



Vlaanderen
is wetenschap

De relatie tussen landschap en faunaverkeersslachtoffers

Modellering met voorspelling op niveau Vlaanderen

Joris Everaert, Dirk Maes, Carine Wils, Koen Van Den Berge, Frank Huysentruyt,
Jan Gouwy, Jim Casaer

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteurs:

Joris Everaert, Dirk Maes, Carine Wils, Koen Van Den Berge, Frank Huysentruyt, Jan Gouwy, Jim Casaer

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

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.

Reviewers:

Lode De Beck (volledig rapport) en Koen Van Muylem (samenvatting, aanbevelingen voor beheer en/of beleid, en English abstract)

Vestiging:

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

e-mail:

joris.everaert@inbo.be

Wijze van citeren:

Everaert J., Maes D., Wils C., Van Den Berge K., Huysentruyt F., Gouwy J., Casaer J.(2020). De relatie tussen landschap en faunaverkeersslachtoffers. Modellerings met voorspelling op niveau Vlaanderen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020 (13). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
DOI: doi.org/10.21436/inbor.17511625

D/2020/3241/071

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020 (13)

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Maurice Hoffmann

Foto cover:

Jeroen Mentens / Vildaphoto

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:

Departement Omgeving, Afdeling Partnerschappen met Besturen en Maatschappij

DE RELATIE TUSSEN LANDSCHAP EN
FAUNAVERVEERSSLACHTOFFERS

Modellering met voorspelling op niveau Vlaanderen

Joris Everaert, Dirk Maes, Carine Wils, Koen Van Den Berge, Frank Huysentruyt,
Jan Gouwy & Jim Casaer

doi.org/10.21436/inbor.17511625

Dankwoord

De voorliggende modelanalyse zou onmogelijk geweest zijn zonder de meer dan 60.000 waarnemingen van faunaverkeersslachtoffers die we ter beschikking kregen van de vzw Natuurpunt Studie – waarvoor dus onze dank. Dank ook aan het Departement Omgeving dat door de financiering van het project ‘Dieren onder de wielen’ (in uitvoering door Natuurpunt) en door hun opdracht aan het INBO voor de data-modelanalyse, aan de basis ligt voor het tot stand komen van dit rapport. Uiteraard zijn we hierbij tegelijk ook de vele waarnemers zelf erkentelijk voor het zorgvuldig registreren van hun waarnemingen. Daarnaast willen we tevens de medewerkers van het INBO-marternetwerk bedanken voor hun jarenlange inzet bij het documenteren en inzamelen van roofdier-verkeersslachtoffers.

Verder willen we ook nog enkele INBO collega's bedanken voor hulp in het vooronderzoek bij de methode en analyse, met name Ivy Jansen, Jeroen De Reu, Tim Adriaens, Peter Desmet, Luc De Bruyn, Thierry Onkelinx en Toon Van Daele.

Samenvatting

Transportinfrastructuur is van vitaal belang voor economie en samenleving, maar er zijn nadelige effecten op de natuur aan verbonden. Een weg of waterweg is vaak een grote en gevaarlijke hindernis voor in het wild levende dieren. Er is niet enkel een negatief direct effect door sterfte bij aanrijdingen met wagens op wegen (faunaverkeersslachtoffers) of door verdrinking in waterwegen, maar ook een effect door versnippering en verstoring van leefgebieden van soorten, waardoor de kwaliteit van deze gebieden als leefgebied voor die soorten is aangetast. Aanrijdingen met vooral grotere zoogdieren resulteren voor de mens veelal ook in materiële schade aan voertuigen en kunnen lichamelijke letsels tot gevolg hebben, en in uitzonderlijke gevallen zelfs aanleiding zijn tot verkeersdoden. Deze aanrijdingen veroorzaken daarnaast ook vaak aanzienlijk dierenleed door zware verwondingen zonder onmiddellijke sterfte tot gevolg. Om het negatief effect van wegen en waterwegen te verminderen en zo meer kansen te geven aan de natuur, neemt de Vlaamse overheid maatregelen, zoals ontsnippering, aan de hand van beschikbare ecologische- en haalbaarheidscriteria. Er ontbreekt echter nog steeds kennis van de factoren die verantwoordelijk (kunnen) zijn voor een hoge verkeerssterfte op een specifieke plaats of tijdstip, wat op zich – locatie per locatie – ook schier onmogelijk is. Een modelmatige vertaling daarvan in een voorspellingskaart voor heel Vlaanderen dringt zich daarom op.

Op basis van een grote dataset van origineel meer dan 60.000 waarnemingen van faunaverkeersslachtoffers in Vlaanderen werd voor een selectie van ongeveer 41.000 waarnemingen van 27 soorten uit zeven soortgroepen een modelanalyse uitgevoerd. Met de gegevens van de verkeersslachtoffers werd per wegsegment van 100 m, binnen verschillende buffers rond deze segmenten (50, 100, 500 en 1.000 m buffers) de relatie onderzocht met het wegtype en omliggende landschapskarakteristieken.

Uit de modellering bleek dat deze relatie complex kan zijn en sterk afhankelijk van de soort of soortgroep. Globaal zijn er wel enkele opvallende relaties te zien bij de kans dat verkeersslachtoffers worden gemeld. Zoals te verwachten, worden slachtoffers van kleine en dus relatief minder opvallende soorten zoals amfibieën en reptielen vooral gemeld langs kleine en lokale wegen. Daartegenover worden slachtoffers onder de dagroofvogels, de meeste nachtroofvogels en bijvoorbeeld de vos relatief meer gemeld langs grotere wegen. Bij de landschapskarakteristieken zien we voor alle amfibieën, reptielen, grote zoogdieren en enkele middelgrote zoogdieren (boommarter, rode eekhoorn) een significant positieve relatie met nabije bossen, terwijl dit minder of niet te zien is bij verschillende dag- en nachtroofvogels (wel bij bosuil), watergebonden vogels en een deel van de kleine tot middelgrote zoogdieren. Voor de steenuil, watergebonden vogels (waterhoen, meerkoet) en de meeste territoriale kleine tot middelgrote carnivore zoogdieren (o.a. wezel, hermelijn, boommarter, das) is er bijvoorbeeld ook een opvallend significant positieve relatie met nabije graslanden.

Op basis van de resultaten werd uiteindelijk per 100 m wegsegment in Vlaanderen de kans gemodelleerd dat er (zwarte punten van) faunaverkeersslachtoffers kunnen worden gevonden. Per soort werden hierbij steeds vier modellen gemaakt op basis van de vier gebruikte buffers rond de wegsegmenten. Voor de uiteindelijke voorspellingskaarten werd per soort het model gekozen dat de beste voorspelling maakte. Voor de meerderheid aan soorten was dit het model op basis van de 500 of 1.000 m buffer.

De wijze waarop de indeling van de kans op faunaverkeersslachtoffers in dit rapport is weergegeven om het verschil in de voorspelling te visualiseren (zoals vertaald in klassen gaande van zeer kleine tot zeer grote kans), kan uiteraard gewijzigd worden al naargelang de vraag, zoals bijvoorbeeld voor het gebruik in een meer diepgaande uitwerking van één soort of soortgroep en/of voor een lokale analyse.

Aanbevelingen voor beheer en/of beleid

Het resultaat van de modellering toont voor verschillende soorten per 100 m wegsegment in Vlaanderen een voorspelling van de kans dat verkeersslachtoffers gemeld worden.

Dit resultaat kan gebruikt worden bij studies en aanbevelingen rond de problematiek van faunaverkeersslachtoffers en versnippering van leefgebieden van soorten, en de problematiek rond verkeersveiligheid door aanrijdingen met grote zoogdieren.

Er kan bijvoorbeeld onderzocht worden hoe het resultaat, samen met andere ecologische criteria, kan geïntegreerd worden in een globale prioritering van ontsnipperingslocaties in Vlaanderen in het kader van het Vlaams Actie Programma Ecologische Ontsnippering (VAPEO). Een grote kans op een melding van een verkeersslachtoffer van een bepaalde soort of soortgroep, kan bijvoorbeeld extra gewicht geven aan een score voor de prioriteit van een locatie voor ontsnippering. Een vergelijking en mogelijke combinatie met de resultaten uit de eerder opgemaakte OntsnipperingsTool (en mogelijke komende updates daarvan) kan in dit kader ook onderzocht worden.

Om aanbevelingen voor beheer en beleid te geven rond het prioritair aanpakken van faunaverkeersslachtoffers in relatie tot verkeersveiligheid is het zeker nodig de modellering verder te verfijnen en ook aan te vullen met kennis hierover uit het buitenland. De rapportage van verkeersslachtoffers met ree en wild zwijn blijft een onderrapportage en is actueel zeer fragmentarisch in Vlaanderen. Nochtans wordt de informatie op lokaal niveau (politiezones, wilbbeheereenheden) wel vaak verzameld. Een verdere centralisatie van alle beschikbare data blijft een noodzaak en een randvoorwaarde voor een degelijke wetenschappelijke analyse van het risico op aanrijdingen met grote zoogdieren (identificatie van 'zwarte punten'). Ook de integratie van de kennis van het actueel en potentieel toekomstig verspreidingsgebied van wild zwijn lijkt noodzakelijk voor de opbouw van een meer verfijnde modellering. Geen van beide aspecten maakte deel uit van deze studie.

English abstract

Roads are vital for economy and society, but have adverse effects on biodiversity, such as landscape fragmentation, habitat degradation and loss of biodiversity through wildlife road kills. Moreover, collisions with larger mammals often result in material damage to vehicles with human physical injuries or even fatalities. In Flanders (northern region in Belgium), mitigation measures are proposed at a regional and a more local scale, based on current knowledge and a dynamic tool with spatially modelled priority locations for defragmentation. However, there is still an incomplete understanding of the factors responsible for high wildlife road mortality.

Based on a large dataset of originally more than 60,000 observations of wildlife road kills in Flanders, a model analysis was carried out for a selection of about 41,000 observations of 27 species from seven species groups. With the data of the road kills, the relationship with the road type and surrounding landscape characteristics was investigated per road segment of 100 m, within different buffers around these segments (50, 100, 500 and 1,000 m buffers).

The modelling showed that this relationship is complex and highly dependent on the species or species group. Overall, there are some notable relationships to be seen in the probability of road kills being reported. Not surprisingly, road kills of small and therefore relatively less noticeable species such as amphibians and reptiles are mainly reported along small and local roads. Adversely, road kills of species like fox and most birds of prey, are reported relatively more along larger roads. For the landscape characteristics, there is a significant positive relationship with nearby forests for all amphibians, reptiles, large mammals and some medium-sized mammals (pine marten, red squirrel), while this is less or not visible for various birds of prey (with the exception of tawny owl), water-bound birds and some small to medium-sized mammals. For the little owl, water-bound birds (moorhen, coot) and most territorial small to medium-sized mammals (weasel, stoat, pine marten, badger) for example, there is also a significant positive relationship with nearby grasslands.

Based on the analysis, the probability that (blackspots of) wildlife road kills can be found per road segment of 100 m in Flanders was modelled. We made four models for each species, based on the four buffers around the road segments. For the final prediction maps, the model that made the best prediction was chosen. For the majority of species, this was the model based on the 500 or 1.000 m buffer.

We will examine how the final results (prediction maps) of the modelling can be used as extra information to update current guidelines and tools for road kill mitigation in Flanders.

Inhoudstafel

Dankwoord	2
Samenvatting	3
Aanbevelingen voor beheer en/of beleid	4
English abstract.....	5
Lijst van figuren.....	8
Lijst van foto's.....	11
Lijst van tabellen	12
1 Inleiding	13
2 Doelstellingen.....	14
3 Materiaal en methode	15
3.1 Data verkeersslachtoffers.....	15
3.2 Wegtypen, wegsegmentering en buffers	17
3.3 Landgebruik variabelen	19
3.4 Modelanalyse en -voorspelling	20
3.5 Visualisatie van de voorspellingen - Blackspotkaarten maken.....	24
4 Resultaten	25
4.1 Effect van wegtype op aantal slachtoffers	25
4.2 Voorspelling met blackspotkaart per soort	29
4.2.1 Amfibieën en reptielen	29
4.2.1.1 Gewone pad	30
4.2.1.2 Bruine kikker	31
4.2.1.3 Alpenwatersalamander	32
4.2.1.4 Kleine watersalamander	33
4.2.1.5 Hazelworm.....	34
4.2.2 Dag- en nachtroofvogels	35
4.2.2.1 Torenvalk	36
4.2.2.2 Buizerd	37
4.2.2.3 Steenuil.....	38
4.2.2.4 Kerkuil	39
4.2.2.5 Bosuil.....	40
4.2.2.6 Ransuil.....	41
4.2.3 Watergebonden vogels.....	42
4.2.3.1 Wilde eend.....	43
4.2.3.2 Waterhoen.....	44
4.2.3.3 Meerkoet.....	45

Lijst van figuren

Lijst van tabellen

Tabel 1	Aantal wegsegmenten (100 m) waarin de meegenomen soorten zijn gevonden.	16
Tabel 2	Omzetting van wegtype naar gebruiksintensiteit.	17
Tabel 3	Omzetting van de landgebruikscategorieën (niveau 2) naar landgebruiksklassen.	19
Tabel 4	Overzicht van de beste AUC-waarde en daaraan verbonden buffer rond wegsegmenten voor de amfibieën en reptielen, en de al dan niet significante relatie met landgebruiksklassen. Maar ook het resultaat van de niet-significante landgebruiksklassen (niet zichtbaar in de tabel) is meegenomen in de modellen.	29
Tabel 5	Overzicht van de beste AUC-waarde en daaraan verbonden buffer rond wegsegmenten voor de dag- en nachtroofvogels, en de al dan niet significante relatie met landgebruiksklassen. Maar ook het resultaat van de niet-significante landgebruiksklassen (niet zichtbaar in de tabel) is meegenomen in de modellen.	35
Tabel 6	Overzicht van de beste AUC-waarde en daaraan verbonden buffer rond wegsegmenten voor de watergebonden vogels, en de al dan niet significante relatie met landgebruiksklassen. Maar ook het resultaat van de niet-significante landgebruiksklassen (niet zichtbaar in de tabel) is meegenomen in de modellen. De AUC score voor wilde eend is onvoldoende.	42
Tabel 7	Overzicht van de beste AUC-waarde en daaraan verbonden buffer rond wegsegmenten voor de grote landgebonden zoogdieren, en de al dan niet significante relatie met landgebruiksklassen. Maar ook het resultaat van de niet-significante landgebruiksklassen (niet zichtbaar in de tabel) is meegenomen in de modellen.	46
Tabel 8	Overzicht van de beste AUC-waarde en daaraan verbonden buffer rond wegsegmenten voor de territoriale middelgrote en kleine landgebonden carnivore zoogdieren, en de al dan niet significante relatie met landgebruiksklassen. Maar ook het resultaat van de niet-significante landgebruiksklassen (niet zichtbaar in de tabel) is meegenomen in de modellen. De AUC score voor bunzing en steenmarter is onvoldoende.	49
Tabel 9	Overzicht van de beste AUC-waarde en daaraan verbonden buffer rond wegsegmenten voor de overige landgebonden zoogdieren, en de al dan niet significante relatie met landgebruiksklassen. Maar ook het resultaat van de niet-significante landgebruiksklassen (niet zichtbaar in de tabel) is meegenomen in de modellen. De AUC score voor egel en konijn is onvoldoende.	57

1 INLEIDING

Transportinfrastructuur is van vitaal belang voor economie en samenleving in het geheel, maar er zijn nadelige effecten op de natuur aan verbonden. Een weg of waterweg is vaak een grote en gevaarlijke hindernis voor in het wild levende dieren. Er is niet enkel een negatief direct effect door sterfte bij aanrijdingen met wagens op wegen (faunaverkeersslachtoffers) of door verdrinking in waterwegen, maar ook een effect door versnippering en verstoring van leefgebieden van soorten waardoor de kwaliteit van deze gebieden als leefgebied voor die soorten is aangetast. Aanrijdingen met vooral grotere zoogdieren resulteren voor de mens veelal ook in materiële schade aan voertuigen en kunnen lichamelijke letsels tot gevolg hebben en in uitzonderlijke gevallen zelfs aanleiding zijn tot verkeersdoden. Deze aanrijdingen veroorzaken daarnaast ook vaak aanzienlijk dierenleed door zware verwondingen zonder onmiddellijke sterfte tot gevolg.

