers uit meer stroomopwaarts gelegen territoria kan dit aantal wel tijdelijk sterk oplopen, maar dit effect is van korte duur.

We stelden vast dat, waar mogelijk, de bevers hun burchten aanlegden in bereikbare, dichtbij de rivier gelegen, afgekoppelde meanders en dat ze daar ook een aanzienlijk deel van hun tijd spendeerden. Dit impliceert dat het behoud van deze meanders, het toegankelijk maken ervan of het verbeteren van hun kwaliteit als beverhabitat goede beheermaatregelen kunnen zijn. Omdat we voor zowel territoria met continu bereikbare meanders, territoria met tijdelijk droogvallende meanders, als territoria zonder bereikbare meanders, ongeveer een gelijke rivierlengte vaststelden lijkt de biologische draagkracht van het hier onderzochte systeem vrij constant te zijn en de hoeveelheid voedsel en leefgebied dus overal voldoende gewaarborgd.

Hoewel aanpalende meanders dus een zeer belangrijk onderdeel van het beverhabitat kunnen uitmaken zijn ze geen ultieme voorwaarde voor de aanwezigheid van bevers. Wel zullen bevers die toegang hebben tot meanders met voldoende water, weinig verstoring en voldoende schuil- en voedselmogelijkheden, daar hun burcht aanleggen en er grote delen van hun tijd spenderen. Dit zorgt in die zones voor een sterke daling van de kans op holen en uitgegraven rustplaatsen in de dijken van de hoofdwaterlopen. Door het sterk territoriale gedrag waarborgt de aanwezigheid van een beverfamilie verder het uitblijven van bijkomende vestiging van andere beverfamilies op de hoofdwaterloop in een brede zone. In functie van de draagkracht en van eventuele dijkschade zijn er daarom sterke aanwijzingen dat systemen met meer schuilmogelijkheden in de vorm van bereikbare aanpalende meanders minder risico op schade vertonen.

Aanbevelingen voor beheer en/of beleid

Dit project onderzocht via terreinobservaties en VHF-telemetry op welke manier bevers zich gedragen binnen een riviersysteem dat gevoelig is aan structurele dijkschade door bevers. Het project slaagde erin de lokale bezetting in een studiegebied langs de Demer en de Dijle in kaart te brengen en identificeerde verschillende methodes om dit ook voor bevers op andere locaties in Vlaanderen op een efficiënte manier te doen.

In functie van het beheersen van mogelijke structurele schade formuleert het project volgende aanbevelingen:

- Naarmate de bever zich in Vlaanderen verder uitbreidt, neemt hij ook schijnbaar minder geschikte habitats in. Het totaal uitsluiten van de aanwezigheid van bevers in schadegevoelige zones wordt daardoor sterk bemoeilijkt. Het is daarom aangewezen om op grotere schaal eerder voor een preventieve, dijkschade-mitigerende aanpak te kiezen dan voor een aanpak die de aanwezigheid van bevers tegengaat. Het weren van bevers kan op die manier lokaal worden beperkt tot zeer schadegevoelige locaties.
- De beheeroptie om bevers toch volledig uit bepaalde brede zones te weren vergt bijkomend onderzoek naar de omgevingsvariabelen die hierbij een rol kunnen spelen. Bovendien moet worden nagegaan op welke manier deze informatie in een beheercontext aangewend zou kunnen worden.
- De aanwezigheid van toegankelijke en geschikte rustzones, zoals bijvoorbeeld oude meanders, kan zorgen voor een gecontroleerde aanwezigheid van bevers in een groot gebied. De vestiging van een bever(familie) zal bijkomende vestiging van andere beverfamilies in deze zone helpen voorkomen, omwille van natuurlijk territoriaal gedrag. Dergelijke rustzones bevinden zich bij voorkeur dicht bij de hoofdwaterloop, hebben een gewaarborgde waterstand, voldoende beschutting, voedsel en een minimum aan verstoring. Het uitgevoerde onderzoek vond ook indicaties dat de aanwezigheid van dergelijke rustzones het risico op graafschade elders in het territorium helpt verlagen. Het is daarom aangewezen om in gebieden met bekende of verwachte beveractiviteit voldoende geschikte rustzones te voorzien en de kwaliteit ervan te onderhouden.

Deze aanbevelingen laten zich vertalen in een breed plan van aanpak voor het beheer van de aanwezigheid van bevers op waterlopen met risico op dijkschade:

1. Bij het vaststellen van de aanwezigheid van bevers in een bepaalde zone wordt via sporenonderzoek de spreiding van de aanwezige verschillende families en territoria in kaart gebracht. Dit kan via een sporenonderzoek op de oevers en in aanpalende rustgebieden, waarbij vooral wissels en knaag- en vraatsporen kunnen worden vastgesteld. Het is echter aangewezen om ook een sporenonderzoek vanaf het water (bv. per kano) uit te voeren, bij voorkeur bij lage of waar mogelijk verlaagde, waterstand, om zo ook de aanwezigheid van dagrustplaatsen (ondiepe holtes) en holen vast te kunnen stellen. Deze inventarisaties gebeuren bij voorkeur in twee verschillende seizoenen om een meer volledig beeld van het habitatgebruik te krijgen.
2. Na het identificeren van families en territoria via sporenclusters moeten, als nog niet door het sporenonderzoek gekend, de belangrijkste burcht(en) per territorium worden gelokaliseerd. Dit kan via een meer gedetailleerd sporenonderzoek of via nachtelijke observaties. Het vangen en zenderen van bevers kan daarbij helpen, maar is zeer arbeidsintensief en vergt de nodige wettelijke afwijkingen.
3. Wanneer binnen een territorium de belangrijkste burcht(en) zich op een locatie bevinden waar de kans op schade onbestaande of minimaal is, is het aanbevolen deze locatie te vrijwaren en de geschiktheid ervan als beverhabitat te onderhouden of te verbeteren. Dit kan gaan over toegankelijkheid vanaf de hoofdwaterloop, de aanwezigheid van beschutting en voedsel, het waarborgen van

een constante minimale waterdiepte en het beperken van verstoring. De aanwezigheid van een beverfamilie met burcht op een niet-schadegevoelige locatie is de beste manier om een lang stuk (tot ca. 5 km) waterloop te vrijwaren van andere bevers en om de kans op schade door de aanleg van hollen in dijken te minimaliseren.

4. Als een burcht zich op een schadegevoelige locatie bevindt of wanneer een bezette geschikte locatie niet langer gevrijwaard kan worden, is het aangewezen om zo dicht mogelijk bij de oorspronkelijke burchtlocatie, of rond zones met gekende activiteit, op zoek te gaan naar een alternatieve geschikte zone waarbinnen de aanleg van een burcht kan worden getolereerd. Deze locaties bevinden zich bij voorkeur dicht bij de hoofdwaterloop, hebben een gewaarborgde waterstand, voldoende beschutting, voedsel en een minimum aan verstoring. Dit kan worden bereikt door het beter toegankelijk maken van geschikte maar afgesloten zones, of door het meer geschikt maken van tot dan toe minder geschikte zones door het voorzien van bijkomende oeveraanplantingen, het verminderen van verstoring en het waarborgen van een minimale waterstand.
5. In de gevallen waarbij voor een gecontroleerde aanwezigheid van bever wordt gekozen is het aangeraden de toegang tot voedsel en beschutting voldoende te waarborgen om onvoorspelbare verschuivingen van het habitatgebruik binnen het territorium te voorkomen.
6. Wanneer er geen alternatieven aanwezig zijn, kan worden gekozen om een volledige zone onaantrekkelijk te maken voor bever. Dit kan inhouden dat op cruciale plaatsen voor oeverversterking wordt gekozen, maar de verwachting daarbij is dat, wanneer geen andere flankerende maatregelen worden genomen, de schade zich binnen het territorium zal verplaatsen als niet de volledige oever kan worden verstevigd. Flankerende maatregelen bestaan er vermoedelijk vooral uit dat de toegang tot voedselbronnen en de aanwezigheid van beschutting in deze zone zoveel mogelijk wordt beperkt, zodat het territorium onvoldoende middelen biedt. Dit kan gaan van een intensief maaibeheer van de oevers tot het ontoegankelijk maken van aanpalende bossen, boomgaarden, tuinen en akkers. De effectiviteit van dergelijke ingrepen op de aanwezigheid van bevers en de exacte ingrepen nodig voor het volledig weren van bever langs dit soort waterlopen vragen verder (literatuur)onderzoek.
7. Het louter wegvangen van bevers heeft in de meeste gevallen weinig zin. Wanneer de omstandigheden van het territorium niet wijzigen zal het snel door een nieuwe familie worden ingenomen. Bij schade aan een specifieke locatie die nadien ontoegankelijk kan worden gemaakt, kan wegvangen wel effect hebben. Ook dan is uiterste voorzichtigheid geboden en is het sterk aangewezen niet te vangen tijdens de voorplantingsperiode en gevangen bevers binnen hetzelfde territorium terug te plaatsen. Door het ontoegankelijk maken van een voordien sterk gebruikte locatie zal daarenboven een verschuiving van het habitatgebruik binnen het territorium optreden die moeilijk te voorspellen is. Het is daarom aangewezen een dergelijke ingreep te flankeren met het voorzien van alternatief geschikt habitat voor de aanleg van een burcht binnen eenzelfde territorium, waarnaar bevers op dat moment kunnen worden verplaatst. Een andere mogelijkheid is het volledige habitat ongeschikt maken, waardoor de bevers het gebied zelfstandig zullen verlaten.
8. Elke vorm van beheer wordt het best begeleid door een goede en regelmatige opvolging door sporenonderzoek, zodat een verschuiving in het habitatgebruik tijdig kan worden opgemerkt en er op kan worden ingespeeld. Daarnaast moet bij elke genomen maatregel, zowel positief als negatief voor bever, de afweging omtrent mogelijke impact op andere aanwezige soorten en habitats worden gemaakt.

English abstract

As a result of its recent range expansion throughout Flanders, the European beaver has also started colonizing less favorable habitats, with associated risks of excavation damage to dikes. The question then arises of how great these risks are and to what extent they can be made manageable. The Vlaamse Waterweg nv therefore asked INBO to help map out the presence of beavers and the way in which they use a specific area along the Dyle and Demer river in Flemish Brabant. This knowledge is crucial to inform a balanced damage management that also maximizes opportunities for beaver presence. Next to traditional inventory methods, research via VHF-telemetry proved to be a suitable, but labor-intensive, addition.

A total of 22 beavers could be provided with a transmitter, of which 14 provided sufficient data for detailed analysis. The results showed little to no territory overlap, so that the number of established territories was equal to the number of families present. On the Dyle between Werchter and Muizen, a stretch of approximately 15 km, three distinct territories were identified, each covering 5 – 6 km of river length. Although it is clear that there are three families within this zone, the number of beavers present is more difficult to estimate and probably fluctuates between 12 and 20 individuals throughout the year. Rare intrusions from beavers from neighboring territories and dispersion of young beavers from more upstream territories may temporarily increase this number, but this effect is short-lived.

We found that, where possible, beavers built their dens in accessible, disconnected meanders close to the main river and that they also spent a significant amount of their time there. This implies that preserving these meanders, making them accessible or improving their quality as beaver habitat, can be good management measures. We also found that territories with continuously accessible meanders, as well as territories with meanders that temporarily dry up and territories without any meanders, all roughly occupied the same river length. This implies that the biological carrying capacity of the system investigated here is fairly constant and that food and habitat is sufficiently guaranteed throughout.

Although adjacent meanders can form a very important part of the beaver habitat, they are not a prerequisite for beaver presence. Beavers that have access to meanders which hold sufficient water, have little disturbance and provide sufficient shelter and food, will locate their den there and spend a large part of their time there, reducing the risk of burrows and excavated resting places in the dikes of the main watercourses. Due to the strong territorial behavior, the presence of a beaver family further guarantees the absence of additional settlement of other beaver families on the main watercourse in a wide zone. In function of the carrying capacity and possible dike damage, there are strong indications that systems with more hiding possibilities in the form of accessible adjacent meanders have less risk of damage.

Inhoudsopgave

Dankwoord	1
Samenvatting	2
Aanbevelingen voor beheer en/of beleid	3
English abstract	5
Inhoudsopgave	6
Lijst van figuren	7
Lijst van tabellen	7
1 Inleiding	8
1.1 Algemeen kader	8
1.2 Doelstellingen	9
2 Materiaal en Methoden	10
2.1 Inventarisatie	10
2.2 Telemetrie	11
2.2.1 Vangen	11
2.2.2 Zenderen	11
2.2.3 Telemetrie	13
2.3 Dataverwerking	14
2.3.1 Home range	14
3 Resultaten	16
3.1 Inventarisatie	16
3.1.1 April 2017	16
3.1.2 Augustus 2017	16
3.2 Telemetrie	17
3.2.1 Vangen en zenderen	17
3.3 Analyse	18
3.3.1 Home ranges en rivierlengtes	18
3.3.2 Seizoenaliteit	20
3.3.3 Gebruik meanders	21
3.4 Casussen	22
3.4.1 Territorium Rijmenam-Muizen, Dijle	22
3.4.2 Territorium Haacht-Rijmenam, Dijle	22
3.4.3 Territorium Betekom, Demer	23
3.4.4 Overzicht van het meandergebruik in de verschillende casussen	23
4 Discussie	26
5 Conclusies	29
Referenties	32

Lijst van figuren

Figuur 2.1	De verschillende types sporen die in kaart werden gebracht tijdens de inventarisaties. Van links naar rechts: wissel, dagrustplaats en hol.	10
Figuur 2.2	Beeld van een inloopkooi gemaakt door een wildcamera (links). Gevangen bever in kooi met wildcamera in de achtergrond (rechts).	11
Figuur 2.3	VHF-zender met uitwendige (links) en inwendige (rechts) antenne, aangebracht als staarttag bij bevers gevangen op de beneden-Dijle.	12
Figuur 2.4	Verdeling van het aantal bezoeken in een gegeven maand over de verschillende jaren van de studie.	14
Figuur 3.1	Waargenomen sporen tijdens de oeverinspectie op 17 april 2017.	16
Figuur 3.2	Waargenomen sporen tijdens de oeverinspectie op 30 augustus 2017.	17
Figuur 3.3	Verzamelde locatiegegevens voor elk van de 14 bevers.	19
Figuur 3.4	Verandering in home range grootte bij variërende percentages van het aantal locaties gebruikt bij het bepalen van minimum convex polygonen voor de 14 bevers met geschikte data.	19
Figuur 3.5	Home ranges voor de 14 bevers met geschikte data, berekend via MCP.	20
Figuur 3.6	Datapunten per seizoen voor twee bevers uit het territorium op de Dijle tussen Rijmenam en Muizen.	23
Figuur 3.7	Datapunten per seizoen voor twee bevers uit het territorium op de Dijle tussen Haacht en Rijmenam.	24
Figuur 3.8	Datapunten per seizoen voor een bever uit het territorium op de Demer ter hoogte van Heikant	24
Figuur 3.9	Verdeling per maand van de waarnemingen van bevers op en buiten de aanwezige meanders in de drie verschillende territoria.	25

Lijst van tabellen

Tabel 3.1	Overzicht dataverzameling gezenderde bevers.	18
Tabel 3.2	Overzicht home range grootte (ha) en gebruikte rivierlengte (km) per bever.	21
Tabel 3.3	Overzicht home range groottes (ha) en aantal locatiebepalingen per seizoen.	21
Tabel 3.4	Overzicht waarnemingen binnen en buiten meanders.	22

1 INLEIDING

1.1 ALGEMEEN KADER

De Europese bever, *Castor fiber* (hierna bever genoemd), was ooit algemeen en wijdverspreid in Europa, maar verdween midden 19^e eeuw uit Vlaanderen en grote delen van Europa door intensieve bejaging en habitatverlies (Nolet & Rosell, 1998; Van Wijngaarden, 1966). Door herintroductie-projecten en een toenemende bescherming van de soort nam hun aantal in Europa in de laatste decennia opnieuw toe (Halley et al, 2012; Nolet & Rosell, 1998) en verkeert de soort momenteel in een gunstige IUCN status (*population increasing, least concern*) (IUCN, 2019).

Sinds het jaar 2000 komen ook in Vlaanderen opnieuw bevers voor, opgesplitst in twee deelpopulaties (Agentschap voor Natuur en Bos, 2015; Verkem et al, 2003). Een eerste populatie situeert zich in het Maasbekken en is het resultaat van natuurlijke areaaluitbreiding via de Maas vanuit zowel Nederland als Wallonië. Een tweede populatie heeft de Dijlevallei als kerngebied, een gevolg van clandestiene uitzettingen in dit bekken aan zowel Waalse als Vlaamse zijde (Agentschap voor Natuur en Bos, 2015; Verkem et al, 2003). De Vlaamse populatie werd in 2013 geschat op 150 – 200 dieren (Agentschap voor Natuur en Bos, 2015). Een recente evaluatie van de monitoring van bever in Vlaanderen schatte de minimale populatie in 2014 op 70 territoria of 196 bevers, een aantal dat sterk toenam tot 159 territoria of 445 bevers in 2018 (Huysentruyt et al, 2019). Deze waarde bevindt zich net onder de 167 territoria die in het soortbeschermingsprogramma voor bever als gunstige staat van instandhouding voor de soort in Vlaanderen naar voor werd geschoven (Agentschap voor Natuur en Bos, 2015). De verwachting is dan ook dat deze gunstige staat voor Vlaanderen in de komende jaren zal worden bereikt.

Gezien het belang van het Dijlebekken voor bevers in Vlaanderen en de recente sterke toename van de soort in dit gebied, wordt al sinds enkele jaren hoge activiteit van bevers in het Dijlebekken vastgesteld. Waar de situatie in dat bekken langs de grens met Wallonië weinig risico's inhoudt, zorgt de aanwezigheid van waterkerende dijken verder stroomafwaarts ten noorden van Leuven wel voor een hogere kans op schade door bevers. Door het graven van hollen en gangenstelsels bestaat immers het risico op schade aan deze dijken, met eventuele overstromingen van de achterliggende gebieden tot gevolg. Hierbij rijst de vraag hoe groot deze risico's zijn en in welke mate ze beheersbaar kunnen worden gemaakt. In de regio tussen Werchter en Muizen (Vlaams-Brabant), een traject van ongeveer 15 km, vraagt de situatie in de laatste jaren stilaan om ingrepen om verdere schade te voorkomen en bestaande schade te herstellen. Deze regio werd daarom door De Vlaamse Waterweg nv (voor 2018 Waterwegen en Zeekanaal) aangeduid als een zone waarin deze situatie moest worden onderzocht en geëvalueerd. Tijdens een verkennende inspectie in deze regio in 2015 stelde De Vlaamse Waterweg nv 45 aantastingen door bevers vast, verspreid over drie clusters.

Om meer zicht te krijgen op de omvang van deze aantastingen, de aanwezigheid van bevers in het gebied en de manier waarop de bevers van dit gebied gebruik maken, werd in 2017 een project in samenwerking met INBO opgestart. Doorheen het project werd het studiegebied verder uitgebreid op de Demer tot Betekom, goed voor een studiegebied met een rivierlengte van ongeveer 20 km. Dit onderzoek werd in 2019 afgerond en de bevindingen ervan vormen de inhoud van dit rapport.

1.2 DOELSTELLINGEN

Binnen dit project werd in een eerste fase het schaderisico opnieuw in kaart gebracht via twee nieuwe gedetailleerde inventarisaties van de oevers van de Dijle tussen Werchter en Muizen. Daaropvolgend werd nagegaan in welke mate VHF-telemetry een nuttige tool kon zijn om de activiteit van de bevers ter plaatse te volgen. Hiervoor moest worden nagegaan of bevers makkelijk te vangen en van een zender te voorzien waren en hoelang en consistent dit kon worden opgevolgd. Binnen dit luik werden ook verschillende zendertypes geëvalueerd.

Wanneer de methodiek geschikt bleek, had het opvolgen als doel informatie te bekomen over de exacte aantallen, de locatie van holen en burchten en de eventuele variatie erin doorheen de tijd, de verplaatsingen van de bevers en het concrete gebruik en grootte van hun leefgebied. Al deze gegevens moeten toelaten om na te gaan wat de potentiële draagkracht voor bevers is van een systeem zoals het onderzochte stuk van de Dijle, met inbegrip van aanpalende vijvers en meanders. Deze informatie kan daarbij als basis dienen voor de opmaak van een beheerstrategie met concrete maatregelen die zowel bij de aanleg als bij het beheer van dijken kunnen worden toegepast om de impact van bevers te minimaliseren.

De concrete vragen die in deze studie werden behandeld zijn:

- In welke mate is VHF-telemetry een goed, haalbaar en efficiënt onderzoeksinstrument voor het beantwoorden van deze vragen?
- Hoeveel beverfamilies en individuele bevers zijn er naar schatting aanwezig?
- Hoe groot zijn de verschillende territoria en in welke mate is er overlap?
- Afgaande op aantallen en territoriumgrootte, wat is de draagkracht van het systeem met inbegrip van aanpalende vijvers en meanders?
- Wat is de rol van de aanpalende meanders en in welke mate bepalen de karakteristieken ervan het gebruik door bevers?
- In welke mate kunnen preventieve maatregelen en/of strategisch beheer (bevers op geschikte locaties tolereren om erger te vermijden) bijdragen tot het beheersbaar maken van de risico's?

Aanvankelijk zou in een tweede fase ook worden nagegaan hoe bevers reageren op preventieve maatregelen die genomen worden tegen schade aan de waterkerende dijken of op andere geplande maatregelen in het gebied zoals herstelwerken of het heraansluiten van oude meanders op de hoofdwaterloop. Omdat deze werken echter pas op het einde van de onderzoeksperiode werden uitgevoerd, op een moment waarop nog weinig bevers met een actieve zender in het gebied aanwezig waren, kon dit onderdeel niet rechtstreeks worden onderzocht. Het rapport geeft daarom in zijn conclusies enkel weer wat, op basis van de gedane observaties, de te verwachten reacties zijn en doet vanuit die context aanbevelingen voor het verdere beheer. De studie werd uitgevoerd op de Dijle omdat dit gebied een kernzone vormt voor de beverpopulatie met navenante schaderisico's. De ervaringen die met deze studie opgedaan worden, zullen echter ook bruikbaar zijn op andere locaties in Vlaanderen waar zich gelijkaardige situaties voordoen.

2 MATERIAAL EN METHODEN

2.1 INVENTARISATIE

In 2017 werden op 19 april en 30 augustus twee grondige inspecties van de Dijleoeveren uitgevoerd vanop het water. Hier werd bij een gecontroleerd verlaagde waterstand met een kano vanaf de samenvloeiing van Demer en Dijle in Werchter tot aan de brug ter hoogte van de Brugstraat in Muizen gevaren. Door de lage waterstand werden hollen die zich onder de waterlijn bevonden vanop het water goed zichtbaar.

Tijdens de inventarisaties werden de beversporen opgedeeld in drie verschillende types (Figuur 2.1):

- Wissels
- Dagrustplaatsen
- Hollen

Vooraf hollen vormen een structurele bedreiging voor de stabiliteit van de dijken. Ook sommige dagrustplaatsen kunnen in de dijk zijn ingegraven maar bevinden zich steeds boven de hoogwaterlijn en strekken zich veel minder diep (< 1 m) in de dijk uit. Op locaties waar verschillende beversporen zich op dezelfde plaats bevonden werden alle spoortypes beschreven maar werd de locatie getypeerd in volgorde van belang (hol > dagrustplaats > wissel) (zie ook verder Figuur 3.1 en 3.2).

Deze aanpak zorgde ervoor dat een eerste indruk werd verkregen van een eventuele clustering van sporen binnen het studiegebied om zo een inschatting van het aantal mogelijke territoria te krijgen. Daarnaast liet deze aanpak toe na te gaan op welke plaatsen het risico op structurele schade het hoogst was en of er seizoenale verschuivingen (voorjaar/zomer) optraden.



Figuur 2.1: De verschillende types sporen die in kaart werden gebracht tijdens de inventarisaties. Van links naar rechts: wissel, dagrustplaats en hol.

2.2 TELEMETRIE

2.2.1 Vangen

Voor het levend vangen van bevers werd binnen een initiële verkenningsronde tussen juli en oktober 2017 geëxperimenteerd met inlooptkooien en klapvallen (type *Bailey*). Gedurende deze periode werden vier bevers gevangen. Drie bevers werden in een kooi gevangen, de vierde (BE1004) werd met een schepnet gevangen op een betonnen vijver waarin het dier vast was komen te zitten. Op basis van deze ervaringen werd geopteerd om enkel een inlooptkooi op het land met valdeuren aan beide zijden te gebruiken, een toepassing van het tunnelval-principe dat zijn effectiviteit heeft bewezen (Rosell & Kvinlaug, 1998). De hier gebruikte vallen hebben een afmeting van L 2,15 * B 0,60 * H 0,70 m en zijn vervaardigd uit bouwstaalmatten van 8 mm met een maaswijdte van 5 cm (zie Figuur 2.2 links). Binnen dit project werden vanaf 2018 in totaal zeven van dergelijke vallen ingezet. De vallen werden uitgerust met wildcamera's van het type *Dörr Snapshot Mobil SSL GPRS 5.1 Black* (zie Figuur 2.2 rechts). Deze camera's sturen bij detectie van warmte en beweging een foto via e-mail door, zodat een directe controle vanop afstand mogelijk is en in geval van vangst snel mensen ter plaatse kunnen zijn.