Om negatieve effecten voor dieren te verminderen en het risico op verkeersongelukken te reduceren, neemt de overheid maatregelen. De bouw van ecoducten, aangepaste bruggen, grote ecotunnels, kleinere tunnels zoals amfibieëntunnels, ecoduiders, boombruggen en fauna-uitstapplaatsen zijn voorbeelden van ontsnipperingsmaatregelen¹ die moeten toelaten dat dieren veilig wegen en kanalen kunnen kruisen. Daarnaast worden op tal van plaatsen in Vlaanderen ecorasters geplaatst die een geleiding van de dieren naar een oversteekplaats vormen en/of aanrijdingen moeten helpen voorkomen. Om te bepalen waar welke maatregelen best genomen worden, zijn op Vlaams niveau eerder al studies verricht, zoals de modellering in de Ontsnipperingstool (van der Meulen *et al.*, 2016; Everaert, 2017, zie ook 5.3). Daarbij werd vooral gebruik gemaakt van kaarten met transportwegen en potentieel leefgebied van verschillende soorten, waaruit prioritaire punten kwamen voor ontsnippering van leefgebieden. Het resultaat werd uiteindelijk meegenomen als één van de ecologische criteria (naast o.a. ook de wettelijk beschermde natuurgebieden) bij de prioritering in het kader van de opmaak van een Vlaams Actie Programma Ecologische Ontsnippering (VAPEO)². Met het VAPEO formuleren het Agentschap Wegen en Verkeer (AWV), het Agentschap Natuur en Bos (ANB), het Departement Omgeving (DOMG) en het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) een antwoord op de uitdaging rond ontsnippering. Het VAPEO richt zich op ontsnippering aan bestaande transportinfrastructuur. Het actieprogramma geeft daarmee, naast andere maatregelen zoals ontharding en het wegwerken van lintbebouwing, invulling aan de uitvoering van het Beleidsplan Ruimte Vlaanderen. Momenteel ligt de focus op gewestwegen en snelwegen, maar in de toekomst kunnen ook projecten aan water- en spoorwegen opgenomen worden. Het VAPEO beoogt een structurele afstemming en samenwerking binnen de Vlaamse overheid en met andere overheden en organisaties. Centraal in het VAPEO staat een Databank Ontsnippering die alle knelpuntlocaties bijhoudt die naar voor zijn gekomen in studies en via overleg met experts. Ze wordt doorlopend geactualiseerd. Alle projecten in het VAPEO krijgen een score (prioriteit) aan de hand van verschillende meetbare ecologische- en haalbaarheidscriteria. Er ontbreekt echter nog steeds kennis van de factoren die verantwoordelijk (kunnen) zijn voor een hoge verkeerssterfte op 'blackspots', en een modelmatige vertaling daarvan in een voorspellingskaart voor Vlaanderen.

¹ <https://wegenenverkeer.be/natuur-en-milieu/ontsnippering>

² <https://www.vlaamsparlament.be/commissies/commissievergaderingen/1384775/verslag/1385465>

2 DOELSTELLINGEN

De hypothese voor het onderzoek was dat, bijkomend aan het type weg, de eigenschappen van het omgevend landschap belangrijke factoren kunnen zijn voor de aanwezigheid van blackspots van faunaverkeersslachtoffers (Červinka *et al.*, 2015; Visintin *et al.*, 2016; Ha & Shilling, 2018; Santos *et al.*, 2018).

Daarom werd tot doel gesteld om met behulp van een modelanalyse op basis van een groot aantal waarnemingen van faunaverkeersslachtoffers, de (mogelijke) relatie met het wegtype en de omliggende landschapskarakteristieken op niveau Vlaanderen te onderzoeken.

Het belangrijkste doel van de modellering was het genereren van een voorspellingskaart op niveau Vlaanderen, met voor elk wegsegment een berekende kans dat daar verkeersslachtoffers gevonden kunnen worden, en dit voor verschillende soorten en soortgroepen. De opdeling van de soortengroepen gebeurde in functie van de ecologische kenmerken van de soort en de verschillende mogelijke maatregelen om verkeersslachtoffers te voorkomen en/of leefgebieden te 'ontsnippen' (bv. amfibieën en reptielentunnel, ecoduiker, kleine of grote ecotunnel, ecoduct). Het resultaat van de modellering moet bij voorkeur kunnen geïntegreerd worden in een toekomstige (nieuwe) globale prioritering van ontsnipperingspunten in Vlaanderen.

Er werd daarnaast ook tot doel gesteld om na te gaan in welke mate de resultaten toelaten generieke patronen te herkennen en een antwoord te bieden op specifieke vragen zoals:

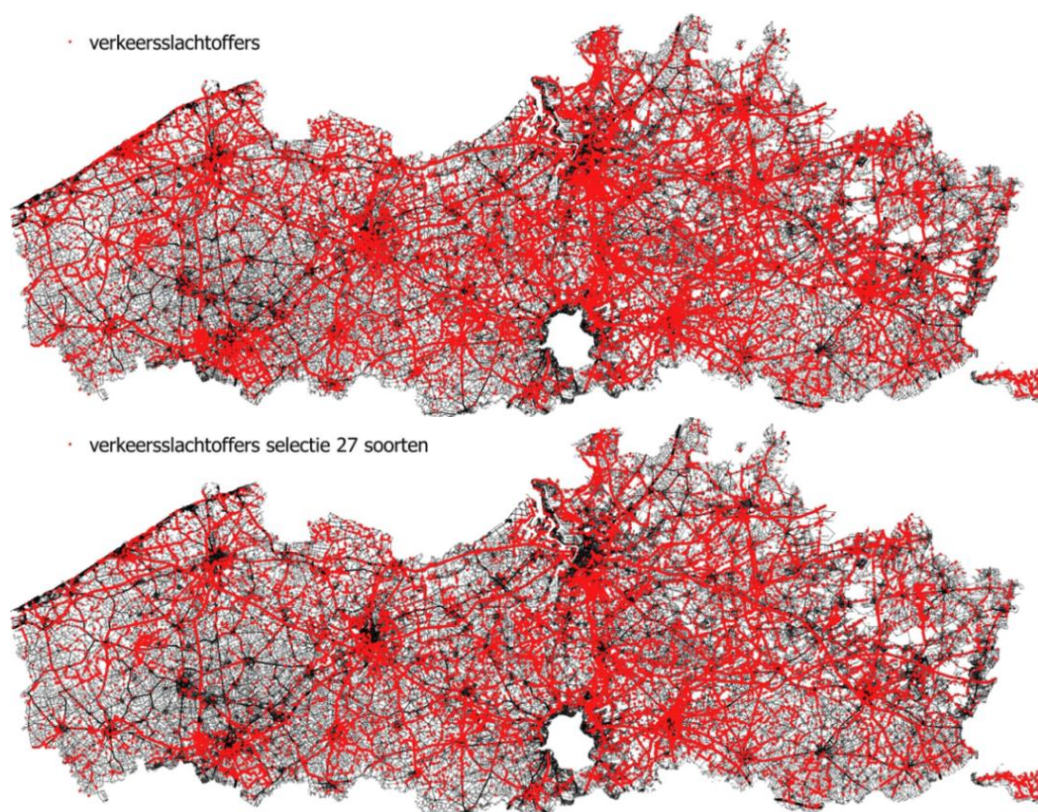
- zijn er gelijkenissen of verschillen met het resultaat uit de Ontsnipperingstool.
- zijn er gelijkenissen of verschillen tussen meest kwetsbare en meer algemene soorten.
- in welke mate kunnen bepaalde soorten als ‘indicatorsoort’ gebruikt worden.



Foto 1 Boommarter als verkeersslachtoffer in Sinaai. Foto Joris Everaert.

3.1 DATA VERKEERSSLACHTOFFERS

Na overleg tussen het INBO, AWV en DOMG als vraagsteller van de modelanalyse, werd uiteindelijk een analyse van 27 soorten als haalbaar en zinvol beschouwd. Weinig zinvolle niet meegenomen soorten zijn bijvoorbeeld houtduif, ekster, fazant, huismus en bruine rat. De 27 behouden soorten zijn goed voor 40.224 waarnemingen uit de Natuurlanddata en de 713 waarnemingen van boomkruis en das uit de INBO data. Dit resulteerde in 34.384 wegsegmenten van 100 m (zie verder) waarin één of meerdere waarnemingen van verkeersslachtoffers lagen (figuur 1, tabel 1).



Figuur 1 Puntlocaties van alle verkeersslachtoffers (boven) na data cleaning, en de uiteindelijke selectie van 27 soorten (onder).

Tabel 1 Aantal wegsegmenten (100 m) waarin de meegenomen soorten zijn gevonden.

Soort	N segmenten	Soort	N segmenten
Amfibieën en reptielen		Grote landgebonden zoogdieren	
Gewone pad	2868	Ree	596
Bruine kikker	538	Wild zwijn	62
Alpenwatersalamander	330	Territoriale middelgrote en kleine landgebonden carnivore zoogdieren	
Kleine watersalamander	173	Wezel	203
Hazelworm	165	Hermelijn	165
Dagroofvogels		Bunzing	2164
Torenvalk	154	Boommarter	50
Buizerd	578	Steenmarter	2644
Nachtroofvogels		Das	523
Steenuil	289	Vos	4038
Kerkuil	666	Overige landgebonden zoogdieren	
Bosuil	656	Egel	9111
Ransuil	183	Konijn	2102
Watergebonden vogels		Haas	1756
Wilde eend	988	Rode eekhoorn	2613
Waterhoen	639		
Meerkoet	130		

////////////////////////////////////

WESTTIEREN, WEGESCHWENKTERINGEN UND BOHLETS

Voor de weginfrastructuur (figuur 2) werd gewerkt met de meest recente versie van het Wegenregister. Dit is het middenschalgig referentiebestand van de wegen in Vlaanderen. Het bevat alle openbaar toegankelijke wegen van Vlaanderen, met bijhorende attributgegevens.



Figuur 2 Weginfrastructuur in Vlaanderen.

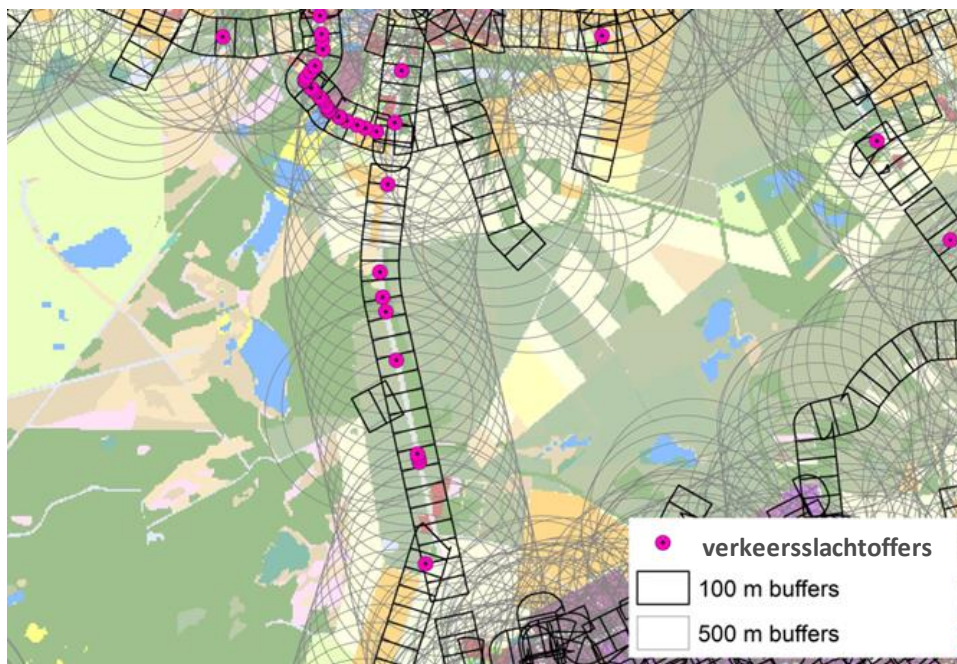
Het gebruikte wegtype werd ruw vertaald naar scores van gebruiksintensiteit (tabel 2): score 1 (kleine weg), score 2 (lokale weg), score 4 (hoofdweg) en score 8 (autoweg = snelweg).

Tabel 2 Omzetting van wegtype naar gebruiksintensiteit.

WEGCAT	WegGroep	Wegcategorie	Intensiteit	Wegtype in analyse
-9		niet van toepassing	1	Kleine weg
-8		niet gekend	1	Kleine weg
L	Lweg	lokale weg	2	Lokale weg
L1	Lweg	lokale weg type 1	2	Lokale weg
L2	Lweg	lokale weg type 2	2	Lokale weg
L3	Lweg	lokale weg type 3	2	Lokale weg
PI	Pweg	primaire weg I	4	Hoofdweg
PII	Pweg	primaire weg II	4	Hoofdweg
PII-1	Pweg	primaire weg II type 1	4	Hoofdweg
PII-2	Pweg	primaire weg II type 2	4	Hoofdweg
PII-3	Pweg	primaire weg II type 3	4	Hoofdweg
PII-4	Pweg	primaire weg II type 4	4	Hoofdweg
S	Sweg	secundaire weg	4	Hoofdweg
S1	Sweg	secundaire weg type 1	4	Hoofdweg
S2	Sweg	secundaire weg type 2	4	Hoofdweg
S3	Sweg	secundaire weg type 3	4	Hoofdweg
S4	Sweg	secundaire weg type 4	4	Hoofdweg
H	Aweg	hoofdweg	8	Autoweg

De weginfrastructuur werd gefragmenteerd in 100 m wegsegmenten. Rond elk wegsegment werden daarna verschillende buffers gemaakt (straal van 50, 100, 500 en 1.000 m, voorbeeld zie figuur 3) waarin het landgebruik (zie 3.3) is bepaald, naast informatie van het type weg. Het aantal wegsegmenten dat gebruikt kan worden bij de verschillende buffers is verschillend omdat er niet altijd buffers van de gewenste straal rond elk wegsegment getrokken konden worden (bv. aan de grens met andere regio's). Samengevat werd voor het hele proces het volgende toegepast:

- samenvoegen van gesplitste wegen naar 1 lijnstuk ('merge divided roads').
- genereren van punten, elke 100 m, die gebruikt worden om de lijnstukken te splitsen ('Generatie Points Along Lines' en 'Split Line at Point').
- projecteren ('snappen') van de verkeersslachtoffer-punten naar het dichtstbijzijnde wegsegment.
- een aantal manuele aanpassingen voor locaties van verkeersslachtoffers die aan een wegsegment liggen dat korter is dan 100 m, door:
 - samenvoegen van aangrenzende wegen en hersegmenteren.
 - eventueel verlengen van te korte stukken (bv. aan een doodlopende weg).
 - controleren van locaties waar de afstand tot de weg groter is dan 50 m.
- selectie van wegsegmenten groter dan 99 m om in de verdere analyse te gebruiken (levert in totaal meer dan 600.000 wegsegmenten op).
- vooraleer alle buffers konden gemaakt worden, dienden ook veel manuele aanpassingen uitgevoerd te worden omdat de buffering blokkeerde op sommige wegsegmenten (sommige grillige vormen gaven geen probleem, andere wel).
- buffers: buffers van 50 m en 100 m zijn met platte einden (End Type: 'FLAT'), buffers van 500 m en 1.000 m zijn met (gewone) ronde einden ('ROUND'), met 'FLAT' einde wordt de vorm zeer abstract en heeft dan niet veel betekenis meer.
- de 50 m en 100 m buffering van sommige segmenten leverde te kleine en zelfs negatieve bufferoppervlaktes op. De oppervlakte is immers ook een maat voor de vorm van de buffer. Buffers kleiner dan de helft van de normale oppervlakte werden verwijderd omdat ze minder geschikt zijn voor de bepaling van het landgebruik.
- het berekenen van het aandeel landgebruik (op basis van de NARA Landgebruikskaart 2014 - niveau 2, zie ook 3.3) binnen elke buffer ('Tabulate Area' tool). Deze tool is gebaseerd op een 'verrastering' van de bufferpolygoenen en daardoor is het nodig dat deze mekaar niet overlappen. Daarom werd de laag met de 600.000 buffers eerst opgesplitst in verschillende lagen met niet-overlappende polygoenen.
- samenvoegen van de verschillende resultaten tot één tabel voor elke bufferafstand.



Figuur 3 Voorbeeld van de 100 m en 500 m buffers rond wegsegmenten, locatie van geregistreerde verkeersslachtoffers, en op de achtergrond verschillende kleuren van landgebruiksklassen (zie ook 3.3).

////////////////////////////////////

LANDGEBOUW VARIABELLEN

De originele niveau 2-categorieën van de landgebruikskaart (Poelmans & Van Daele, 2014) werden omgezet naar vereenvoudigde klassen (tabel 3) die in de verdere analyse als variabelen konden worden gebruikt. Om betrouwbare resultaten te kunnen krijgen uit de modellering (zie ook discussie in 5) is een beperkt aantal klassen noodzakelijk, mede afhankelijk van het aantal verkeersslachtoffers per soort.

Tabel 3 Omzetting van de landgebruikscategorieën (niveau 2) naar landgebruiksklassen.

Niveau 2 Categorieën landgebruikskaat	Vereenvoudigde landgebruiksklasse
0_overig	Overig
1100_ander hoog groen	HoogGroen
1200_ander laag groen	GraslandLaagGroen
1300_ruigten & pioniersvegetatie	Ruigte
1400_struweel	Struweel
2000_water	Water
3100_loofbos matig productief	Loofbos
3200_loofbos hoog productief	Loofbos
3300_naaldbos hoog productief	Naaldbos
3400_naaldbos matig productief	Naaldbos
4100_grasland voedselarm droog	GraslandLaagGroen
4200_grasland voedselarm nat	GraslandLaagGroen
4300_grasland voedselrijk droog	GraslandLaagGroen
4400_grasland voedselrijk nat	GraslandLaagGroen
5100_droge heide	Heide
5200_vochtige en natte heide	Heide
6100_open duinlandschap	Duin
6200_gesloten duinlandschap	Duin
6300_strand	Strand
7100_akker	Akker
7200_boomgaard (hoogstam)	Boomgaard
7300_boomgaard (laagstam)	Boomgaard
7400_cultuurgrasland permanent	GraslandLaagGroen
7500_cultuurgrasland tijdelijk	GraslandLaagGroen
7600_groenten, fruit en sierteelt	Akker
7700_korte omloophout	HoogGroen
7800_maïs	Akker
8200_moeras	Moeras
8300_rietland	Moeras
9100_schorre	SchorreSlik
9200_slik	SchorreSlik
9300_slik of schorre	SchorreSlik
10100_horeca	Urbaan
10200_industrie	Urbaan
10300_infrastructuur	Infrastructuur
10400_militaire voorziening	Urbaan
10500_recreatie & sportterrein	Urbaan
10600_Residentiële & commerciële bebouwing	Urbaan
10700_Commerciële diensten & lichte industrie	Urbaan
10800_zeehaven	Urbaan

In alle wegsegmentbuffers van 50 m, 100 m, 500 m en 1.000 m (zie 3.2) werd de oppervlakte landgebruik bepaald, voor de klassen 'Akker', 'Boomgaard', 'Duin', 'GraslandLaagGroen', 'Heide', 'HoogGroen', 'Infrastructuur', 'Loofbos', 'Moeras', 'Naaldbos', 'Ruigte', 'SchorreSlik', 'Strand', 'Struweel', 'Urbaan' en 'Water'.

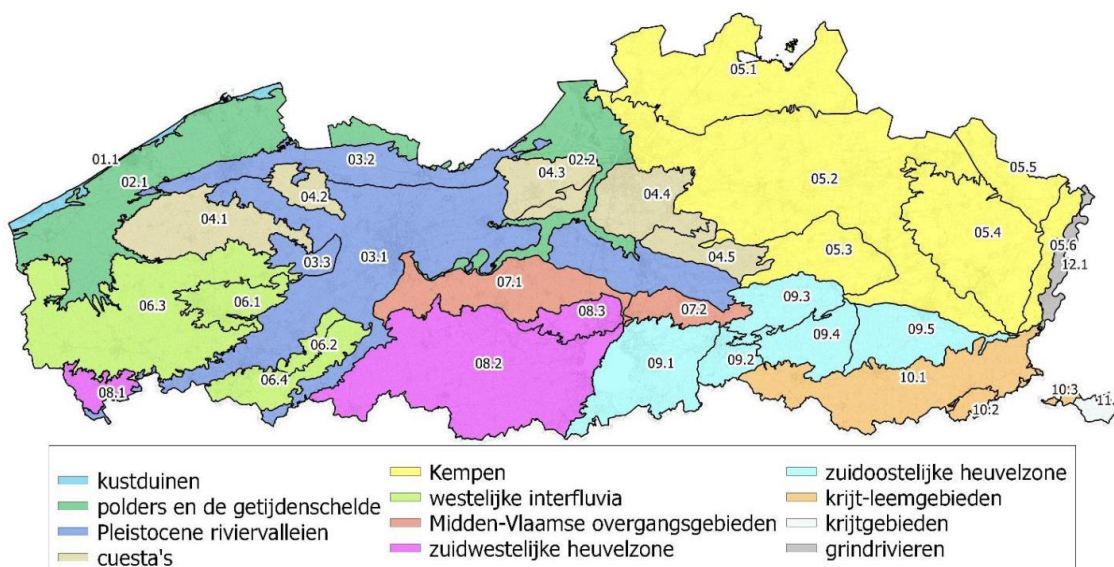
Omdat de klassen 'Duin', 'SchorreSlik' en 'Strand' nauwelijks voorkwamen in de wegsegmenten, werden ze niet gebruikt in de analyse. 'Infrastructuur' bleek sterk gecorreleerd met 'Urbaan' en werd evenmin gebruikt in de analyse.

3.4 MODELANALYSE EN -VOORSPELLING

In de modellering werd per wegsegment de kans berekend dat een verkeersslachtoffer wordt gemeld, dus niet de kans dat een soort wordt aangereden. Het verschil tussen beide kunnen we duidelijk maken met een voorbeeld: de kans dat een muis wordt doodgereden op een autoweg is vrij groot, maar de kans dat de muis als verkeersslachtoffer ook wordt gemeld is klein wegens de onopvallendheid of doordat het slachtoffer door aaseters reeds is verwijderd.

Er werd gekozen om gebruik te maken van Generalized Additive Models (GAMs) (Hastie & Tibshirani, 1987) met 3 nodes ($k = 4$) om de kans te berekenen dat een verkeersslachtoffer gemeld wordt, met aan-/afwezigheid per wegsegment als afhankelijke variabele. Aangezien het om tellingen gaat, gebruikten we hierbij een Poisson-verdeling.

Er werd tevens gebruik gemaakt van de afbakening van ecoregio's en ecodistricten in Vlaanderen (figuur 4). Een ecoregio is een streek die in fysisch-geografisch (bodemeigenschappen, reliëf) en ecologisch (natuur en milieu) opzicht min of meer gelijkaardig is. Vooral het klimaat, het ontstaan van het reliëf en de bodem zijn bepalend voor de natuurtypes die in een bepaalde ecoregio van nature kunnen voorkomen. Binnen een ecoregio kunnen nog kleinere ecodistricten onderscheiden worden. Zo zijn er in Vlaanderen 36 ecodistricten³ afgebakend die gegroepeerd worden in 12 ecoregio's.



Figuur 4 Ecoregio's (n=12) in Vlaanderen, extra onderverdeeld in ecodistricten (n=36).

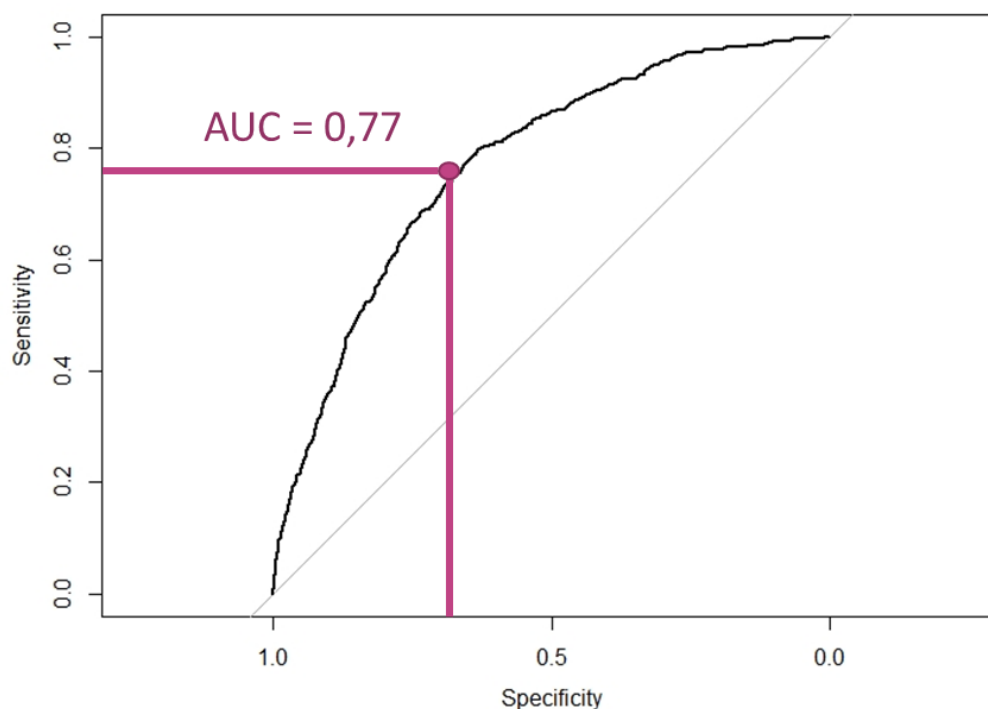
³ <https://pureportal.inbo.be/portal/files/280297/184016.pdf>

Om afwezigheden te genereren werden wegsegmenten waarin minstens twee zoogdieren of twee vogels of twee amfibieën gevonden zijn, beschouwd als goed onderzocht. Van zodra de soort in kwestie niet in deze wegsegmenten gevonden werd, beschouwden we ze als afwezig (zie ook discussie in 5). De afwezigheden zijn enkel geselecteerd uit de ecoregio's – of voor boomarter, das en wild zwijn de ecodistricten – waarin de soort in minstens vijf wegsegmenten als verkeersslachtoffer werd gemeld (ecoregio/ecodistrict als random factor).

In totaal werden 13 variabelen gebruikt in de modellering (wegtype en de volgende landgebruiksklassen: Akker, Boomgaard, GraslandLaagGroen, Heide, HoogGroen, Loofbos, Moeras, Naaldbos, Ruigte, Struweel, Urban en Water) en werd er per bufferafstand (50, 100, 500 en 1.000 m) een model gemaakt. Voor alle soorten gebruikten we zogenaamde full models, dit betekent dat er geen stapsgewijze verwijdering gebeurde van bijvoorbeeld de niet-significante variabelen uit het model (Wood & Augustin, 2002).

Keuze van het beste model per soort

Voor elke soort werd uit de resultaten van de verschillende buffers uiteindelijk het model gekozen met de hoogste AUC waarde, m.a.w. welke buffer rond de wegsegmenten de beste voorspelling geeft. In het voorbeeld van de ree is dit het geval bij het model met de 500 m buffer, met een voldoende hoge AUC waarde van 0,77 (figuur 5).



Figuur 5 Voorbeeld van een ROC (Receiver Operating Characteristic) curve van een model voor de 500 m buffer bij de ree. Op de Y-as ('Sensitivity') staat de graad van terecht positieven (True Positive Rate), op de X-as ('Specificity') staat in een omgekeerde schaal de graad van terecht negatieven (True Negative Rate). De AUC-waarde wordt in de modellering automatisch bepaald door het punt met hoogste graad van terecht positieven en hoogste graad van terecht negatieven.

In figuur 6 is een voorbeeld weergegeven van de correlatie tussen de kans op het melden van verkeersslachtoffers en de oppervlakte⁴ van een welbepaalde landgebruiksklasse (als variabele) in een welbepaalde buffer (50, 100, 500 of 1.000 m) rond de wegsegmenten. Dit geeft dus de (mogelijke) positieve of negatieve relatie weer met de landschapkenmerken (van die welbepaalde landgebruiksklasse) in de omgeving. Een aantal relaties zijn duidelijk (al dan niet statistisch significant, zie de tabellen in 4.2) maar voor bepaalde landgebruiksklassen is de relatie onduidelijk of niet aanwezig.