Na de proefperiode in 2017 werden binnen de projecttermijn in totaal nog vier bijkomende vangstperiodes georganiseerd (5 feb – 16 maa 2018, 28 mei – 11 jun 2018, 17 sep - 6 okt 2018 en 28 jan – 22 feb 2019). Binnen deze periodes werd een maximaal aantal vallen langere tijd op plaatsen met gekende activiteit opgesteld. In functie van activiteit op camera's, sporen en het aantal gekende dieren dat kon worden gevangen, werd het aantal vallen en locaties gaandeweg aangepast doorheen deze periodes zodat de vangstgegevens binnen dit project niet toelaten een analyse van de efficiëntie op de verschillende tijdstippen uit te voeren. Wel tonen de vangstgegevens van de gezenderde bevers aan dat zowel voorjaar (februari-mei) als het najaar (september-oktober) zeer geschikt zijn om te vangen, zoals ook beschreven in de literatuur (Rosell & Kvinlaug, 1998; Windels & Belant, 2016).



Figuur 2.2: Beeld van een inlooptkooi gemaakt door een wildcamera (links). Gevangen bever in kooi met wildcamera in de achtergrond (rechts).

2.2.2 Zenderen

Gevangen bevers werden vanuit de kooi in een schepnet gedreven, waarin ze op de grond werden gefixeerd en waarbij hun ogen met een stuk stof werden afgedekt. Bevers die op deze manier gefixeerd worden, houden zich rustig zodat alle nodige handelingen in minder dan 30 minuten werden uitgevoerd. Vervolgens werden lichaamslengte (snuit-staart), staartlengte en staartbreedte genoteerd. Het geslacht werd niet

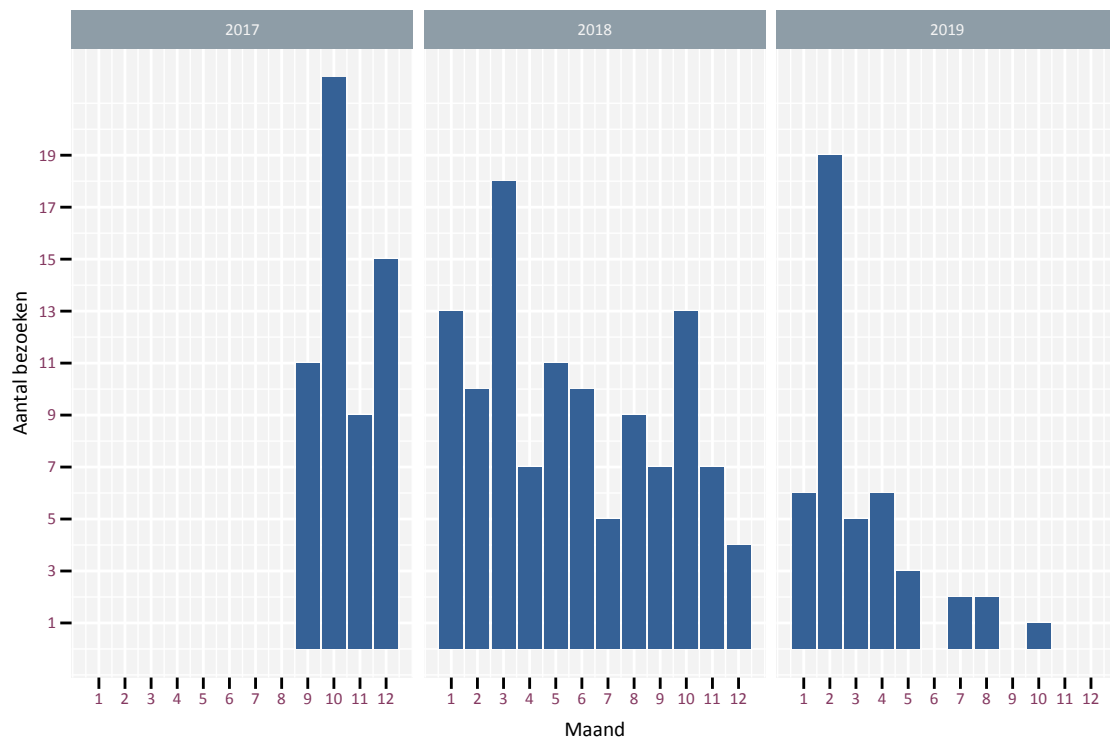
standaard bepaald, omdat dit enkel door palpatie van het baculum of het aftappen van anaalkliersecretie mogelijk is, wat op het terrein moeilijk is. Er werd daarom geopteerd om naderhand op basis van waarnemingen en gedrag een inschatting van het geslacht te maken.

Na het verzamelen van deze biometrische gegevens werd ter identificatie bij elke bever een onderhuidse transponder (PIT, type *Trovan ID-100*) ter hoogte van de linkerschouder geïmplantéerd. Vergelijkbare transponders worden gebruikt bij honden en katten en laten toe teruggevonden of teruggevangen bevers te herkennen met behulp van een uitleesapparaat (type *Trovan LID 560*), ook wanneer andere merktekens verdwenen zouden zijn. In de staart werd verder, op enkele centimeter van de rand, een gemodificeerd oormerk met VHF-zender en mortaliteitsensor aangebracht ([Arjo et al, 2008](#); [Windels & Belant, 2016](#)). Aanvankelijk werden zowel zenders met uitwendige antenne als met inwendige antenne gebruikt (Figuur 2.3). Zenders met een uitwendige antenne zouden een beter signaal kunnen genereren, wat bij een voornamelijk in het water levend zoogdier als de bever niet onbelangrijk is. Evenwel bleek snel dat zenders met uitwendige antenne sneller uit de staart scheurden. Om die reden werd tijdens het project volledig overgeschakeld naar zenders met inwendige antenne. Vier van de uiteindelijk gebruikte zenders met uitwendige antenne waren van het type *Advanced Telemetry Systems Tail Tag Transmitter* (38 g) en twee van het type *Sirtrack Ear Tag V2E 154B Whip* (30 g). Er werden daarnaast 19 zenders met inwendige antenne aangebracht van het type *Sirtrack Ear Tag V2E 154A Loop* (27 g). Dit geeft een totaal van 25 zenders op 22 opgevolgde bevers, een gevolg van het opnieuw zenderen van bevers bij wie de zender was verdwenen of waarvan de batterijlevensduur was verstreken. Bij het manipuleren van gevangen bevers werd finaal, in functie van eventuele heridentificatie op cameravalfoto's, een beeld van de staart gemaakt, nadat de zender werd geplaatst (zie ook Figuur 2.3) en werden bevers gewogen tot op 100 g nauwkeurig. Alle zenders werden geprogrammeerd op een frequentie van 30 pulsen/min en een mortaliteitsinterval van 6 uren, wat overeenkomt met een verwachte levensduur van de batterij van 420 dagen.

Eenmalig werd een gps datalogger met zender op een bever aangebracht. Ondanks het volgen van het protocol ([Graf et al, 2016](#)), ging deze echter al na 1 dag verloren en werden er geen verdere pogingen ondernomen om gps dataloggers te gebruiken.



Figuur 2.3: VHF-zender met uitwendige (links) en inwendige (rechts) antenne, aangebracht als staarttag bij bevers gevangen op de beneden-Dijle.



Figuur 2.4: Verdeling van het aantal bezoeken in een gegeven maand over de verschillende jaren van de studie.

2.3 DATAVERWERKING

De verwerking van de gegevens gebeurde in het programma *R* versie 3.5.1. ([R Core Team, 2019](#)).

2.3.1 Home range

Als basis om het gedrag van de lokaal aanwezige bevers te analyseren wordt per bever de zogenaamde *home range* berekend. Deze term wordt vaak als synoniem voor territorium gebruikt, maar verschilt daar toch wezenlijk van ([Burt, 1943](#)). Een *home range* is het gehele gebied waarin een bepaald individu (of een groep) het grootste deel van zijn tijd doorbrengt en dat wordt gebruikt om alle normale levensactiviteiten te vervullen. Het is dus belangrijk dat binnen een dergelijk gebied voldoende middelen zoals burchten en hollen, foerageer- en schuilplaatsen aanwezig zijn om het voortbestaan te garanderen. Een *home range* kan deels of geheel overlappen met soortgenoten en doorheen het jaar wijzigen in functie van specifieke noden. Een *territorium* is daarentegen een gebied dat door een individu (of groep) verdedigd wordt om er zeker van te zijn dat alleen zij gebruik kunnen maken van de aanwezige middelen ([Campbell et al, 2005](#); [Fryxell et al, 2014](#)). Bevers leven in familieverband binnen een territorium dat jaarrond tegen soortgenoten wordt verdedigd en waarvan de grenzen met geursporen worden gemarkeerd ([Campbell et al, 2005](#); [Müller-Schwarze & Sun, 2003](#)). Alle leeftijdsklassen en beide geslachten binnen een beverfamilie nemen deel aan de markering van de territoriumgrenzen en er is weinig verschil tussen de *home range* en het territorium ([Müller-Schwarze & Sun, 2003](#)). De foerageerplaatsen op het land die zich in de nabijheid van water bevinden, behoren daarbij tot de *home range* terwijl de dammen, hollen, burchten en belangrijkste wissels onderdeel van het territorium zijn ([Müller-Schwarze & Sun, 2003](#)). De grootte van de *home range* kan doorheen het jaar verschillen afhankelijk van de kwaliteit van de leefomgeving en lokale populatiedichtheden maar ook in functie van het geslacht: hoewel er in de regel geen verschil is in de grootte van *home ranges* van mannelijke en vrouwelijke bevers ([Herr & Rosell, 2004](#); [Korbelová et al, 2016](#)), spenderen mannetjes in het voorjaar meer tijd aan de grenzen van het territorium dan vrouwtjes, die op dat tijdstip van het jaar de jongen zogen ([Müller-Schwarze & Sun, 2003](#); [Rosell & Thomsen, 2006](#)). Doorheen de tekst

De individuele home ranges worden bepaald door berekening van de *Minimum Convex Polygon* (MCP) voor de verzamelde locaties waar een bever werd waargenomen. Hierbij wordt een polygoon geconstrueerd die alle geregistreerde locaties van 1 dier bevat en waarbinnen geen enkele interne hoek groter is dan 180° (Burgman & Fox, 2003). Om een al te groot effect van uitschieters te vermijden wordt daarbij een percentage van de locaties die het verst van het centroid van alle locaties samen zijn gelegen verwijderd. Het bepalen van het percentage dat binnen deze studie best geschikt was maakt deel uit van de analyses (zie 3.3.1). Voor de berekening van de MCP werd gebruik gemaakt van het *adehabitatHR* package in R (Calenge, 2006).

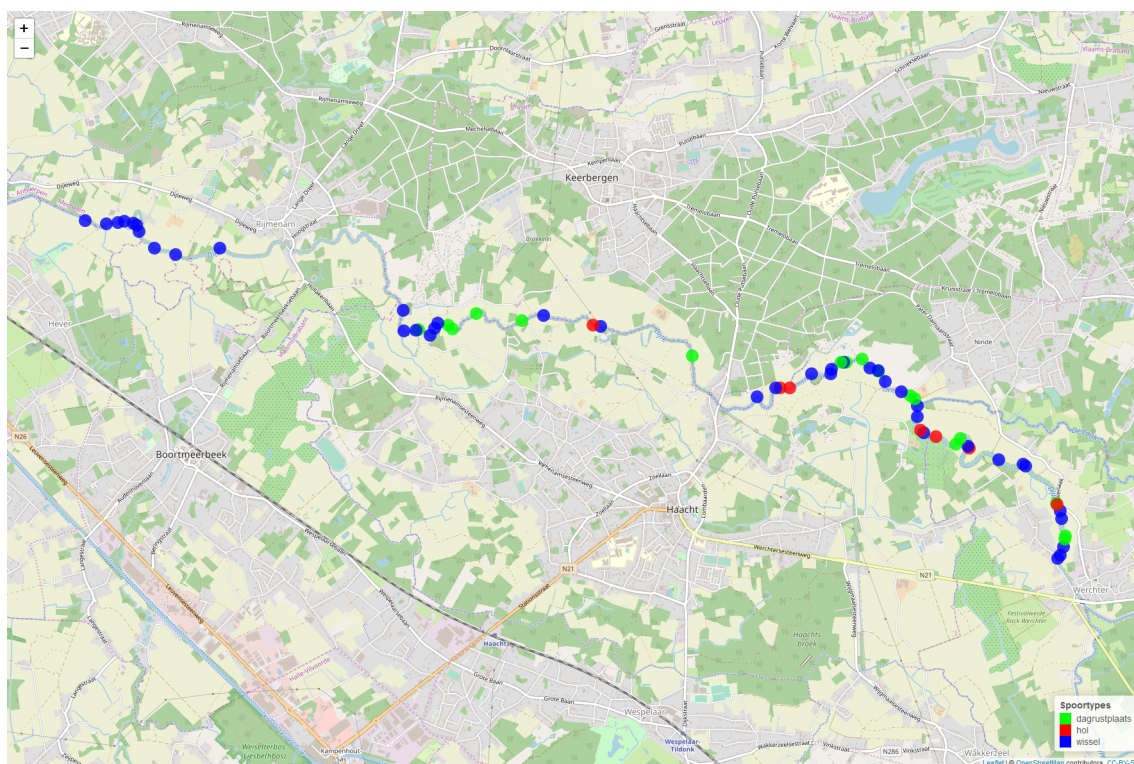
Omdat veel onderzoeken naar bever met dezelfde problemen worden geconfronteerd bij het schatten van de exacte grootte van home ranges wordt in veel studies de rivier- of oeverlengte als maat voor de home range grootte gehanteerd (Campbell et al, 2005; Fustec et al, 2001). Deze methode onderschat de effectieve grootte van de home range maar werd eveneens in deze studie mee berekend om een vergelijking met andere studies over bever in Europa mogelijk te maken.