⁴ Een variabele werd bij deze correlatie telkens automatisch herschaald waarbij het gemiddelde de waarde 0 kreeg en de andere waarden relatief tot dat gemiddelde berekend werden.

//

3.5 VISUALISATIE VAN DE VOORSPELLINGEN - BLACKSPOTKAARTEN MAKEN

In de resultaten zijn blackspotkaarten weergegeven die de voorspelling van de modellering (kans dat verkeersslachtoffers worden gemeld) visualiseren. Bij deze voorspelling is er geen tijdseenheid (bv. kans op verkeersslachtoffers per jaar), hoogstens zou men het kunnen interpreteren als een kans in de periode 2008-2019 waarvan de data zijn gebruikt.

Bij de blackspotkaarten is een indeling van klassen gemaakt om het verschil in de voorspelling te visualiseren. De klassen werden opgebouwd op basis van een indeling in kwantielen. Deze methode classificeert een dataset in een op te geven aantal klassen waarbij de klassen onderling evenveel datawaarden kennen. Een kwantiel is een klassegrens die een dataset verdeelt in grotere en kleinere waarden. De klassebreedtes kunnen variëren, maar het aantal waarnemingen binnen elke klasse is gelijk.

Het beleid in Vlaanderen is vooral geïnteresseerd in de wegsegmenten waar de grootste kans bestaat op blackspots van verkeersslachtoffers. In de figuren over de voorspelling van de kans op verkeersslachtoffers in dit rapport, werd een twee stappen proces gevolgd waarbij eerst een indeling in 10 klassen (op basis van kwantielen) werd gemaakt, waarna de eerste 5 klassen zijn samengevoegd tot een klasse (1-5) met betekenis 'zeer kleine kans' op blackspots van verkeersslachtoffers. Deze klasse komt overeen met de eerste 50% van de waarden. Dit wil zeggen dat de overige 50% van de waarden met hogere scores in de klassen 6 tot 10 (kleine tot zeer grote kans) zitten. De indeling van de klassen is voor alle soorten verder verduidelijkt in bijlage 1.

In de resultaten is per soort ook steeds een kaart weergegeven van Vlaanderen, en bijkomend ook een voorbeeld van een detailkaart voor een regio waarbij de wegsegmenten te zien zijn met een luchtfoto achtergrond. Dit laatste is nuttig om een beeld te krijgen van het verschil in de voorspelling op lokaal niveau. Als standaard is hierbij gekozen voor de regio in en rond de Durmevallei en het Waasland (Oost-Vlaanderen) die ongeveer centraal ligt in Vlaanderen en waar verschillende landschapskenmerken aanwezig zijn zoals open (landbouw)gebieden, bossen, waterplassen, industrie en bebouwing. Door steeds dezelfde regiokaart als voorbeeld te tonen, kan men ook gemakkelijk bepaalde verschillen zien per soort of soortgroep. Enkel voor de das en het wild zwijn is gekozen voor de regio rond Hasselt en Genk (Limburg) omdat deze soorten niet of nauwelijks aanwezig zijn in de Durmevallei en het Waasland. Voor details van heel Vlaanderen verwijzen we naar de digitale bestanden (bijlage 2).

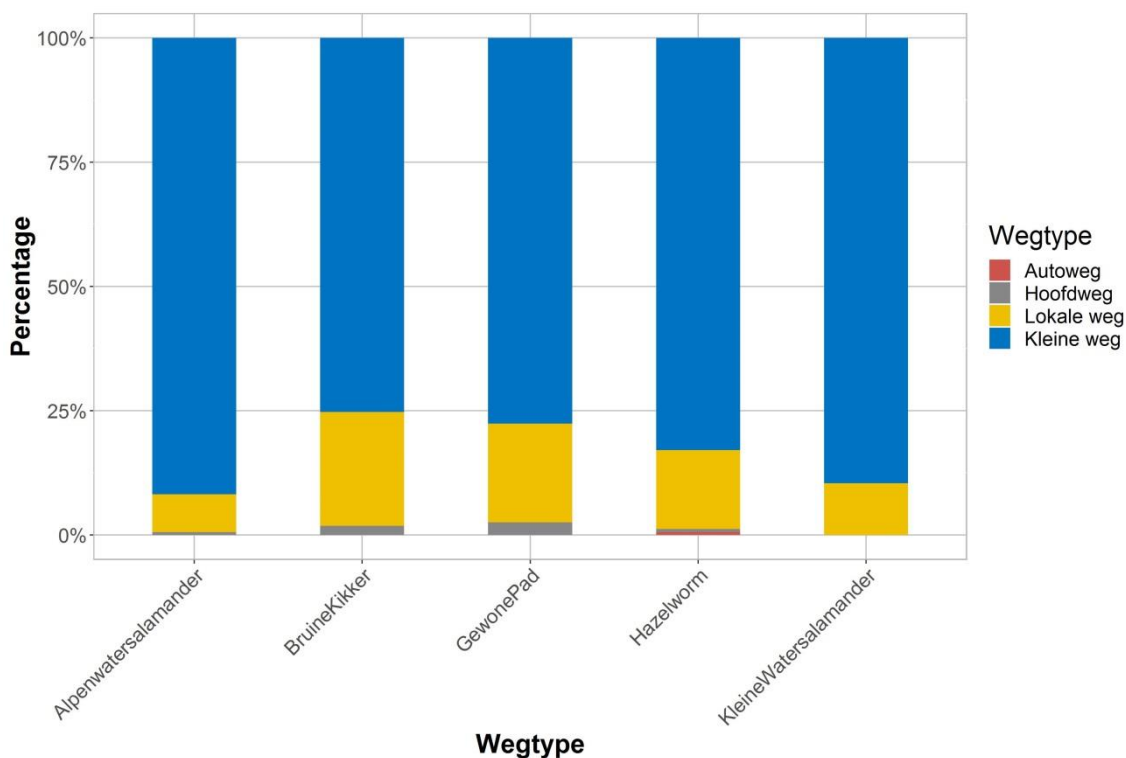
4 RESULTATEN

In deel 4.1 is als achtergrondinformatie een beknopte beschrijving weergegeven van het effect van het wegtype op het aantal faunaverkeersslachtoffers. Vanaf deel 4.2 gaan we dieper in op de resultaten (incl. voorspelling) van de modelanalyse naar de relatie met landschapskenmerken in de omgeving van de weg.

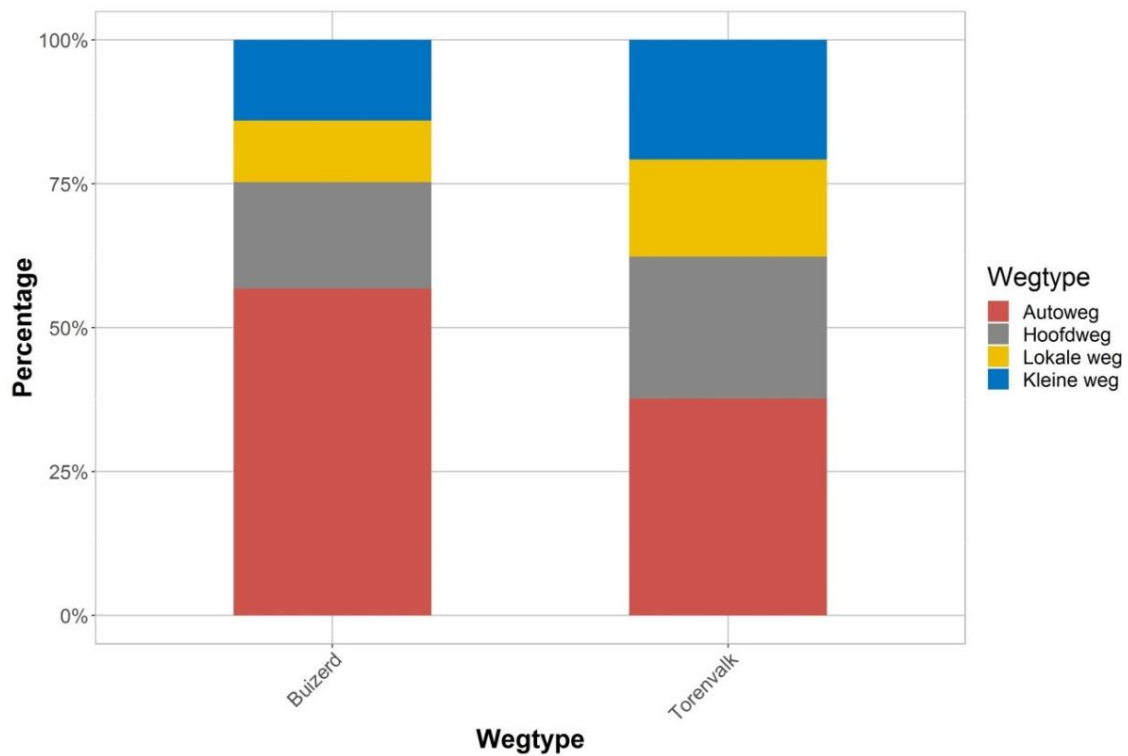
4.1 EFFECT VAN WEGTYPE OP AANTAL SLACHTOFFERS

Zoals te verwachten, worden verkeersslachtoffers van amfibieën en reptielen vooral gemeld langs kleine en lokale wegen en dit voor alle onderzochte soorten (figuur 7).

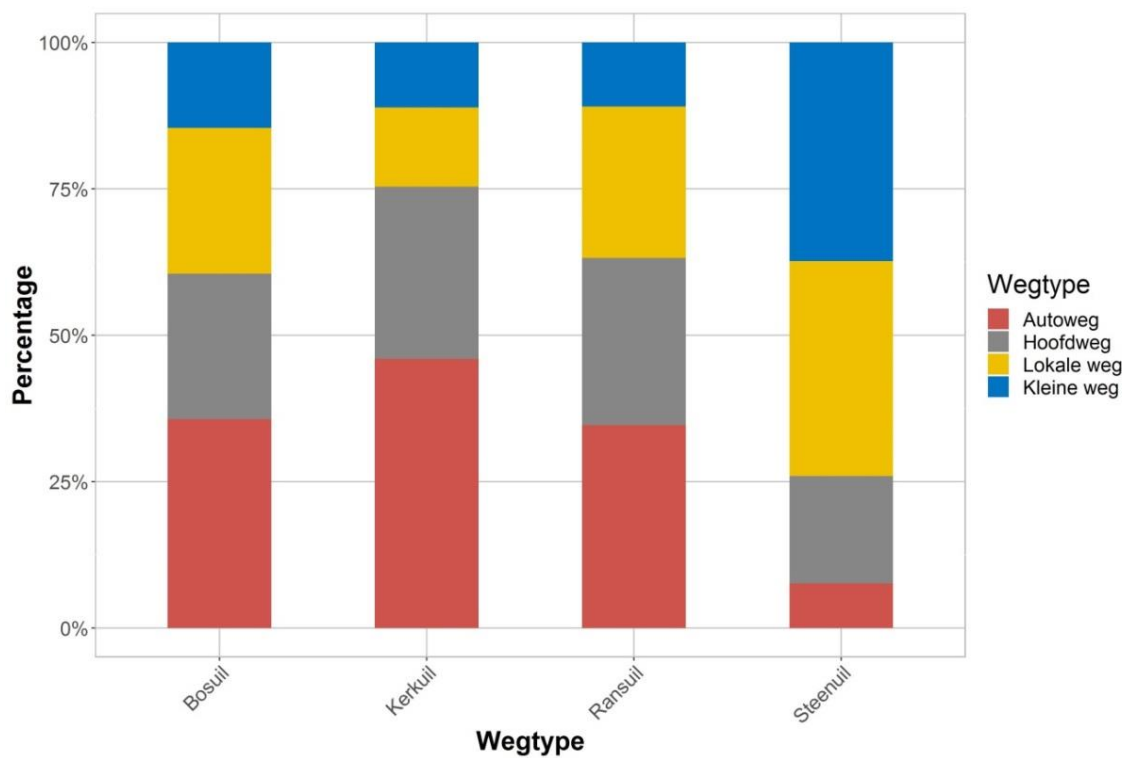
Daarentegen zien we bij de gevonden verkeersslachtoffers van dagroofvogels een meerderheid langs autowegen en hoofdwegen, hoewel het aandeel torenvalken langs lokale en kleine wegen duidelijk groter is dan bij buizerd (figuur 8). Bij de nachtroofvogels zien we een gelijkaardig beeld als bij dagroofvogels, met de meeste gevonden slachtoffers langs autowegen en hoofdwegen, behalve voor steenuil waarvan de meeste slachtoffers gevonden worden langs lokale en kleine wegen (figuur 9). De onderzochte watervogels worden vooral als slachtoffer gevonden langs kleine, lokale en hoofdwegen (figuur 10).



Figuur 7 Aandeel slachtoffers per wegtype bij amfibieën en reptielen.



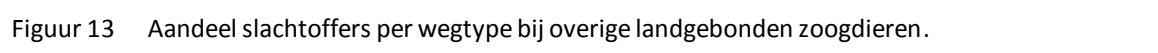
Figuur 8 Aandeel slachtoffers per wegtype bij dagroofvogels.



Figuur 9 Aandeel slachtoffers per wegtype bij nachtroofvogels.

Stacked bar chart showing the percentage distribution of road types (Autoweg, Hoofdweg, Lokale weg, Kleine weg) across seven municipalities: Boonmarter, Bunzing, Das, Hermeijin, Steenmarter, Vos, and Wezel. The y-axis represents the percentage from 0% to 100%.

Municipality	Autoweg (%)	Hoofdweg (%)	Lokale weg (%)	Kleine weg (%)
Boonmarter	18	38	28	16
Bunzing	18	35	30	17
Das	5	15	55	25
Hermeijin	2	22	40	36
Steenmarter	17	35	30	18
Vos	42	33	15	10
Wezel	1	22	45	32



4.2 VOORSPELLING MET BLACKSPOTKAART PER SOORT

In onderstaande delen van dit rapport wordt bij elke soortgroep eerst in tabelvorm per soort een overzicht gegeven van de AUC-waarde van het beste model, en de buffer die daaraan verbonden is. Verder zijn in de tabellen de significante relaties weergegeven tussen de gevonden verkeersslachtoffers en de landgebruik variabelen. Ook het resultaat van alle niet-significante landgebruik variabelen wordt echter meegenomen in de modellen (= de lege cellen in de onderstaande tabellen, zie ook 3.4 i.v.m. 'full models'). Onderstaande tabellen geven dus slechts een globaal overzicht van de modelanalyse.

Tenslotte is per soort het uiteindelijke resultaat weergegeven van de voorspelling van het model, met per wegsegment in Vlaanderen een score van de kans dat er verkeersslachtoffers kunnen worden gemeld in die soortengroep.

4.2.1 Amfibieën en reptielen

Voor gewone pad, bruine kikker en alpenwatersalamander zien we het beste resultaat (beste AUC score) op basis van de 500 m buffer rond wegsegmenten (tabel 4). Voor kleine watersalamander en hazelworm is dit op basis van de 1.000 m buffer. Alle soorten hebben een bruikbaar model van goede (AUC > 0,8) tot zeer goede kwaliteit (AUC > 0,9). Significante positieve relaties zien we in de betreffende buffers met de landgebruiksklassen heide en loofbos (gewone pad, bruine kikker en kleine watersalamander), aangevuld met ruigte en struweel (kleine watersalamander), naaldbos (alpenwatersalamander), alsook met bossen, moeras en urbane gebieden (hazelworm).

Tabel 4 Overzicht van de beste AUC-waarde en daaraan verbonden buffer rond wegsegmenten voor de amfibieën en reptielen, en de al dan niet significante relatie met landgebruiksklassen. Maar ook het resultaat van de niet-significante landgebruiksklassen (niet zichtbaar in de tabel) is meegenomen in de modellen.

soort	gewone pad	bruine kikker	alpenwatersalamander	kleine watersalamander	hazelworm
beste buffer (m)	500	500	500	1000	1000
AUC	0,87	0,88	0,92	0,91	0,92
akker			***		*
boomgaard					
grasland				*	***
heide		**		***	**
hooggroen		***	**		
loofbos	***	***		**	***
moeras					*
naaldbos			**	***	**
ruigte				***	**
struweel				**	
urbaan			***		***
water					



positieve relatie

negatieve relatie

*

significant ($p < 0,05$)

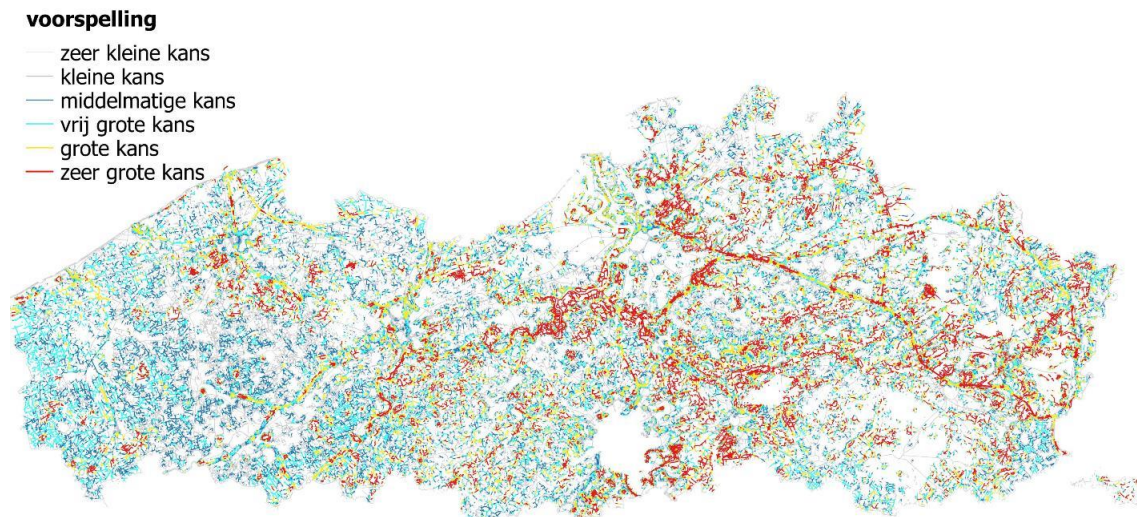
**

zeer significant ($p < 0,01$)

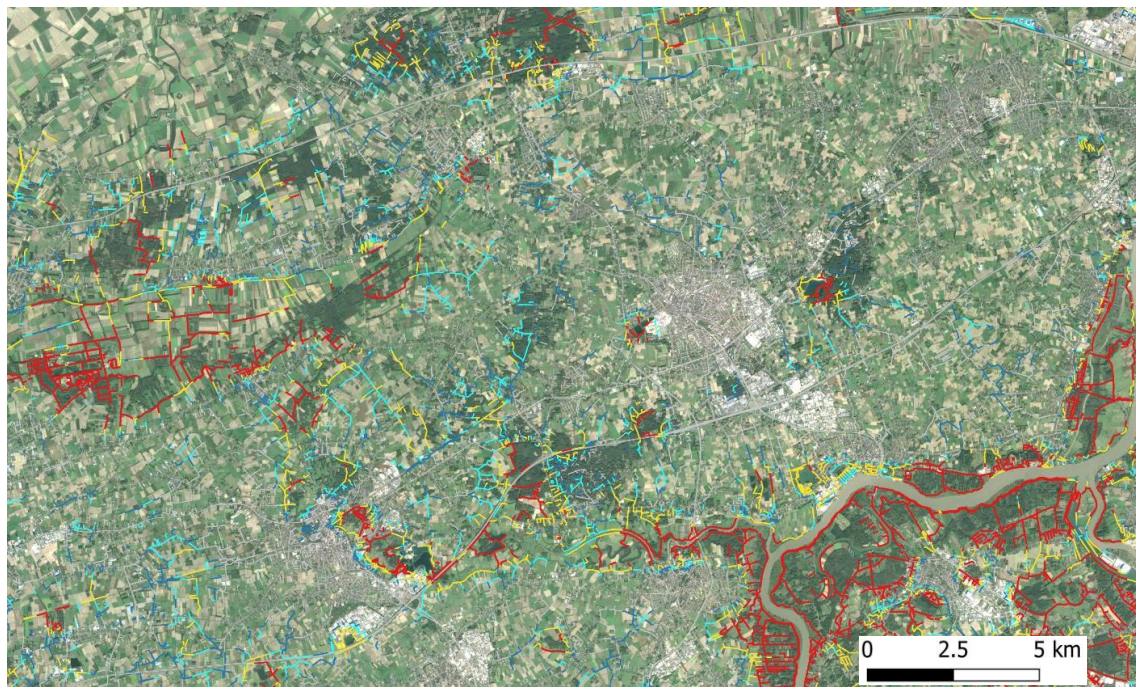
uiterst significant ($p < 0,001$)

4.2.1.1 Gewone pad

Naast de uiterst significante positieve relatie met loofbos in de 500 m buffer, zien we in de resultaten van de voorspelling dat ook de combinatie met nabijheid van waterlopen, waterplassen en moerassen in de 500 m buffer sterk opvalt, en dit in hoofdzaak langs kleine en lokale wegen (figuren 14 en 15).



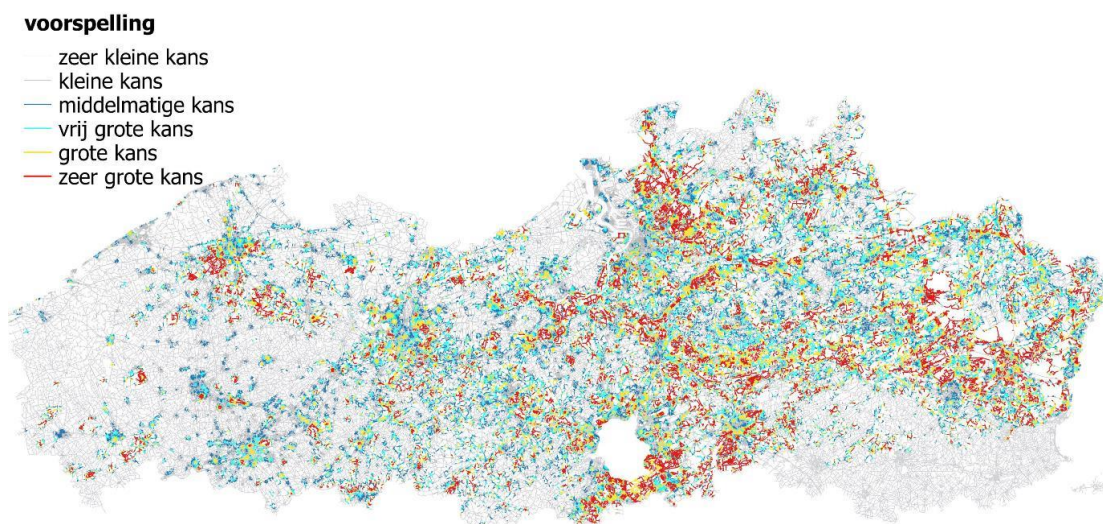
Figuur 14 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van gewone pad gemeld worden.



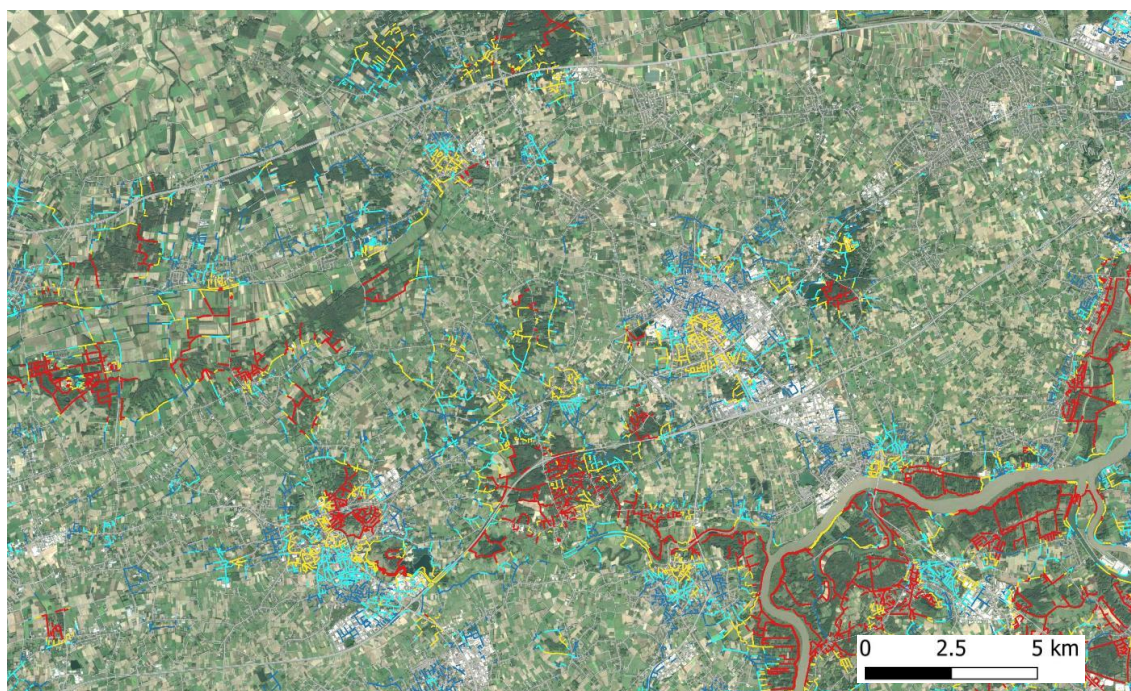
Figuur 15 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van gewone pad gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.2.1.2 Bruine kikker

Naast de zeer significante tot uiterst significante positieve relatie met resp. heide en loofbos binnen de 500 m buffer, zien we net zoals bij de gewone pad in de resultaten van de voorspelling dat ook de combinatie met nabijheid van waterlopen, waterplassen en moerassen in deze buffer sterk opvalt, en dit in hoofdzaak langs kleine en lokale wegen (figuren 16 en 17). In vergelijking met de gewone pad zijn in de voorspellingskaart van bruine kikker echter iets minder omgevingen van waterplassen meegenomen en soms meer kleine wegen tot in de dichtere bebouwing (bv. woonwijken met tuinen).



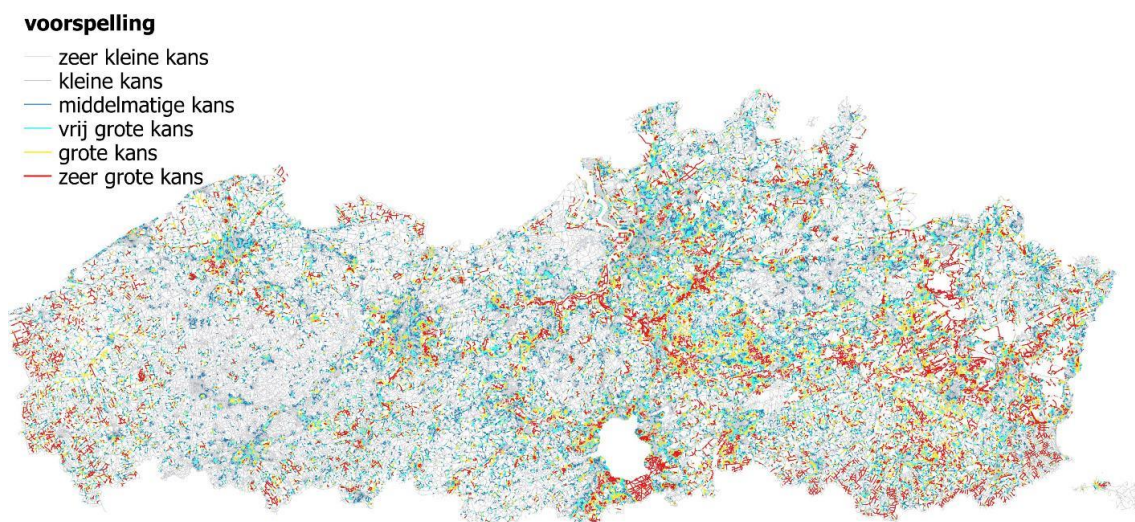
Figuur 16 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van bruine kikker gemeld worden.



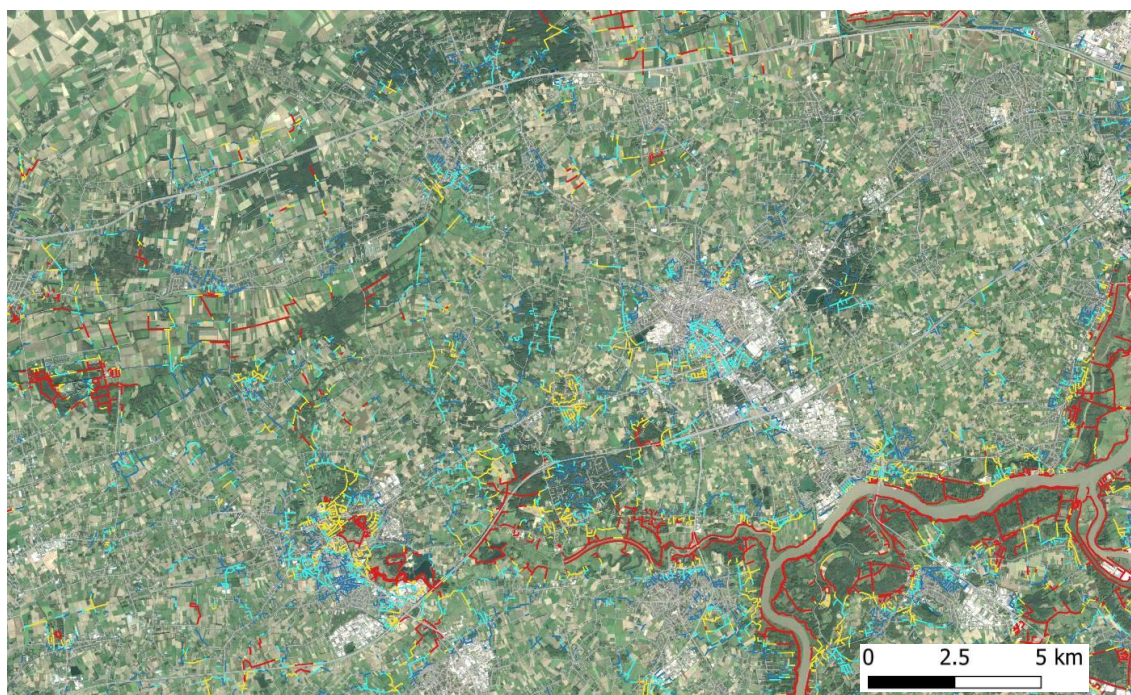
Figuur 17 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van bruine kikker gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.2.1.3 Alpenwatersalamander

In de resultaten van de voorspelling zien we dat de combinatie van kleine tot grotere bossen (ook naaldbos) met de nabijheid van waterlopen, waterplassen en moerassen in de 500 m buffer sterk opvalt, en dit in hoofdzaak langs kleine en lokale wegen (figuren 18 en 19). De gelijkenissen met het resultaat van gewone pad lijken groter dan deze van bruine kikker.