3 RESULTATEN

3.1 INVENTARISATIE

3.1.1 April 2017

Tijdens de eerste inventarisatie op 19 april 2017 werden 64 locaties met sporen aangetroffen (getypeerd als 17 dagrustplaatsen, 7 hollen en 40 wissels). Zoals te zien in Figuur 3.1, waren deze sporen verdeeld in drie verschillende clusters. Een eerste cluster bevond zich tussen Werchter en Haacht waar 39 van de 64 sporen werden gevonden, waaronder 6 hollen en 11 dagrustplaatsen. In een tweede zone, gelegen tussen Haacht en Rijmenam, werden 15 sporen gevonden, waarvan 1 hol en 6 dagrustplaatsen. In een laatste zone, tussen Rijmenam en Muizen werden nog 10 wissels gevonden.

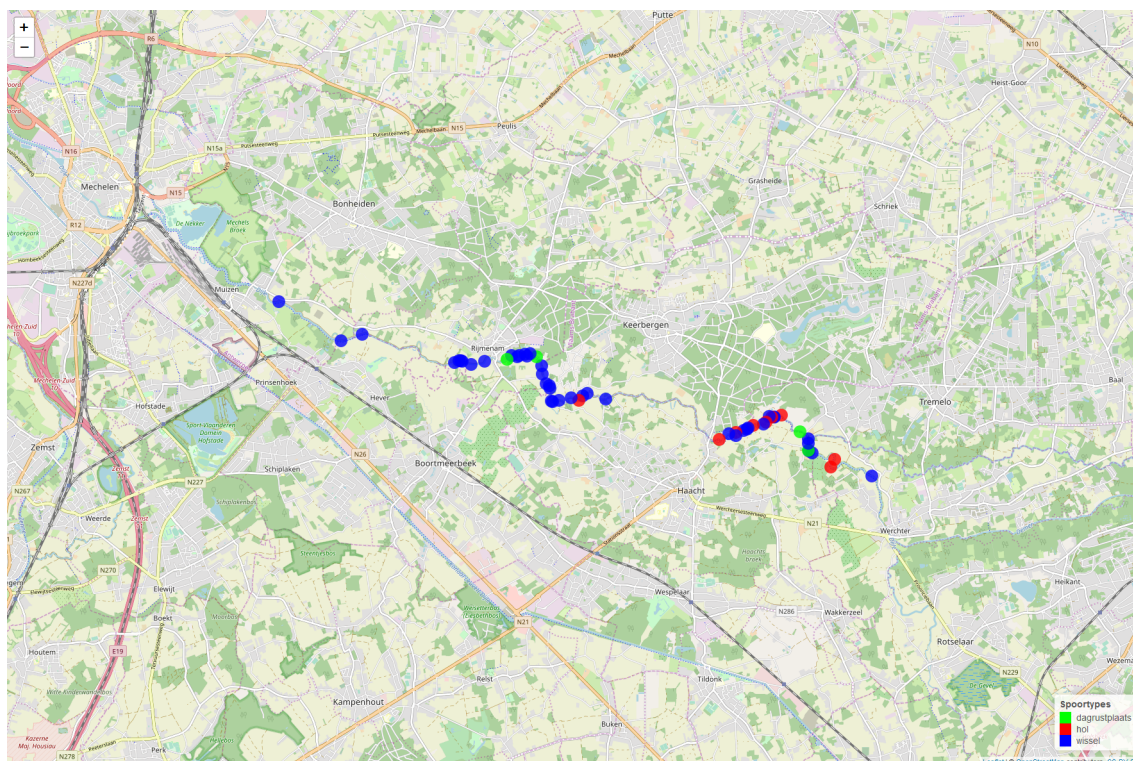


Figuur 3.1: Waargenomen sporen tijdens de oeverinspectie op 17 april 2017.

3.1.2 Augustus 2017

De inventarisatie op 30 augustus 2017 leverde 54 locaties met sporen op (getypeerd als 4 dagrustplaatsen, 9 hollen en 41 wissels). Deze aantallen zijn sterk vergelijkbaar met de inventarisatie in april 2017, enkel het aantal dagrustplaatsen lag beduidend lager. Dit kan echter een effect zijn van hogere vegetatie die het vinden van dit soort sporen in deze periode bemoeilijkt. Zoals te zien in Figuur 3.2, waren deze sporen opnieuw verdeeld in drie verschillende clusters, maar zijn er toch wat verschuivingen in vergelijking met april. Wanneer we dezelfde clusterafbakening hanteren als in april, lagen 24 van de 54 sporen in de cluster Werchter-Haacht, waarvan 8 hollen en 2 dagrustplaatsen. In de tweede zone, tussen Haacht en Rijmenam,

werden 21 sporen gevonden, waarvan 1 hollen en 2 dagrustplaatsen. In de laatste zone, tussen Rijenam en Muizen werden opnieuw enkel 9 wissels waargenomen.



Figuur 3.2: Waargenomen sporen tijdens de oeverinspectie op 30 augustus 2017.

3.2 TELEMETRIE

3.2.1 Vangen en zenderen

Zoals vermeld onder 2.2.1, werden tijdens een eerste proefperiode in 2017 vier bevers gevangen om de vangmethode, zenderen en opvolgen via telemetrie te testen. De gegevens van twee van deze bevers bleken niet bruikbaar voor verdere verwerking. Beide andere bevers leverden wel al direct bruikbare data op. Samen met de bevers gevangen in de daaropvolgende vangsessies werden over de ganse projectperiode in totaal 24 verschillende bevers gevangen, waarvan er 22 met een zender werden uitgerust (Tabel 3.1). In de laatste sessie werd immers, door een gelimiteerd aantal zenders dat nog ter beschikking was, geopteerd om niet alle bevers te zenderen. Bevers die niet werden gezenderd, werden wel van een staarttag met identificatiecode en een onderhuidse PIT-tag voor identificatie voorzien.

Bevers met een zender konden gemiddeld 158 dagen worden opgevolgd, variërend van 1 tot 643 dagen. Dit leverde gemiddeld 32 (0-165) datapunten per bever op. Dit betekent dat gemiddeld elke 3.4 dagen een lokalisatie kon worden bepaald.

Al deze gegevens zijn informatief, maar voor de verdere verwerking wordt enkel gebruik gemaakt van gegevens van bevers die minstens een volledige maand opgevolgd werden. Gezien het gemiddelde van 3.4 dagen tussen twee lokalisaties, werd daarbij geopteerd om ook een minimum van 10 verzamelde datapunten als ondergrens voor de verdere verwerking te hanteren.

Dit zorgde ervoor dat 14 van de 22 gezenderde bevers geschikt waren voor verdere analyse. Tabel 3.1 leert dat van de 8 uit de dataset verwijderde bevers, er 7 zelfs 5 of minder datapunten hadden opgeleverd. Verder toont Tabel 3.1 dat door het verwijderen van deze bevers ook de meest extreme waarden in maximaal waargenomen afstand tussen twee punten werden verwijderd. Dit is logisch voor de bevers die geen data

Tabel 3.1: Overzicht dataverzameling gezenderde bevers.

Bever	Startdatum	Laatste datum	Aantal dagen	Aantal datapunten	Max. afstand
BE1001	22/10/2017	22/10/2017	1	0	0.0
BE1002	09/09/2017	29/12/2017	112	69	5.0
BE1003	29/09/2017	03/07/2019	643	165	8.6
BE1004	27/10/2017	28/10/2017	2	1	2.7
BE1005	17/02/2018	17/05/2019	455	108	4.3
BE1006	20/02/2018	03/04/2018	43	18	2.9
BE1007	05/03/2018	16/08/2018	165	16	5.8
BE1008	07/03/2018	23/05/2018	78	16	3.6
BE1009	13/03/2018	10/12/2018	273	75	3.5
BE1010	28/05/2018	10/09/2018	106	28	2.6
BE1011	02/06/2018	18/07/2019	412	22	7.8
BE1012	18/09/2018	02/10/2019	380	50	3.9
BE1013	21/09/2018	05/12/2018	76	38	3.0
BE1014	21/09/2018	20/11/2018	61	22	3.5
BE1015	02/10/2018	03/10/2019	367	34	3.5
BE1016	05/02/2019	05/02/2019	1	0	0.0
BE1017	05/02/2019	16/04/2019	71	5	15.7
BE1018	09/02/2019	10/02/2019	2	2	3.4
BE1019	09/02/2019	28/02/2019	20	11	11.5
BE1020	10/02/2019	06/08/2019	178	20	5.0
BE1021	10/02/2019	14/02/2019	5	3	6.6
BE1023	18/02/2019	06/03/2019	17	2	3.6

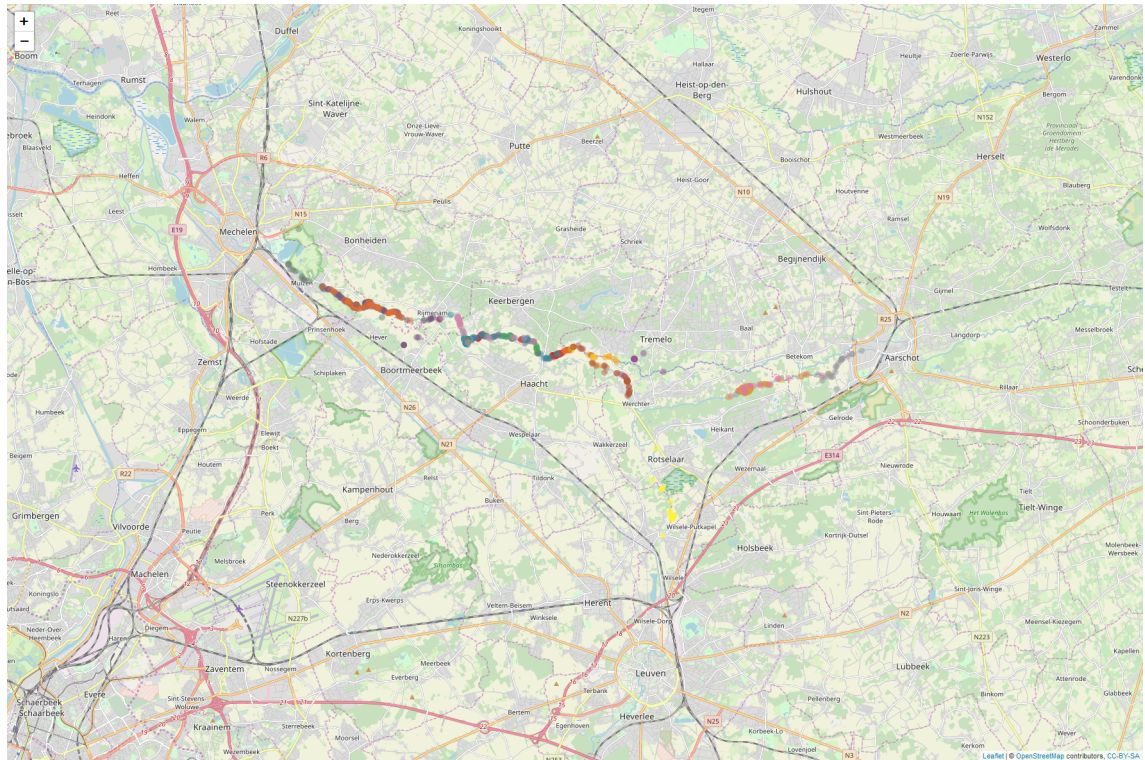
opleverden, maar zorgt er ook voor dat de twee hoogst vastgestelde afstanden uit de dataset verdwijnen. In beide gevallen gaat het dan ook vermoedelijk om bevers die zich niet vast of niet voor langere tijd in het studiegebied bevonden. Dit zorgt er in zijn geheel voor dat de gemiddelde afstand van 4.85 ± 3.55 km voor de volledige dataset wordt bijgesteld tot 4.52 ± 1.81 km.

3.3 ANALYSE

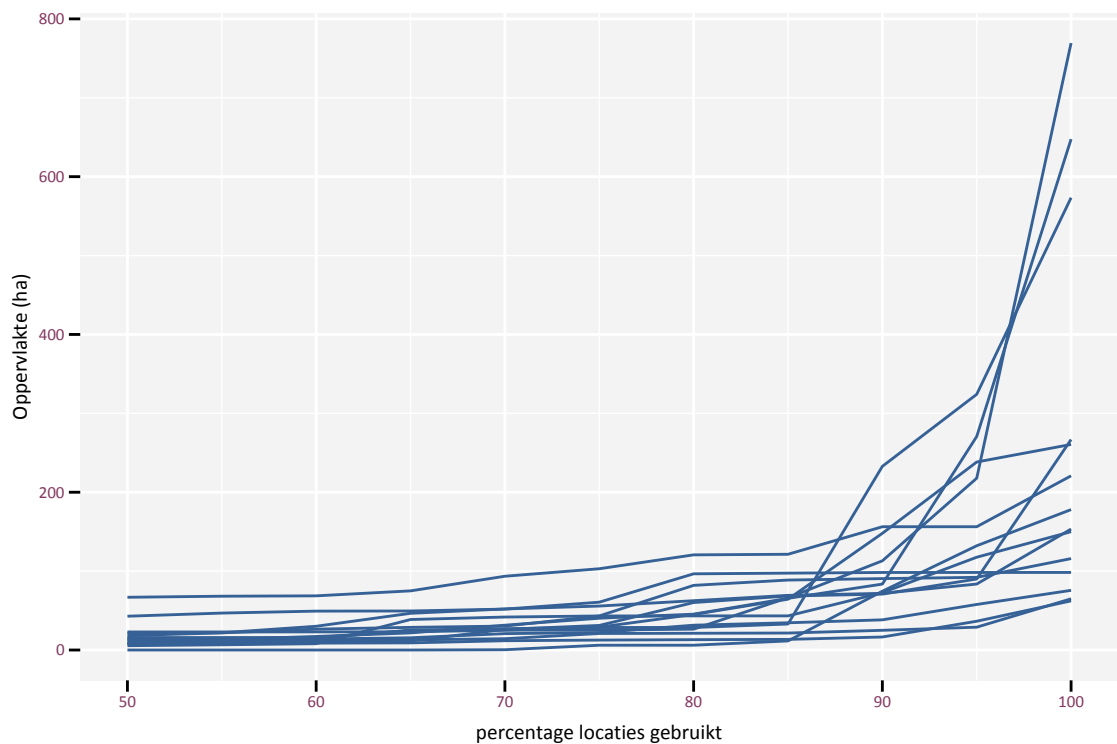
3.3.1 Home ranges en rivierlengtes

Voor het berekenen van de oppervlakte van de home ranges via MCP werd in eerste instantie geanalyseerd hoeveel procent van de locaties bij voorkeur werd gebruikt en welk aandeel uitschieters dus kon worden verwijderd. Hiervoor werd de oppervlakte van de home range voor elke bever berekend gebruik makend van 50 tot 100 % van alle locaties, met intervallen van 5 %. Figuur 3.4 toont aan dat bij een gebruik van alle locaties, de home range grootte in veel gevallen drastisch toeneemt. Dit maakt duidelijk dat het om zeldzame verplaatsingen naar ver gelegen locaties gaat en die dus geen deel uitmaken de effectieve home range van dat individu. Ook bij 90 en 95 % van de locaties is in veel gevallen een toename merkbaar, maar deze toename is meer geleidelijk, waardoor de verplaatsingen die deze toenames veroorzaken, alhoewel minder frequent, toch als onderdeel van de home range kunnen worden beschouwd. Om deze redenen werd gekozen om telkens 95 % van locaties te gebruiken voor het berekenen van de home range oppervlaktes.

De 95 % MCP home ranges worden gevisualiseerd in Figuur 3.5. Deze kaart toont een duidelijke opsplitsing van verschillende groepen home ranges of territoria. Zo kan de Dijle tussen Werchter en Muizen worden opgesplitst in een cluster Werchter-Haacht, een cluster Haacht-Rijmenam en een cluster Rijmenam-Muizen. De eerste van deze clusters strekt zich ten dele ook uit over een deel van de Laak, een kleine zijrivier



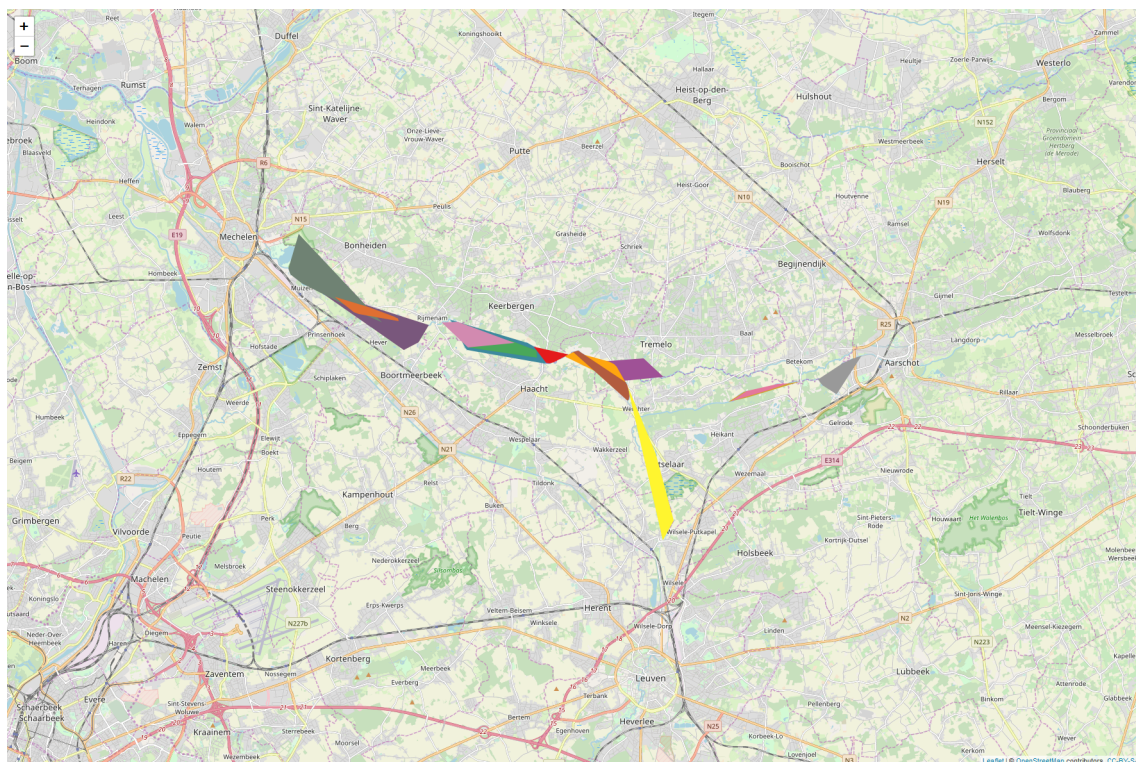
Figuur 3.3: Verzamelde locatiegegevens voor elk van de 14 bevers.



Figuur 3.4: Verandering in home range grootte bij variërende percentages van het aantal locaties gebruikt bij het bepalen van minimum convex polygonen voor de 14 bevers met geschikte data.

van de Dijle ter hoogte van Tremelo. Verder zijn er nog afzonderlijke territoria van bevers stroomopwaarts op de Dijle tot Rotselaar en op de Demer tot Betekom alsook stroomafwaarts tot Mechelen. Telkens valt de strikte territorialiteit op waarbij de home ranges van een aantal bevers heel sterk overlappen, maar waarbij de familiegroepen onderling zo goed als geen overlap vertonen. De gemiddelde berekende home range oppervlakte bedroeg 138.9 ha en varieerde van 28.9 tot 324.1 ha (Tabel 3.2).

Naast de home range oppervlakte, werd ook de totale bezette rivierlengte van de hoofdrivieren berekend. Hiervoor werd een rechthoek geconstrueerd waarbinnen alle locaties van een individuele bever waren gelegen en werd de lengte van hetzij Dijle, hetzij Demer binnen deze rechthoek berekend. Omwille van de overlap van dergelijke rechthoeken voor bevers in de Demer met de nabijgelegen Laak, waar de in deze studie op de Demer gevangen en gezenderde bevers evenwel geen gebruik van maken (zie Figuur 3.3) werd de Laak hierbij buiten beschouwing gelaten. Omdat deze inschatting toch vooral moet dienen om de capaciteit van een systeem als de Dijle tussen Werchter en Muizen in te kunnen schatten is deze aanpak echter de meest informatieve. De gemiddelde rivierlengte die door een individuele bever werd benut bedroeg 5.37 km, en varieerde van 2.54 km tot 12.27 km (Tabel 3.3).



Figuur 3.5: Home ranges voor de 14 bevers met geschikte data, berekend via MCP.

3.3.2 Seizoenaliteit

Om eventuele verschillen in home range grootte per semester na te gaan werd ook een berekening van de 95 % MCP per halfjaar uitgevoerd. Hierbij werden alle locatiegegevens die werden verzameld in de maanden april-september als zomer aangeduid en alle waarnemingen in de periode oktober-maart als winter (Tabel 3.3). Door het opsplitsen van de gegevens ontstaat echter vrij veel ruis op het berekenen van de oppervlaktes en door ongelijke verdeling van het aantal datapunten per halfjaar is een eenduidige vergelijking moeilijk. Toch blijkt over alle punten heen het verschil, alhoewel soms individueel sterk verschillend, niet significant ($t = -0.08$, $p = 0.94$, $df = 11$). Om seizoenale verschillen in gedrag en territoriumgebruik te vergelijken, lijkt het dus meer aangewezen om het exact berekenen van home range grootte achterwege te laten en een meer tentatieve vergelijking uit te voeren van enkel die bevers waarvan veel gegevens over de verschillende seizoenen beschikbaar zijn. Deze aanpak komt verder aan bod onder 3.4.

Tabel 3.2: Overzicht home range grootte (ha) en gebruikte rivierlengte (km) per bever.

Bever	Oppervlakte (95%MCP)	Rivierlengte
BE1002	156.28	5.84
BE1003	270.69	10.35
BE1005	238.32	5.90
BE1006	92.12	3.84
BE1007	324.13	5.86
BE1008	132.16	2.54
BE1009	57.74	3.82
BE1010	98.30	3.42
BE1011	217.77	12.27
BE1012	36.49	4.15
BE1013	83.62	4.28
BE1014	28.95	3.40
BE1015	117.62	3.98
BE1020	90.03	5.57

Tabel 3.3: Overzicht home range groottes (ha) en aantal locatiebepalingen per seizoen.

Bever	Zomer	Aantal zomer	Winter	Aantal winter
BE1002	18.65	11	154.47	59
BE1003	73.77	51	244.87	114
BE1005	62.08	47	213.55	77
BE1006	NA	NA	89.53	19
BE1007	313.14	9	28.43	8
BE1008	0.01	10	132.16	7
BE1009	47.73	47	30.16	30
BE1011	322.54	10	43.07	13
BE1012	30.61	19	18.69	33
BE1013	65.79	13	58.70	25
BE1014	12.45	7	22.22	16
BE1015	30.66	9	72.67	27
BE1020	17.61	13	18.03	8

3.3.3 Gebruik meanders

In totaal werden 716 locatiebepalingen weerhouden, waarvan er 243 (33.9 %) zich binnen een meander bevonden (Tabel 3.4). Dit aandeel vertoont wel een sterke seizoenaliteit, waar vooral de periode december-februari erg belangrijk lijkt te zijn voor het gebruik van de meanders binnen de home range. Daarnaast lijkt het ook duidelijk dat meanders belangrijk zijn als rust- en voortplantingsplaats. Van de 6 vastgestelde burchten met voortplanting, bevonden er zich 3 burchten op een meander, 1 op een privévijver, en 2 in een dijk.