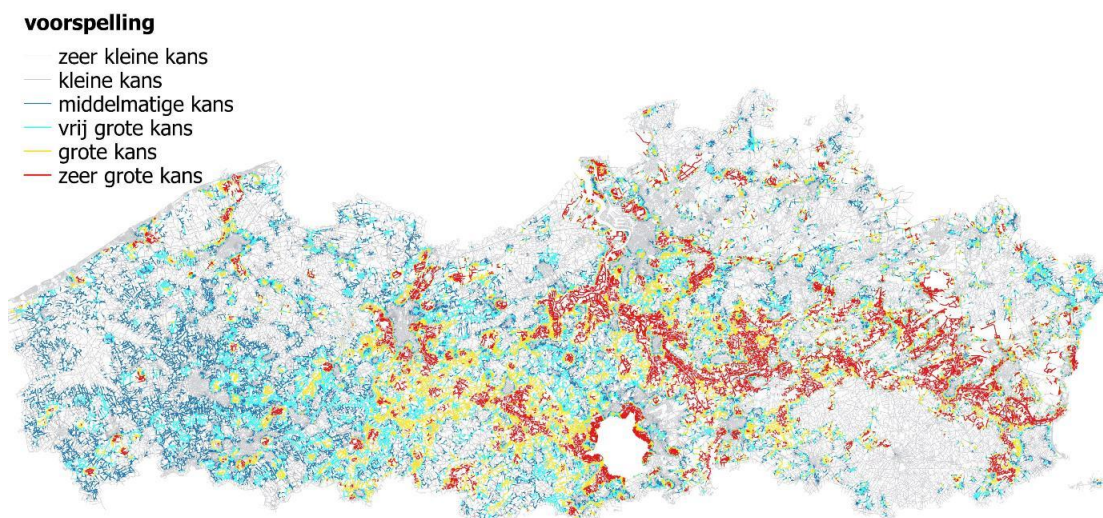
Figuur 18 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van alpenwatersalamander gemeld worden.



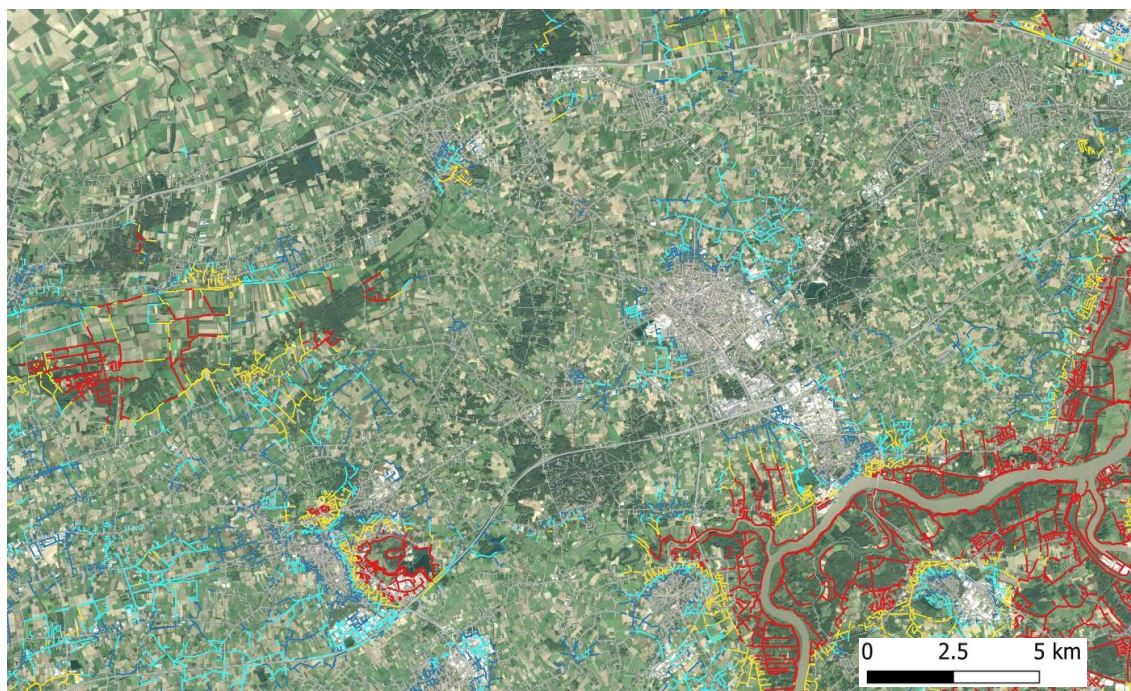
Figuur 19 Voorspelling van kans dat er verkeersslachtoffers van alpenwatersalamander gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.2.1.4 Kleine watersalamander

Naast de zeer significante tot uiterst significante positieve relatie met heide, loofbos, ruigte en struwelen binnen de 1.000 m buffer, zien we dat net zoals bij de andere amfibieën in de resultaten van de voorspelling ook de combinatie opvalt met de nabijheid van waterlopen, waterplassen en moerassen, en dit in hoofdzaak langs kleine en lokale wegen (figuren 20 en 21). In vergelijking met de gewone pad, bruine kikker en alpenwatersalamander, lijken er in het resultaat van de voorspellingskaart wat minder grote potentiële knelpunten te zijn in de omgeving van de kleinere waterlopen en waterplassen.



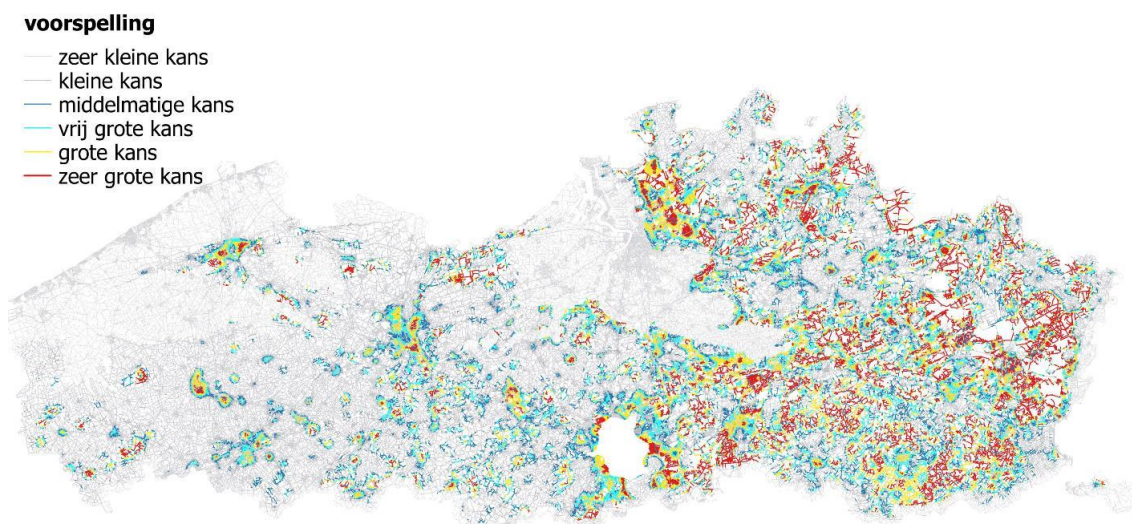
Figuur 20 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van kleine watersalamander gemeld worden.



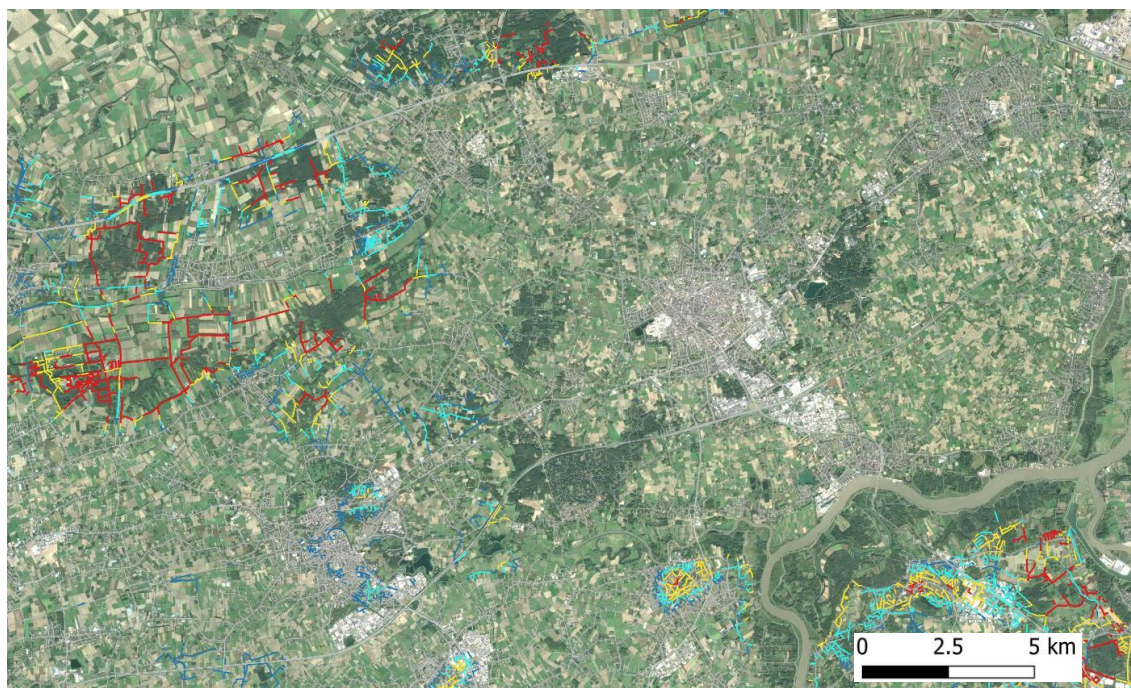
Figuur 21 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van kleine watersalamander gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.2.1.5 Hazelworm

De uiterst significante positieve relatie met loofbos en urbane gebieden, zeer significante relatie met naaldbos en significante relatie met moeras binnen de 1.000 m buffer, kunnen duidelijk ook in het resultaat van de voorspellingskaart opgemerkt worden (figuren 22 en 23). Dit is vooral het geval voor de omgeving van grote loof- en naaldboscomplexen en in bepaalde urbane gebieden (bv. woonwijken met tuinen), en dit zoals bij de amfibieën ook in hoofdzaak langs kleine en lokale wegen.



Figuur 22 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van hazelworm gemeld worden.



Figuur 23 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van hazelworm gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.2.2 Dag- en nachtroofvogels

Voor torenvalk, steenuil en kerkuil (= soorten die vaak te zien zijn in open tot halfopen gebieden) zien we het beste resultaat (beste AUC score) op basis van de 500 m buffer rond wegsegmenten (tabel 5). Voor buizerd en bosuil (= soorten die vaak te vinden zijn in of nabij bosgebied) is dit op basis van de 100 m buffer, en voor ransuil op basis van de 1.000 m buffer. Alle soorten hebben een bruikbaar model van voldoende (AUC > 0,7) tot goede kwaliteit (AUC > 0,8).

Significant positieve relaties zien we in de betreffende buffers met de landgebruiksklassen akker, boomgaard en grasland (steenuil) en met loof- en naaldbos (bosuil). Opvallend is dat er voor de dagroofvogels geen significant positieve relaties zijn vastgesteld. De uiterst significant negatieve relatie met urbane gebieden (behalve voor steenuil) valt ook op, waardoor de kans hoger is om verkeersslachtoffers te vinden langs door de mens minder verstoorde gebieden (bv. uitgestrekte natuurgebieden).

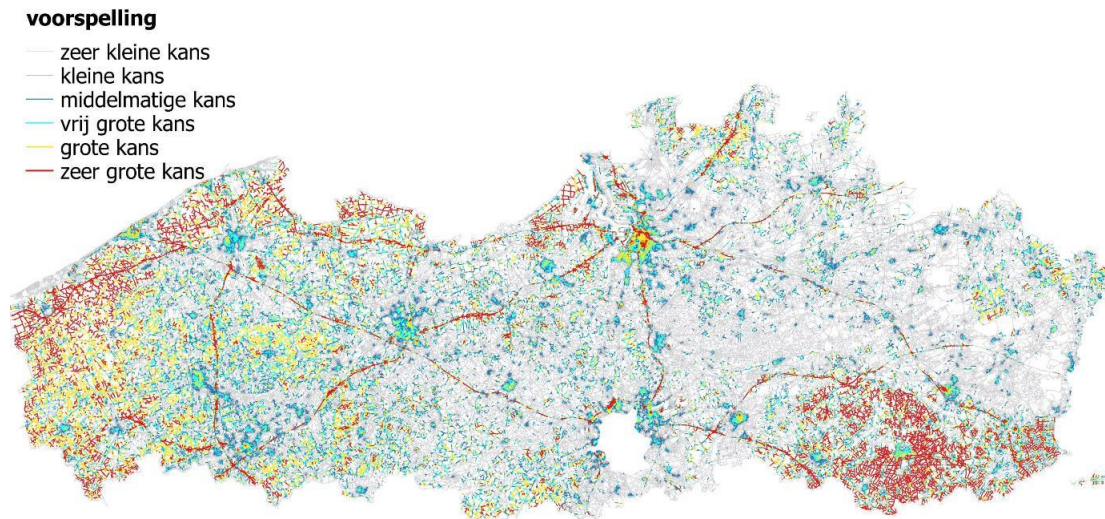
Tabel 5 Overzicht van de beste AUC-waarde en daaraan verbonden buffer rond wegsegmenten voor de dag- en nachtroofvogels, en de al dan niet significante relatie met landgebruiksklassen. Maar ook het resultaat van de niet-significante landgebruiksklassen (niet zichtbaar in de tabel) is meegenomen in de modellen.