Ook hier zorgt de vaak ongelijke verspreiding van datapunten in de tijd en ruimte over de verschillende bevers voor wat onduidelijkheid maar lijkt de algemene trend van een verhoogd gebruik van de meanders in de winter wel duidelijk. Dit element zal ook meegenomen worden in een meer gedetailleerde bespreking van een aantal bevers onder 3.4.

Tabel 3.4: Overzicht waarnemingen binnen en buiten meanders.

Maand	Aantal waarnemingen	Binnen meander	Aandeel
1	34	20	58.823529
2	91	54	59.340659
3	78	35	44.871795
4	56	18	32.142857
5	76	37	48.684210
6	37	13	35.135135
7	17	6	35.294118
8	27	6	22.222222
9	62	9	14.516129
10	134	10	7.462687
11	64	20	31.250000
12	35	15	42.857143
NA	5	0	0.000000

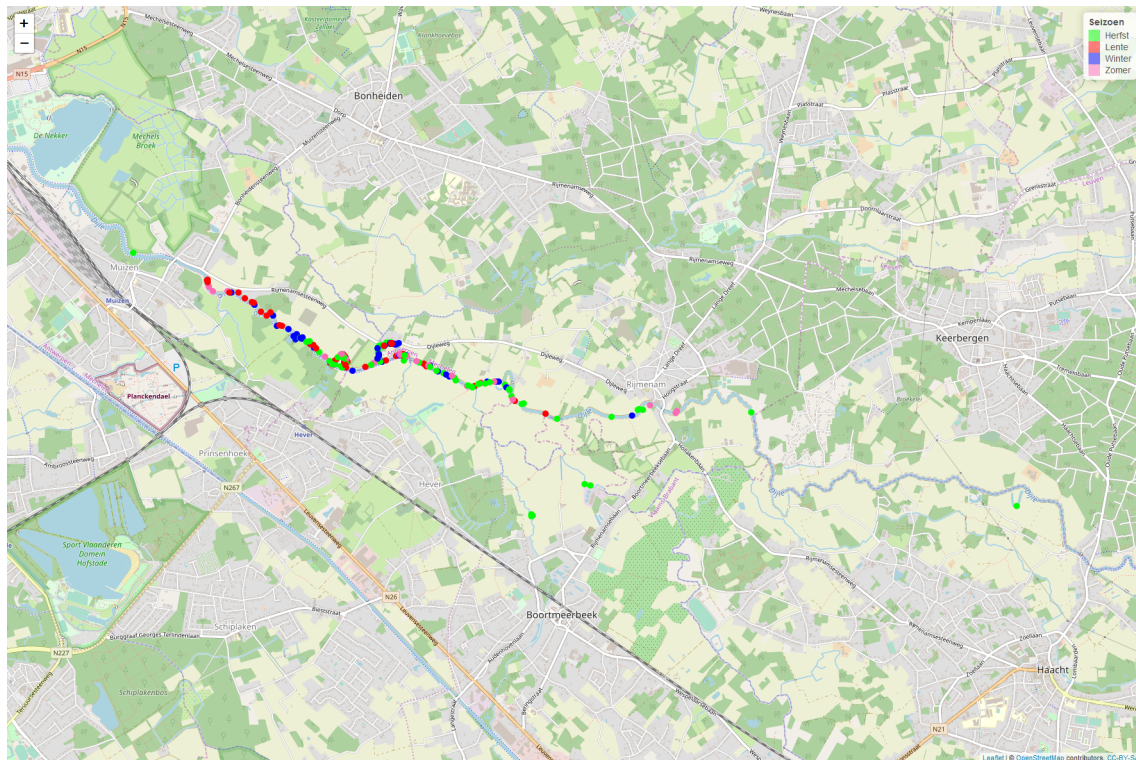
3.4 CASUSSEN

3.4.1 Territorium Rijmenam-Muizen, Dijle

Binnen het territorium op de Dijle tussen Rijmenam en Muizen konden twee verschillende bevers (BE1003 en BE1009) langere tijd worden opgevolgd (zie ook Tabel 3.1). In totaal waren beide bevers goed voor 240 waarnemingen over een periode van 643 dagen. Beide bevers, van wie individueel het geslacht niet kon worden bepaald, vormden gedurende die periode een koppel dat zijn hoofdburcht had op de grootste van twee frequent bezochte meanders langs de noordzijde van de Dijle (zie Figuur 3.6). Het territorium van beide bevers strekte zich strikt uit van de brug ter hoogte van de Brugstraat in Rijmenam tot die ter hoogte van de Brugstraat in Muizen. Tijdens de studieperiode werden slechts vier waarnemingen buiten dit territorium op de Dijle gedaan, naast zes waarnemingen op zijbeken van de Dijle (Weesbeek en Leibeek). Al deze verdere verplaatsingen werden door bever BE1003 gedaan (zie ook Figuur 3.5). Met uitzondering van twee verplaatsingen net voorbij de territoriumgrens in de zomer, vonden elk van deze verplaatsingen plaats in de herfst. Uit Tabel 3.3 blijkt dat verder dat de grootte van de home range van bever BE1003 in de lente- en zomermaanden inderdaad aanzienlijk kleiner was dan tijdens de herfst en winter. Figuur 3.6 toont verder een sterk gebruik van de twee bijeen gelegen meanders op de rechteroever in elk seizoen, met de aanleg van burchten in elk van beide. Andere meanders binnen dit territorium waren niet bereikbaar voor bevers en werden op geen enkel moment gebruikt. Tijdens beide inventarisaties in 2017 werden in dit territorium enkel wissels vastgesteld, geen dagrustplaatsen of hollen (Figuur 3.1, Figuur 3.2).

3.4.2 Territorium Haacht-Rijmenam, Dijle

Een tweede territorium waarbinnen bevers voor langere tijd konden worden opgevolgd grenst aan het eerste territorium (3.4.1) op de Dijle en strekt zich uit van Haacht tot Rijmenam. Binnen dit territorium konden vier verschillende bevers worden opgevolgd, waarvan twee gedurende een volledig jaar tijdens dezelfde periode (BE1005 en BE1015) (zie ook Tabel 3.1). In totaal waren beide bevers goed voor 142 waarnemingen over een periode van 455 dagen. Van bever BE1015 kon worden vastgesteld dat het een vrouwtje was en deze vormde gedurende de hier beschreven periode een koppel met bever BE1005. De hoofdburcht van dit koppel bevond zich op een meander op de linkeroever van de Dijle aan het einde van de Hoogdonk in Haacht (zie Figuur 3.7). Het territorium van beide bevers strekte zich uit van iets voor de brug van de Haachtsebaan in Haacht tot de brug ter hoogte van de Brugstraat in Rijmenam, maar met het zwaartepunt in de westelijke zone van dit territorium. Ook hier was de home range grootte van één van beide bevers, in dit geval het mannetje BE1005, in de herfst en winter aanzienlijk groter dan tijdens de



Figuur 3.6: Datapunten per seizoen voor twee bevers uit het territorium op de Dijle tussen Rijmenam en Muizen.

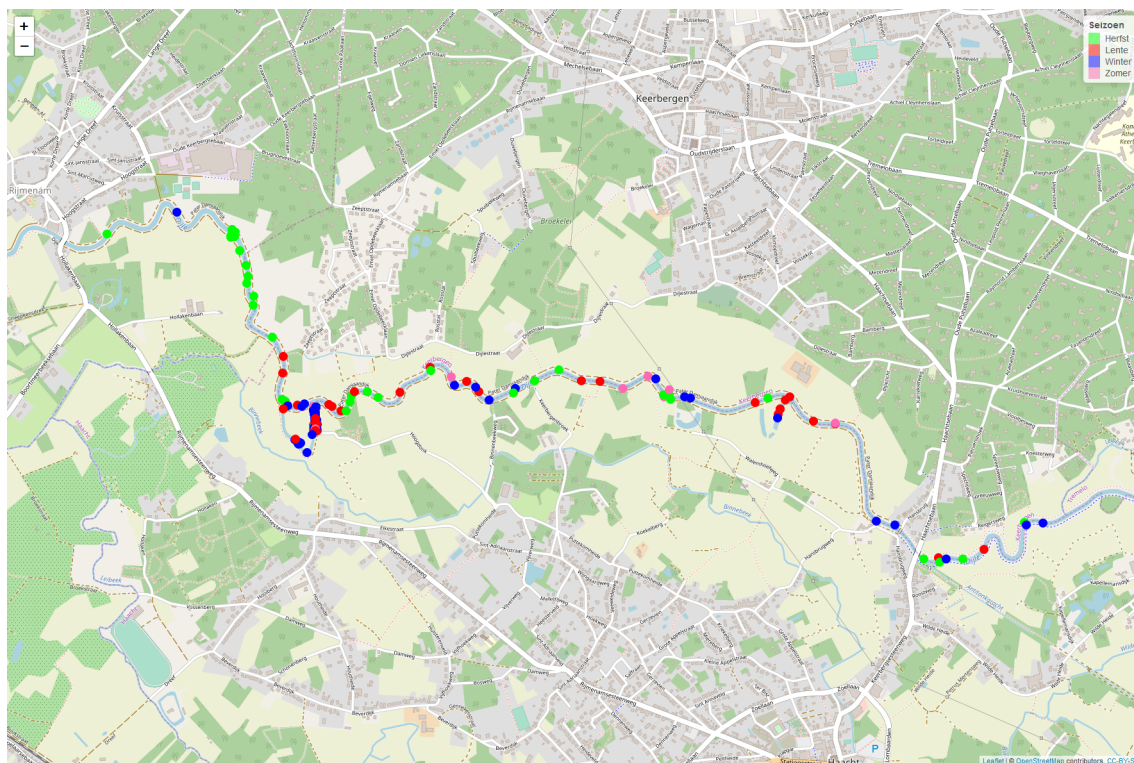
lente en zomer, terwijl de home range grootte van het vrouwtje veel minder variatie vertoonde doorheen het jaar (Tabel 3.3). Figuur 3.7 toont ook in dit territorium een sterk gebruik van een grote meander. In tegenstelling tot het territorium beschreven in 3.4.1 kwam de meander hier gedurende de zomer droog te liggen zodat deze in de zomer en herfst zo goed als niet werd gebruikt. Een verder oostelijk gelegen grote meander in dit gebied, die is ingericht als visvijver en niet wordt omgeven door bomen of struiken, werd slechts heel sporadisch bezocht, zelfs niet tijdens de periode dat de andere meander droog kwam te liggen. Tijdens de inventarisaties in 2017 werden in dit territorium, zowel in april als augustus, naast wissels, telkens 1 hol en verschillende dagruستplaatsen vastgesteld (Figuur 3.1, Figuur 3.2).

3.4.3 Territorium Betekom, Demer

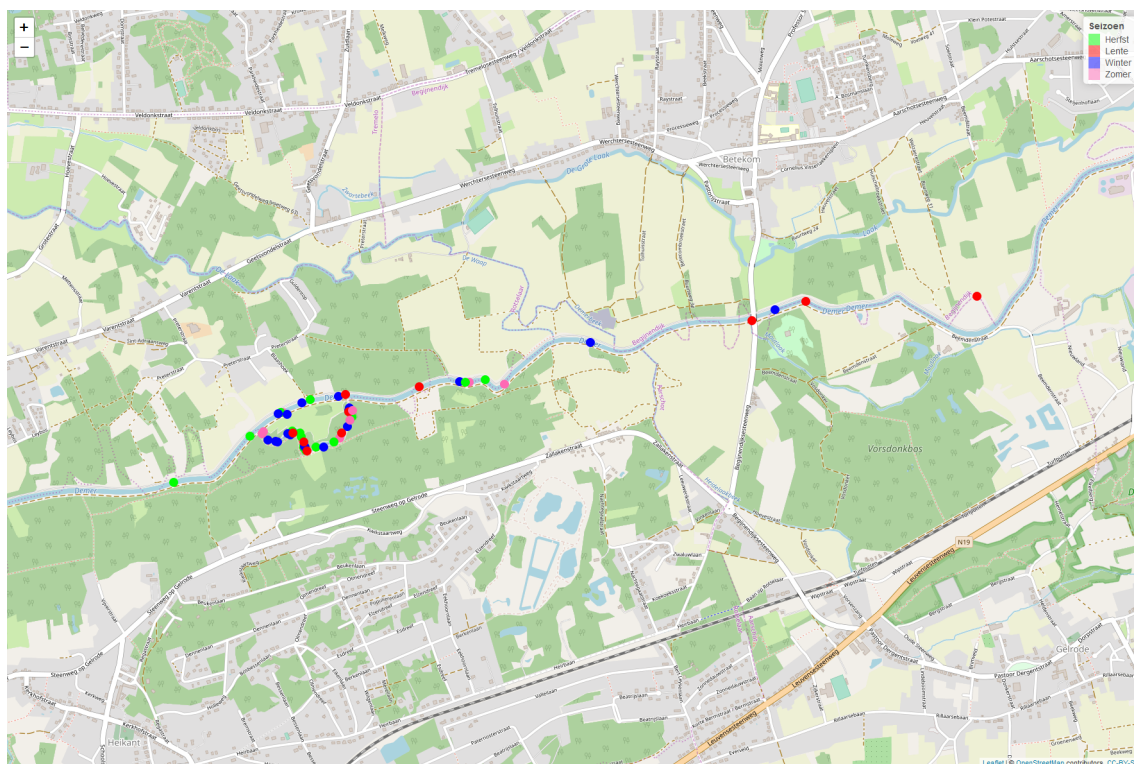
In een laatste territorium konden we de mannelijke bever BE1012 langer dan een volledig jaar volgen. De home range van deze bever bevond zich op de Demer in de gemeente Betekom en strekte zich hoofdzakelijk uit van de brug van de Begijnendijksesteenweg tot de aan de meander aan de linkeroever ter hoogte van Blaashoek (Figuur 3.8). Van deze bever noteerden we 50 waarnemingen over een periode van 380 dagen. De meeste locatiebepalingen van deze bever bevonden zich op de meander waar de burcht zich bevond over elk seizoen. De grootte van de home range in de wintermaanden en zomermaanden vertoonde voor deze bever dan ook weinig verschil (Tabel 3.3).