soort	torenvalk	buizerd
beste buffer (m)	500	100
AUC	0,80	0,82
akker	***	***
boomgaard		
grasland	***	***
heide	*	
hooggroen	*	*
loofbos	***	***
moeras		
naaldbos	***	*
ruigte	*	
struweel		
urbaan	***	***
water	***	*

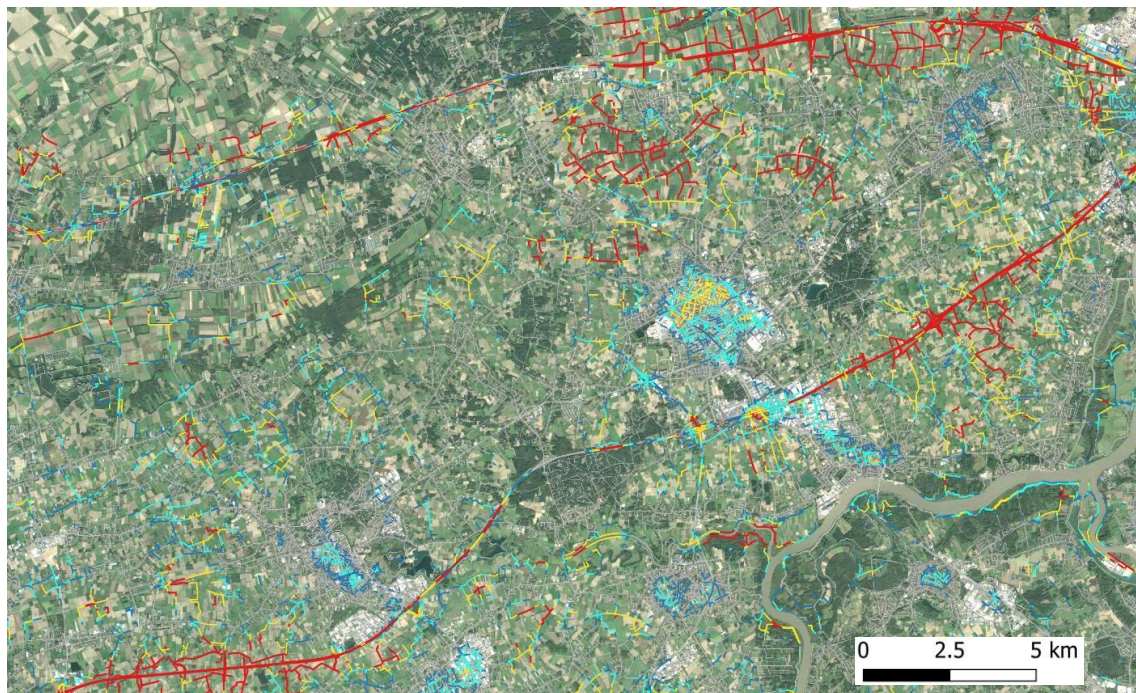
	positieve relatie
	negatieve relatie
*	significant ($p < 0,05$)
**	zeer significant ($p < 0,01$)
***	uiterst significant ($p < 0,001$)

4.2.2.1 Torenavalk

De kans op een melding van een verkeersslachtoffer van torenvalk heeft enkel significante negatieve relaties, o.m. met akker, grasland en bossen binnen de 500 m buffer, maar tegelijk ook met urbane gebieden waardoor in het resultaat van de voorspellingskaart vaak de meer open tot halfopen gebieden met relatief weinig bebouwing sterk opvallen, en dit voor een aanzienlijk deel langs de grotere wegen (figuren 24 en 25).



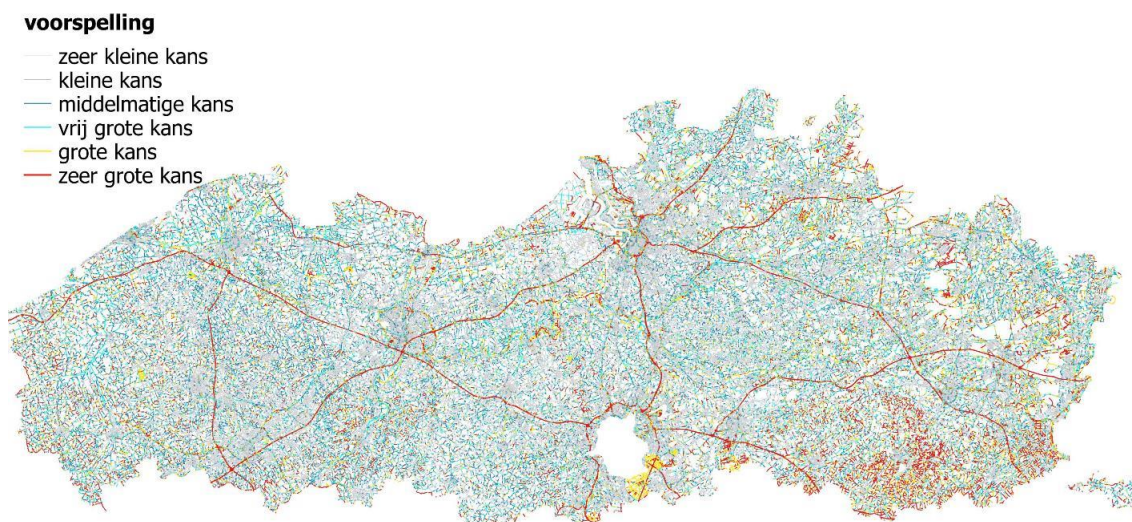
Figuur 24 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van torenvalk gemeld worden.



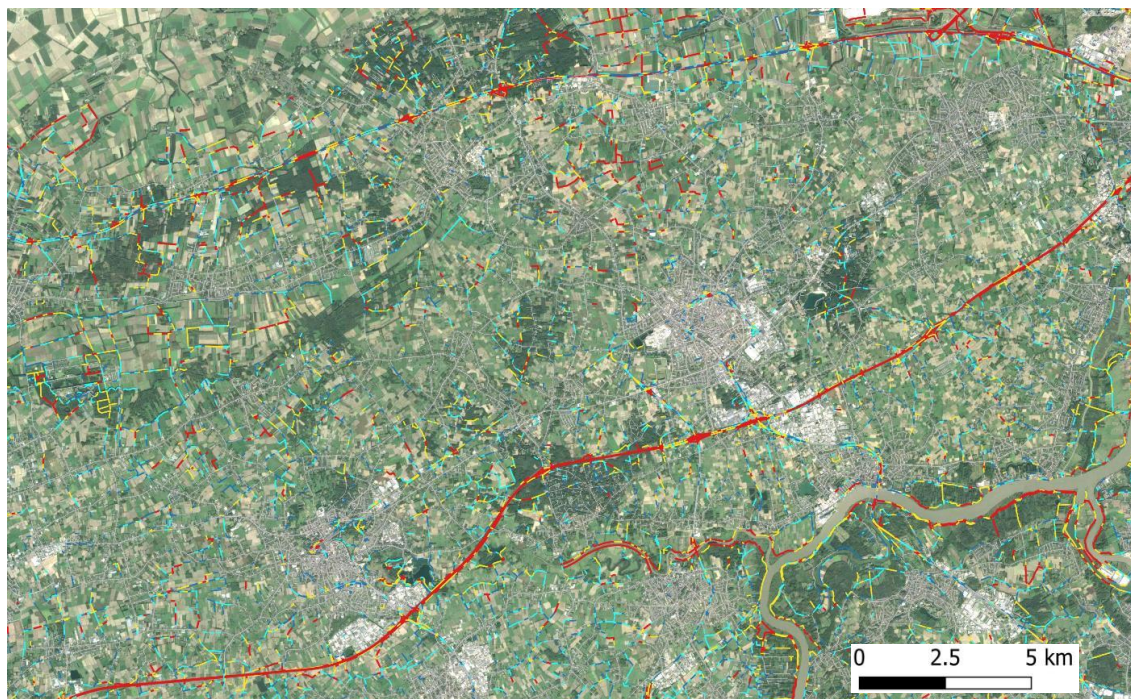
Figuur 25 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van torenvalk gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.2.2.2 Buizerd

Net zoals de torenvalk heeft de kans op een melding van een verkeersslachtoffer van buizerd enkel significante negatieve relaties, o.m. met akker, grasland en bossen binnen een buffer van 100 m, maar tegelijk ook met urbane gebieden waardoor in het resultaat van de voorspellingskaart vaak de gebieden met relatief weinig bebouwing sterk opvallen (figuren 26 en 27). In vergelijking met torenvalk worden voor buizerd ook veel gebieden aangeduid in of langs bossen, en het aandeel grote autowegen is nog opvallender.



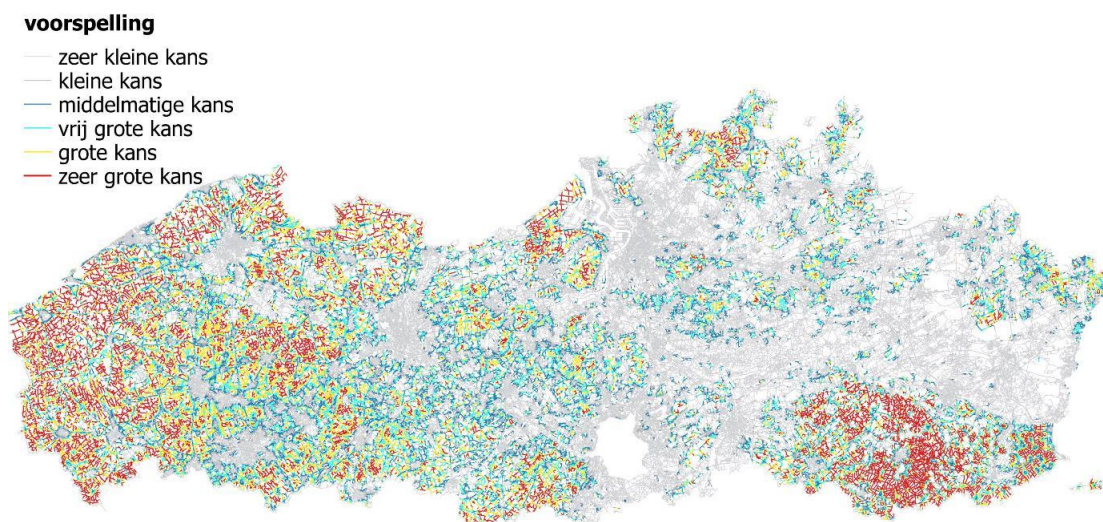
Figuur 26 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van buizerd gemeld worden.



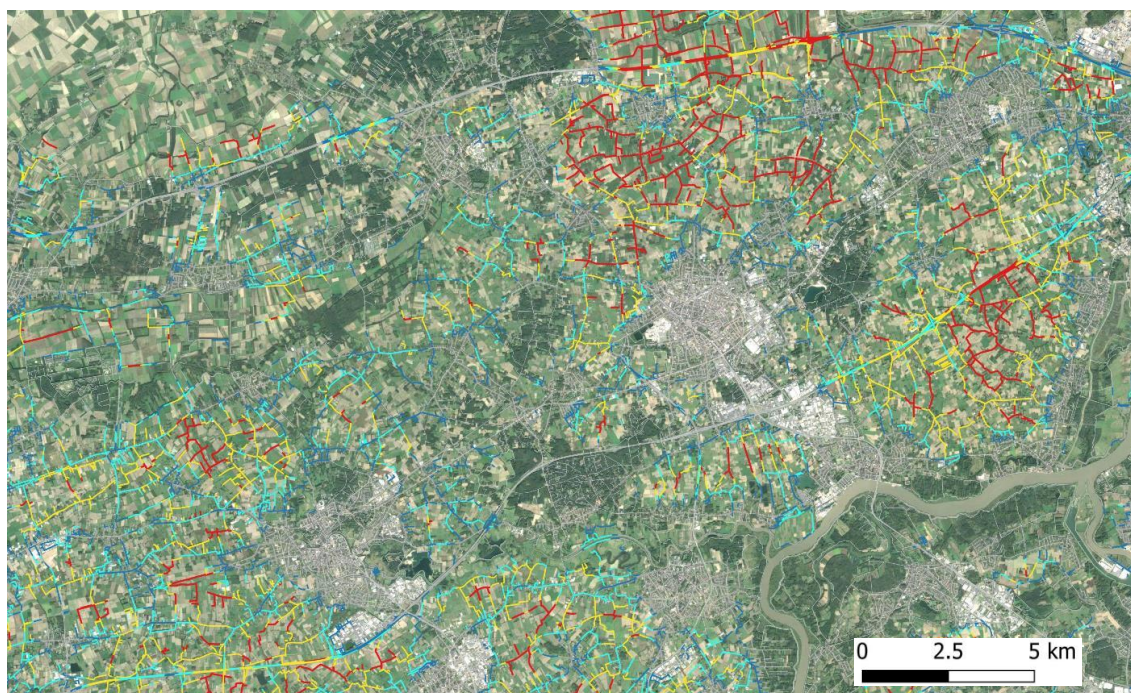
Figuur 27 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van buizerd gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.2.2.3 Steenuil

De kans op een melding van een verkeersslachtoffer van steenuil heeft binnen een 500 m buffer een uiterst significante positieve relatie met akker, grasland en boomgaard, en een zeer negatief tot uiterst negatief significant met bossen en ander hoog groen. Ook in het resultaat van de voorspellingskaart is dit op te merken, met vooral een grote kans op gevonden slachtoffers langs kleine tot grote wegen in open tot halfopen landbouwgebieden (figuren 28 en 29).



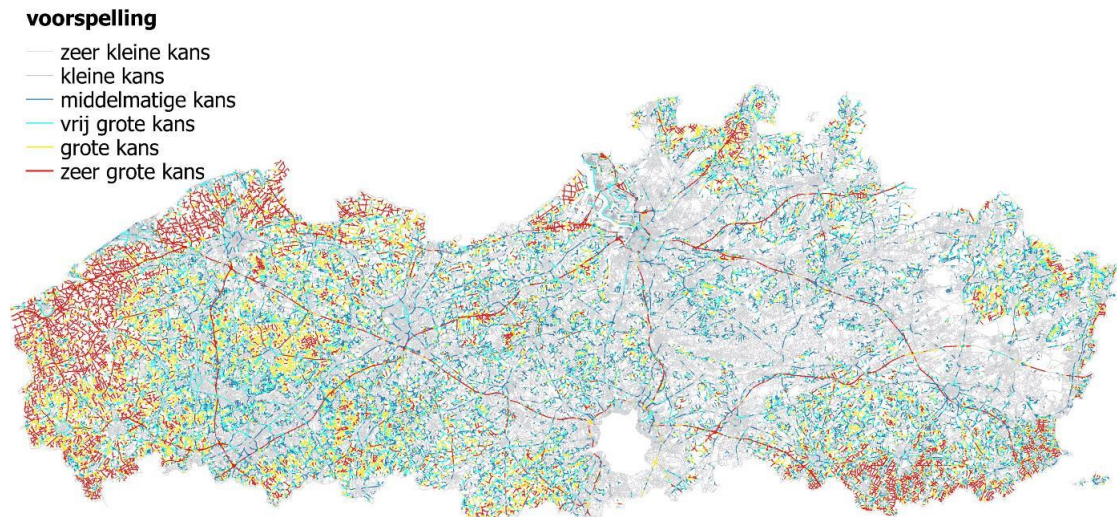
Figuur 28 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van steenuil gemeld worden.