3.4.4 Overzicht van het meandergebruik in de verschillende casussen

Figuur 3.9 geeft de verdeling van waarnemingen binnen en buiten de meanders weer per maand voor elk van de drie hierboven besproken territoria (3.4.1, 3.4.2, 3.4.3). Daarin is duidelijk dat, los van de ongelijke verdeling van het totaal aantal waarnemingen per maand, de meanders in elk seizoen een belangrijk onderdeel van de territoria vormen. Het feit dat in elk van deze territoria ook de hoofdburchten waar de voortplanting plaatsvond, zich op een meander bevond onderstreept deze vaststelling. Enkel in het territorium op de Dijle tussen Haacht en Rijmenam (3.4.2), waar de meander in de zomermaanden tot in de herfst grotendeels droog komt te liggen, valt het op dat het gebruik van deze meander door de aanwezige

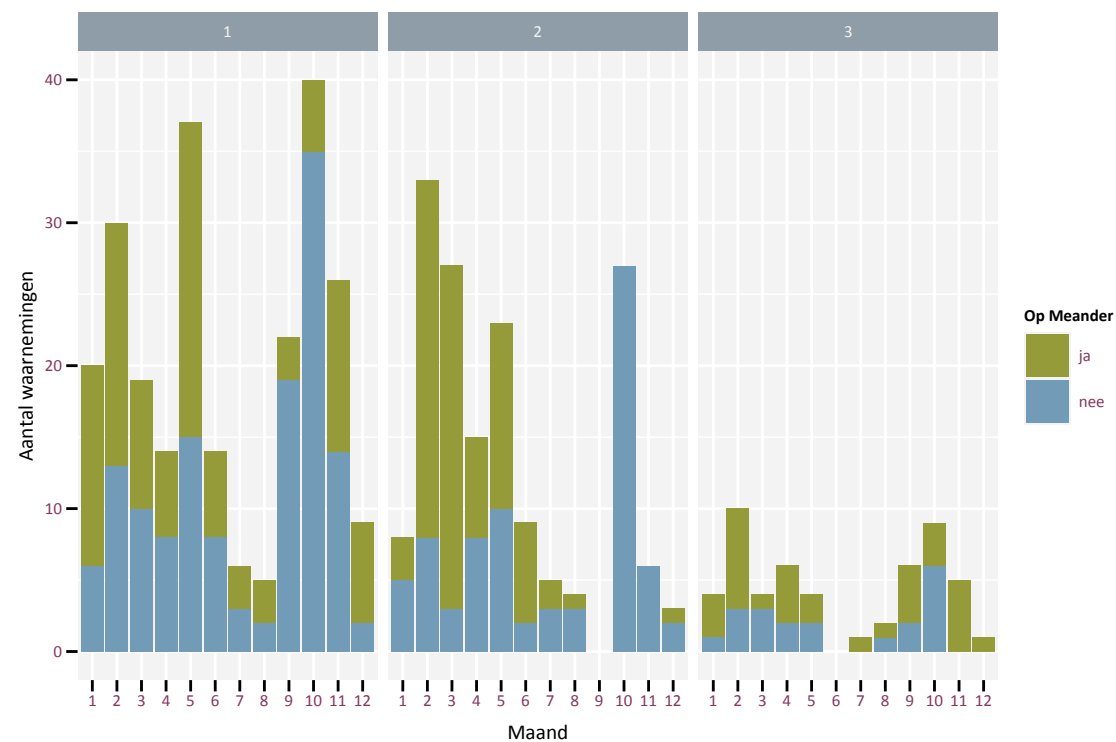


Figuur 3.7: Datapunten per seizoen voor twee bevers uit het territorium op de Dijle tussen Haacht en Rijenam.



Figuur 3.8: Datapunten per seizoen voor een bever uit het territorium op de Demer ter hoogte van Heikant

bevers in enkele maanden totaal wegvalt. Het feit dat dit ook duidelijk wordt in de gegevens van de maand oktober, waarin het aantal observaties wel zeer hoog was, toont aan dat deze vaststelling geen artefact als gevolg van beperkt beschikbare gegevens is.



Figuur 3.9: Verdeling per maand van de waarnemingen van bevers op en buiten de aanwezige meanders in de drie verschillende territoria.

4 DISCUSSIE

De bekomen resultaten in deze studie bevestigen dat het gebruik van VHF-telemetry een geschikte methode is om een antwoord te krijgen op de gestelde vragen. De Dijle, en in een latere fase ook de Demer, vormt in de geviseerde zone een uitstekend studiegebied om bevers te vangen en vervolgens via telemetry op te volgen om hun ruimtegebruik in kaart te brengen. Het zou daarbij ook mogelijk zijn om langdurige gedragsobservaties uit te voeren, maar dit was geen onderdeel van de vooropgestelde vragen binnen dit project. De al dan niet aanwezigheid van jaagpaden speelt hierin een belangrijke rol omdat ze de toegankelijkheid met wagens tot vlakbij de bevers mogelijk maakt. Toch blijft de methode zeer arbeidsintensief aangezien er vijf vangsessies nodig waren om 22 bevers te zenderen, gecombineerd met 445 uren aan telemetry om tot een totaal van 705 datapunten te komen. Dit resulteerde finaal in 14 bevers met bruikbare gegevens voor data-analyse en 5 bevers die jaarrond gegevens opleverden. Het gebruik van dataloggers met GPS kan een oplossing bieden maar werd hier niet gekozen omwille van de hoge kostprijs van deze dataloggers. Een experiment met één enkele datalogger volgens het protocol van Graf et al. (Graf et al, 2016). leidde tot snel verlies van deze datalogger zodat geen bijkomende gegevens konden worden verzameld. Daarnaast bestaat de mogelijkheid om beverterritoria in kaart te brengen via terreinobservaties van sporen en met wildcamera's. Deze aanpak kan tot een onderschatting van de effectieve territoriumgrootte leiden (zie ook (John & Kostkan, 2009)), maar kan, wanneer het de bedoeling is om het aantal families en specifiek terreingebruik in kaart te brengen, zeker ook voldoende informatie opleveren.

De grootte van de home range van bevers uit deze studie, berekend via 95 % MCP was gemiddeld 138 ha maar toonde aanzienlijke variatie. Deze wordt deels verklaard doordat het werken met polygonen binnen een sterk meanderend systeem een overschatting kan opleveren als bevers zich strikt op de rivier zouden ophouden (Burgman & Fox, 2003; Graf et al, 2016). Een home range benadering met MCP is wel toepasbaar op watersystemen die weinig tot geen meanders hebben zoals meren, kanalen, rechte rivieren, vijvers en poelen. De nadelen van de MCP-methode zijn gekend en veel studies op bevers maken er dan ook geen gebruik van, wat de vergelijkbaarheid van met onze resultaten bemoeilijkt (Graf et al, 2016; Harris et al, 1990; Korbelová et al, 2016). Een bijkomend nadeel van de MCP-methode is dat het moeilijk is de intensiteit van het gebruik van bepaalde zones binnen de home range in te schatten. De MCP is namelijk sterk afhankelijk van occasionele datapunten waardoor het kerngebied niet altijd gekend is (Harris et al, 1990). Een oplossing hiervoor zou het gebruik van *Kernel home ranges* kunnen zijn (Worton, 1989). Toch heeft ook deze methode problemen met overschattingen bij sterk meanderend habitat en was het in dit geval geen meerwaarde omdat het op basis van de ruwe gegevens voldoende mogelijk was om de kerngebieden in de territoria aan te duiden. Figuur 3.5 toont dat in het onderzochte studiegebied slechts weinig locatiebepalingen buiten de rivierbedding lagen, waardoor de kans op overschatting van de home range grootte, in sterk meanderende delen van de rivier, via MCP reëel was. Dit kon ten dele een effect zijn van het feit dat bevers op de Dijle en Demer, door de aanwezigheid van jaagpaden, makkelijker te vinden waren dan op locaties buiten de rivierbedding. Deze mogelijke bias werd op het terrein echter zoveel mogelijk vermeden door tijdens elke inventarisatie alle gekende aanwezige actieve zenders in het gebied te proberen opsporen en door gebruik te maken van de dakantenne (zie ook 2.2.3). Ondanks het feit dat de meeste waarnemingen binnen de rivierbeddingen werden gedaan met de bijhorende kans op overschatting, was de analyse op basis van MCP-methode hier toch ook voldoende nuttig omdat de methode rekening kan houden met eventuele punten buiten de rivierbedding en tegelijk in staat is om het effect van uitschieters te minimaliseren op basis van de afstand tot het centroid van alle vastgestelde

en verder op de Demer in Betekom. Tussen deze laatste twee territoria en het territorium Werchter-Haacht blijkt dat zowel op Demer als Dijle een minder bezette zone is te vinden (zie ook Figuur 3.3). Dit kan het gevolg zijn van bevers die mogelijk ontbreken in onze steekproef maar ook het gebrek aan sporen en zichtwaarnemingen van ongekende bevers in deze zones geeft waarschijnlijk aan dat er zones bestaan die door hun inrichting of ligging minder geschikt zijn voor de aanwezigheid van bever. Bepalen welke omgevingsvariabelen hierbij een rol spelen zou evenwel bijkomend onderzoek vergen. Toch moet in het algemeen worden gesteld dat het volledige gebied dat hier werd onderzocht verzadigd is met beverterritoria en dat er slechts weinig zones op zowel de Dijle als de Demer zijn waar geen beveractiviteit is.

Hoewel het dus duidelijk is dat er drie families aanwezig zijn op het stuk Dijle tussen Werchter en Muizen, is het aantal aanwezige bevers moeilijker in te schatten. Het aantal bevers in een familie varieert immers doorheen het jaar maar bestaat in de regel uit een monogaam koppel met hun jongen en nog enkele jongen van het voorbije jaar, bij uitzondering nog aangevuld met tweejarige jongen (Campbell et al, 2005; Fryxell, 2001; Herr & Rosell, 2004). Het dominante volwassen paar zijn echter de enige bevers die zich in dit gebied zullen voortplanten (Campbell et al, 2005; Herr & Rosell, 2004; Müller-Schwarze & Sun, 2003). Gemiddeld bestaat een familiegroep dus uit vier tot acht bevers (Campbell et al, 2005; Heidecke, 1986; Müller-Schwarze & Sun, 2003; Rosell et al, 1998). Op die manier moet het aantal residente bevers op dit stuk Dijle op 12 tot 24 individuen worden geschat, met fluctuaties doorheen de seizoenen. Door zeldzame intrusies van bevers uit naburige territoria en dispersie van jonge bevers uit meer stroomopwaarts gelegen territoria kan dit aantal tijdelijk sterk oplopen, maar dit effect is, als gevolg van sterke territorialiteit, van korte duur. De grootte van de familiegroep heeft verder geen bijkomende invloed op de grootte van het bezette territorium en vermoedelijk speelt densiteit slechts een beperkte rol in de home range grootte bij bevers (Campbell et al, 2005), zodat wel verwacht kan worden dat het aantal territoria in het studiegebied onder de huidige omstandigheden onveranderd zal blijven. Wel is gekend dat bevers de voedselbronnen in hun territoria kunnen uitputten waardoor ze ongeschikt kunnen worden en ze deze territoria verlaten (Campbell et al, 2005; Fryxell, 2001).

In de meeste territoria werden door de aanwezige bevers burchten aangelegd in bereikbare, dichtbij de rivier gelegen, afgekoppelde meanders. De bevers spenderen een aanzienlijk deel van hun tijd op deze meanders. Dit impliceert dat het behoud van deze meanders, het toegankelijk maken ervan of het verbeteren van hun kwaliteit als beverhabitat goede beheermaatregelen kunnen zijn. De bevindingen uit 3.4.2 tonen daarbij aan dat het belangrijk is dat er jaarrond voldoende water aanwezig blijft in deze meanders, zodat bevers zich in drogere periodes niet hoeven te verplaatsen naar andere rustplaatsen langsheen de rivier. Zo zou de kans op graafactiviteit en mogelijke schade in de dijken van de Dijle en Demer kunnen afnemen. Naast het feit dat er jaarrond voldoende water in de meanders aanwezig moet zijn, is vermoedelijk ook de mate van verstoring cruciaal en moet er voldoende voedsel in de onmiddellijke buurt te vinden zijn (Campbell et al, 2005; Müller-Schwarze & Sun, 2003). Ook dit wordt duidelijk uit de bevindingen in 3.4.2, waar een toegankelijke, als visvijver ingerichte, meander slechts zeer sporadisch werd gebruikt, ondanks de permanente aanwezigheid van voldoende water en een gunstige ligging dicht bij de hoofdwaterloop.

De biologische draagkracht van het hier onderzochte systeem lijkt in dit geval dus vrij constant te zijn omdat zowel territoria met continu bereikbare meanders (3.4.1), territoria met tijdelijk droogvallende meanders (3.4.2), als territoria zonder bereikbare meanders (3.4.2), ongeveer een gelijke rivierlengte beslaan. De hoeveelheid voedsel en leefgebied blijkt dus overal voldoende gewaarborgd, alhoewel de kans op uitputting van voedselbronnen kan bestaan (Campbell et al, 2005; Fryxell, 2001). Evenwel is de aanwezigheid van landbouwgewassen als alternatieve voedselbronnen zoals maïs vermoedelijk ook belangrijk, gezien we het frequente gebruik ervan regelmatig konden vaststellen. Met betrekking tot de draagkracht in functie van eventuele oevershade zijn er sterke aanwijzingen dat systemen met meer schuilmogelijkheden in de vorm van bereikbare aanpalende meanders minder risico op schade vertonen. Bevers die toegang hebben tot geschikte meanders zullen daar hun burcht aanleggen en er grote delen van hun tijd spenderen zodat de kans op holen en uitgegraven rustplaatsen in de dijken van de hoofdwaterlopen sterk vermindert. De aanwezigheid van een dergelijke beverfamilie waarborgt verder in een brede zone, door het sterk territoriale gedrag, het uitblijven van bijkomende vestiging van andere beverfamilies op de hoofdwaterloop.

5 CONCLUSIES

Ter conclusie beantwoorden we de afzonderlijke vragen die het onderwerp vormden van deze studie en die werden opgelijst onder 1.2. Alhoewel sommige vragen niet geheel van elkaar kunnen worden losgekoppeld, worden voor de duidelijkheid alle vragen hieronder toch kort afzonderlijk behandeld.

1. **In welke mate is VHF-telemetry een goed, haalbaar en efficiënt onderzoeksinstrument voor het beantwoorden van deze vragen?** De bekomen resultaten in deze studie bevestigen dat het gebruik van VHF-telemetry een geschikte methode is om een antwoord te krijgen op de gestelde vragen. De methode is wel zeer arbeidsintensief waarbij de aanwezigheid van jaagpaden helpt om de monitoring makkelijker en sneller te laten verlopen. Het gebruik van dataloggers met GPS kan hier een oplossing bieden maar deze zijn duur en deze methode vraagt verdere testen van het uitvoeringsprotocol. Naast VHF-telemetry bestaat ook de mogelijkheid om beverterritoria in kaart te brengen via terreinobservaties van sporen en met wildcamera's. Dit is een methode die, in functie van de gestelde vragen, zeker ook voldoende informatie kan opleveren.
2. **Hoeveel beverfamilies en individuele bevers zijn er naar schatting aanwezig?** Op de Dijle tussen Werchter en Muizen zijn drie beverfamilies aanwezig in drie vrij strikt gescheiden territoria. Het aantal bevers fluctueert daarbij doorheen de seizoenen maar bedraagt gemiddeld 12. Naburige territoria bevinden zich op de Laak, stroomop en -afwaarts van het onderzochte stuk op de Dijle en op de Demer in Betekom.
3. **Hoe groot zijn de verschillende territoria en in welke mate is er overlap?** Op de hoofdwaterlopen beslaan de verschillende territoria telkens 5 – 6 km rivierlengte. Deze grootte lijkt nagenoeg constant doorheen het jaar. Door sterke territorialiteit is de overlap tussen deze territoria minimaal.
4. **Afgaande op aantallen en territoriumgrootte, wat is de draagkracht van het systeem met inbegrip van aanpalende vijvers en meanders?** De biologische draagkracht van het hier onderzochte systeem lijkt vrij constant te zijn omdat zowel territoria met continu bereikbare meanders, territoria met tijdelijk droogvallende meanders, als territoria zonder bereikbare meanders, ongeveer een gelijke rivierlengte beslaan. De hoeveelheid voedsel en leefgebied blijkt dus overal voldoende gewaarborgd. In functie van de draagkracht en in functie van eventuele dijkschade zijn er sterke aanwijzingen dat systemen met meer schuilmogelijkheden in de vorm van bereikbare aanpalende meanders minder risico op schade vertonen.
5. **Wat is de rol van de aanpalende meanders en in welke mate bepalen de karakteristieken ervan het gebruik door bevers?** De aanpalende meanders zijn een zeer belangrijk onderdeel van het beverhabitat maar vormen geen ultieme voorwaarde voor de aanwezigheid van bevers. Meanders met voldoende water, weinig verstoring en voldoende schuil- en voedselmogelijkheden blijken het meest geschikt. Bevers die toegang hebben tot dergelijke meanders zullen daar hun burcht aanleggen en er grote delen van hun tijd spenderen zodat de kans op hollen en uitgegraven rustplaatsen in de dijken van de hoofdwaterlopen sterk vermindert. De aanwezigheid van een beverfamilie waarborgt verder in een brede zone, door het sterk territoriale gedrag, het uitblijven van bijkomende vestiging van andere beverfamilies op de hoofdwaterloop.
6. **In welke mate kunnen preventieve maatregelen en/of strategisch beheer (bevers op geschikte locaties tolereren om erger te vermijden) bijdragen tot het beheersbaar maken van de risico's?** Dit onderdeel vormde geen direct onderwerp van deze studie omdat tijdens de periode dat de studie liep nog geen van dergelijke maatregelen op het terrein werden geïmplementeerd. Het directe effect

pagina 30 van 32 doi.org/10.21436/inbor.18039745 www.inbo.be

Referenties

- Agentschap voor Natuur en Bos (2015). Soortenbeschermingsprogramma voor de Europese bever (*Castor fiber*) in Vlaanderen. Agentschap voor Natuur en Bos, Brussel, België, 106 paginas.
- Arjo, W., Joos, R., Kochanny, C., Harper, J., Nolte, D. & Bergman, D. (2008). Assessment of transmitter models to monitor beaver *Castor canadensis* and *C. fiber* populations. *Wildlife Biology* 14 (3): 309–317.
- Burgman, M. & Fox, J. (2003). Bias in species range estimates from minimum convex polygons: implications for conservation and options for improved planning. *Animal Conservation* 6: 19–28.
- Burt, H. (1943). Territoriality and Home Range Concepts as Applied to Mammals. *Journal of Mammalogy* 24 (3): 346–352.
- Calenge, C. (2006). The package Adehabitat for the R software: tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological Modelling* 197: 516–519.
- Campbell, R., Rosell, F., Nolet, B. & Dijkstra, V. (2005). Territory and group sizes in Eurasian beavers (*Castor fiber*): echoes of settlement and reproduction? *Behavioral Ecology and Sociobiology* 58 (6): 597–607.
- Campbell-Palmer, R., Gow, D., Campbell, R., Dickinson, H., Girling, S., Gurnell, J., Halley, D., Jones, S., Lisle, S., Parker, H., Schwab, G. & F. R. (2016). The Eurasian Beaver Handbook: Ecology and Management of *Castor fiber*. Pelagic Publishing Ltd., Exeter, UK, 214 paginas.
- Fryxell, J. (2001). Habitat suitability and source–sink dynamics of beavers. *Journal of Animal Ecology* 70: 310–316.
- Fryxell, J., Sinclair, R. & Caughly, G. (2014). *Wildlife Ecology, Conservation, and Management*. 3rd ed. Wiley-Blackwell, Chichester, UK, 524 paginas.
- Fustec, J., Lode, T., Le Jacques, D. & Cormier, J. (2001). Colonization, riparian habitat selection and home range size in a reintroduced population of European beavers in the Loire. *Freshwater Biology* 46 (10): 1361–1371.
- Graf, P., M, M., A., Z., K, H. & F, R. (2016). Territory size and age explain movement patterns in the Eurasian beaver. *Mammalian Biology* 81: 587–594.
- Halley, D., F, R. & A, S. (2012). Population and distribution of Eurasian beaver (*Castor fiber*). *Baltic Forestry* 18 (1): 168–175.
- Harris, S., Cresswell, W., Forde, P., Trehwella, W., Woollard, T. & Wray, S. (1990). Home-range analysis using radio-tracking data - a review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. *Mammal Review* 20 (2/3): 97–123.
- Heidecke, D. (1986). Bestandssituation und Schutz von *Castor fiber albicus* (Mammalia, Rodentia, Castoridae). *Zoologische Abhandlungen* 9: 111–119.
- Herr, J. & Rosell, F. (2004). Use of space and movement patterns in monogamous adult Eurasian beavers (*Castor fiber*). *Journal of Zoology* 262 (3): 257–264.
- Huysentruyt, F., Van Daele, T., Verschelde, P., Boone, N., Devisscher, S. & Vernailen, J. (2019). Evaluatie van de monitoring van bever (*Castor fiber*) in Vlaanderen: Kwaliteitscontrole in het kader van het soortbeschermingsprogramma. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, België, 19 paginas.
- John, F. & Kostkan, V. (2009). Compositional analysis and GPS/GIS for study of habitat selection by the European beaver, *Castor fiber* in the middle reaches of the Morava River. *Folia Zoologica* 58 (1): 76–86.

- Korbelová, J., Hamšíková, L., Maloň, J., Válková, L. & Vorel, A. (2016). Seasonal variation in the home range size of the Eurasian beaver: do patterns vary across habitats? *Mammal Research* 61 (3): 243–253.
- Müller-Schwarze, D. & Sun, L. (2003). *The Beaver: Natural History of a Wetlands Engineer*. Cornell University Press, New York, USA, 190 paginas.
- Nolet, B. & Rosell, F. (1998). Comeback of the beaver *Castor fiber*: An overview of old and new conservation problems. *Biological Conservation* 83 (2): 165–173.
- R Core Team (2019). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rosell, F., Bergan, F. & Parker, H. (1998). Scent-marking in the Eurasian beaver (*Castor fiber*) as a means of territory defense. *Journal of Chemical Ecology* 24 (2): 207–219.
- Rosell, F. & Kvinlaug, J. (1998). Methods for live-trapping beaver (*Castor* spp.). *Fauna norvegica. Serie A.* 19: 1–28.
- Rosell, F. & Thomsen, R. (2006). Sexual Dimorphism in Territorial Scent Marking by Adult Eurasian Beavers (*Castor fiber*). *Journal of Chemical Ecology* 32 (6): 1301–1315.
- Van Wijngaarden, A. (1966). De Bever *Castor fiber* in Nederland. *Lutra* 8 (3): 123–140.
- Verkem, S., De Maeseneer, J., Vandendriessche, B., Verbeylen, G. & Yskout, S. (2003). *Zoogdieren in Vlaanderen. Ecologie en verspreiding van 1987 tot 2002*. Natuurpunt Studie en JNM-Zoogdierenwerkgroep., Mechelen en Gent, België, 451 paginas.
- Windels, S. & Belant, J. (2016). Performance of tail-mounted transmitters on American beavers *Castor canadensis* in a northern climate. *Wildlife Biology* 22 (3): 124–129.
- Worton, B. (1989). Kernel Methods for Estimating the Utilization Distribution in Home-Range Studies. *Ecology* 70 (1): 164–168.