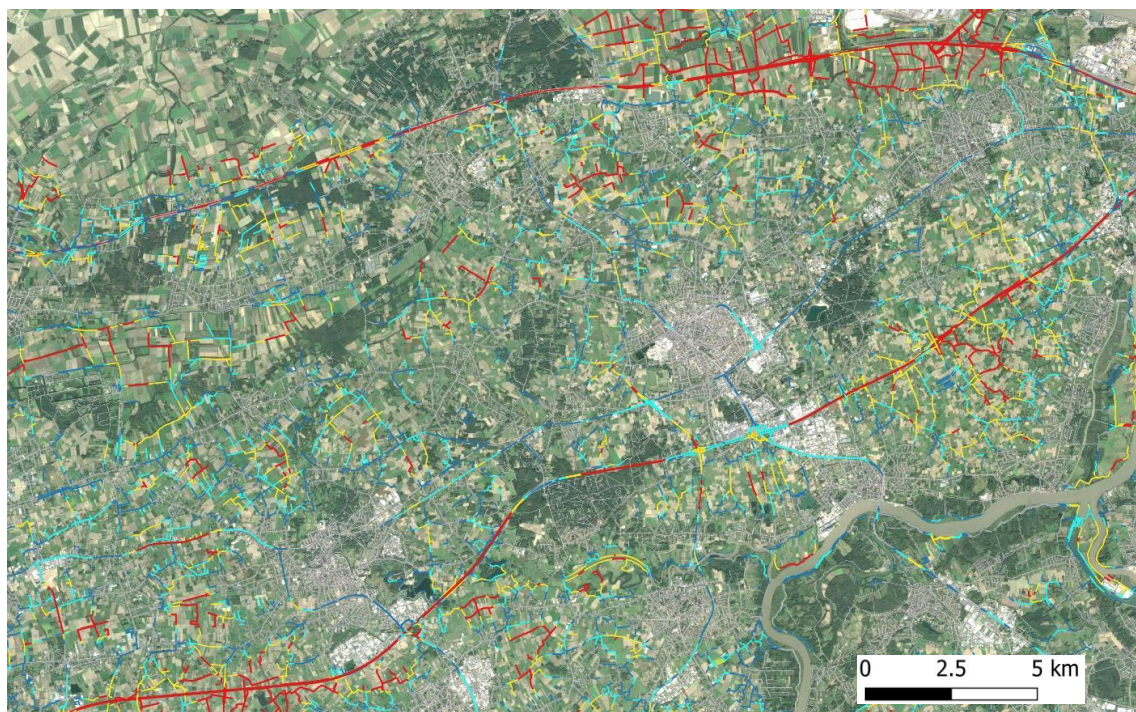
Figuur 29 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van steenuil gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.2.2.4 Kerkuil

De kans op een melding van een verkeersslachtoffer van kerkuil heeft binnen de 500 m buffer enkel significante negatieve relaties, o.m. met bossen en urbane gebieden. Het resultaat van de voorspellingskaart heeft relatief veel gelijkenissen met deze van torenvalk, met de meer open tot halfopen gebieden die sterk opvallen (figuren 30 en 31).



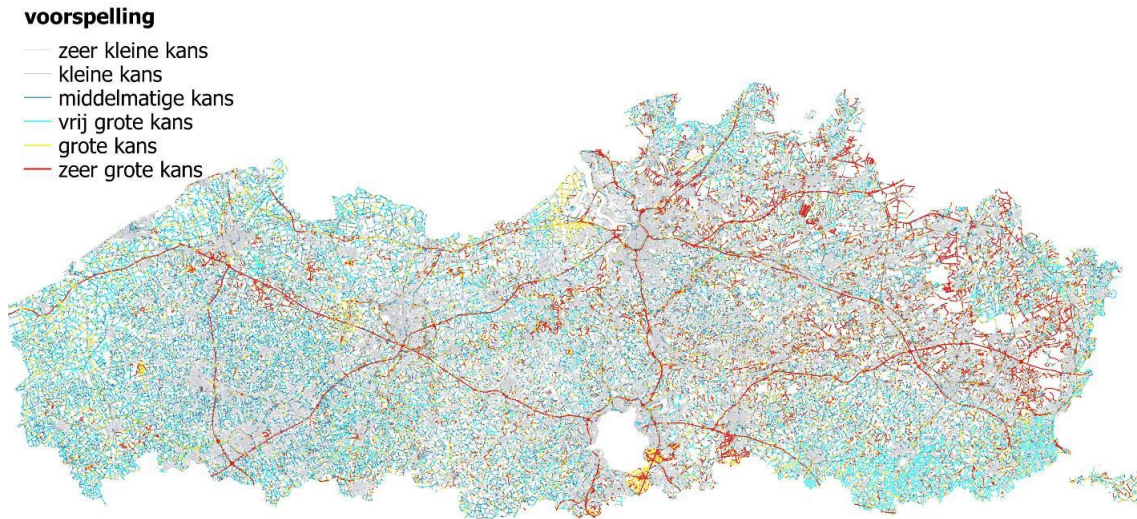
Figuur 30 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van kerkuil gemeld worden.



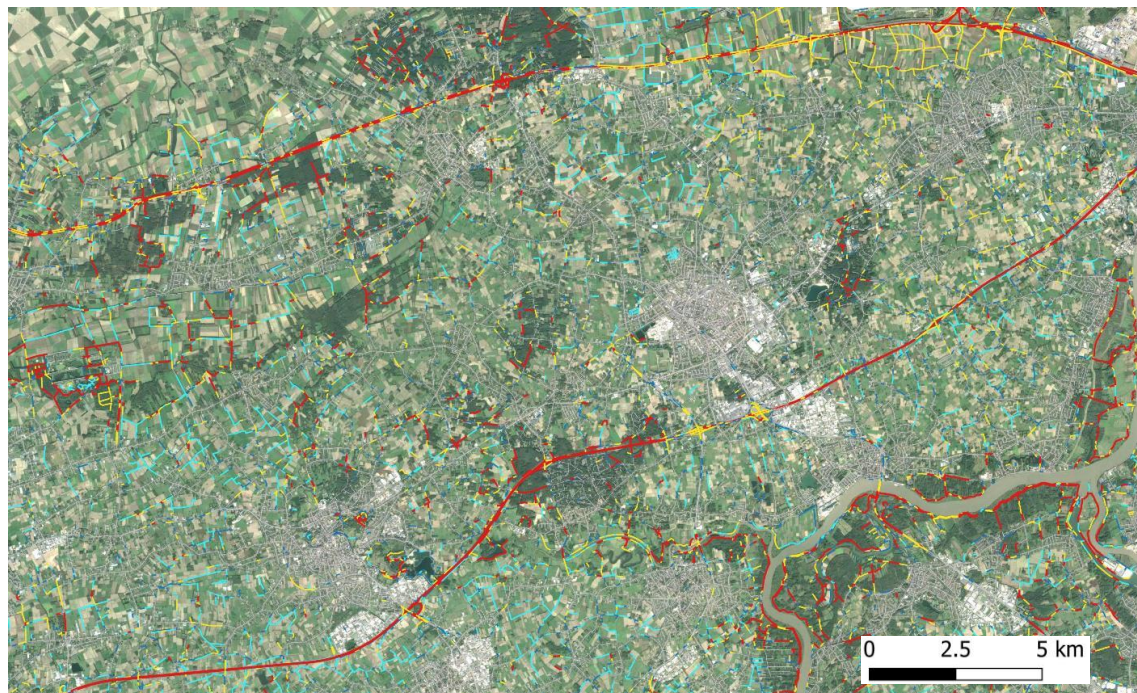
Figuur 31 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van kerkuil gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.2.2.5 Bosuil

Voor bosuil is er een zeer significante positieve relatie met loofbossen en naaldbossen en een uiterst significant negatieve relatie met urbane gebieden. Het resultaat van de voorspellingskaart kent veel gelijkenissen met deze van buizerd, en ook de buffer van het beste model (100 m) is voor beide soorten gelijk. De grote autowegen vallen heel sterk op in de voorspellingskaart, zowel langs open gebieden als meer gesloten gebieden met bossen (figuren 32 en 33).



Figuur 32 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van bosuil gemeld worden.



Figuur 33 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van bosuil gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.2.3 Watergebonden vogels

Voor waterhoen en meerkoet zien we het beste resultaat (beste AUC score) op basis van de 100 m buffer rond wegsegmenten, met bruikbare modellen van voldoende ($AUC > 0,7$) tot goede kwaliteit ($AUC > 0,8$). Voor wilde eend zien we het beste resultaat op basis van de 500 m buffer, maar de AUC-waarde daarvoor is net te laag om van een goed model te kunnen spreken ($AUC < 0,7$).

Significant positieve relaties zien we in de betreffende buffers met de landgebruiksklassen akker, grasland en water (tabel 6).

Tabel 6 Overzicht van de beste AUC-waarde en daaraan verbonden buffer rond wegsegmenten voor de watergebonden vogels, en de al dan niet significante relatie met landgebruiksklassen. Maar ook het resultaat van de niet-significante landgebruiksklassen (niet zichtbaar in de tabel) is meegenomen in de modellen. De AUC score voor wilde eend is onvoldoende.

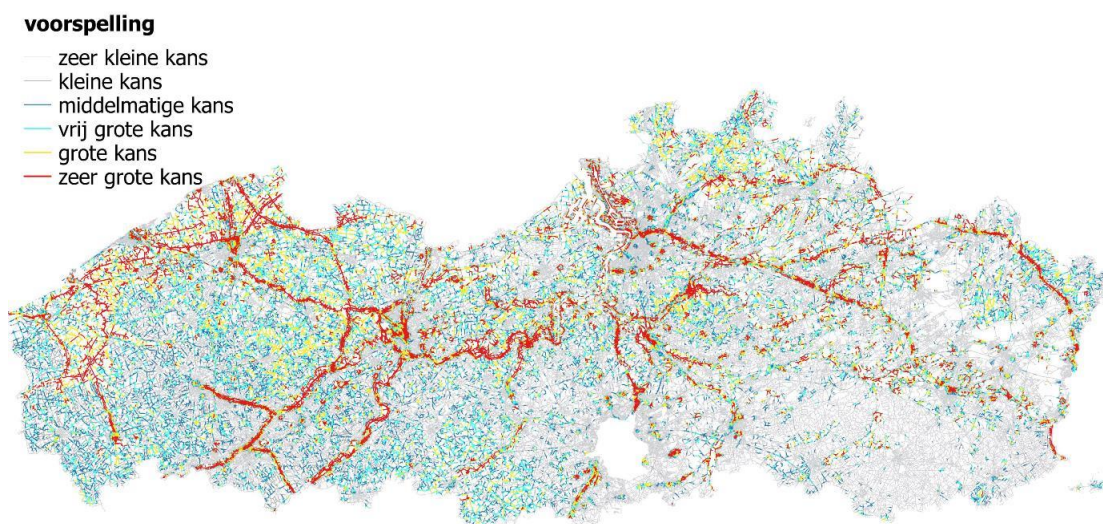
soort	wilde eend	waterhoen	meerkoet
beste buffer (m)	500	100	100
AUC	0,67	0,79	0,89
akker	*	***	
boomgaard	*		
grasland	***	***	***
heide	*		
hooggroen		**	**
loofbos			***
moeras			
naaldbos		***	**
ruigte			
struweel	*	*	*
urbaan			
water	***	***	***

	positieve relatie
	negatieve relatie
*	significant ($p < 0,05$)
**	zeer significant ($p < 0,01$)
***	uiterst significant ($p < 0,001$)

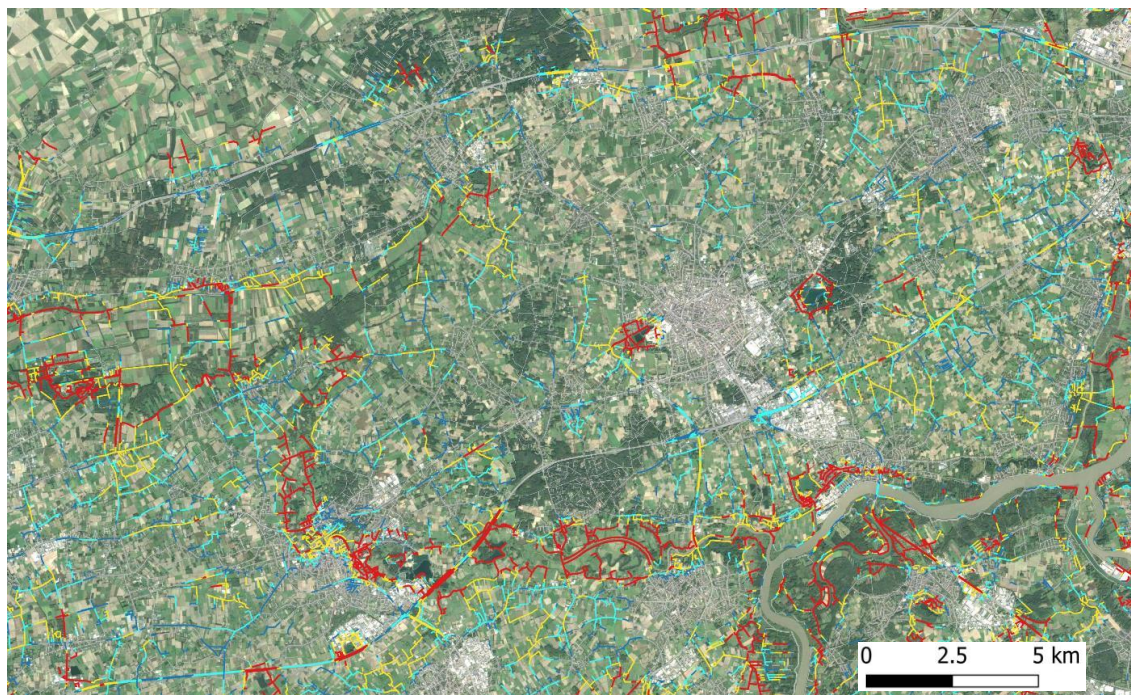
4.2.3.1 Wilde eend

De kans op een melding van een verkeersslachtoffer van wilde eend heeft binnen een 500 m buffer een uiterst significante positieve relatie met grasland en water en significant positieve relatie met akker. Ook in het resultaat van de voorspellingskaart is dit op te merken, met vooral een grote kans op gevonden slachtoffers langs grasland, akker en bos in de omgeving van water. De directe omgeving van waterplassen, moerassen, kanalen, rivieren en kleinere waterlopen komen hierdoor ook sterk naar voor (figuren 36 en 37).

Het model voor wilde eend heeft echter een iets te lage AUC-waarde om voldoende betrouwbaar te zijn. De kaart moet dan ook met enige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.



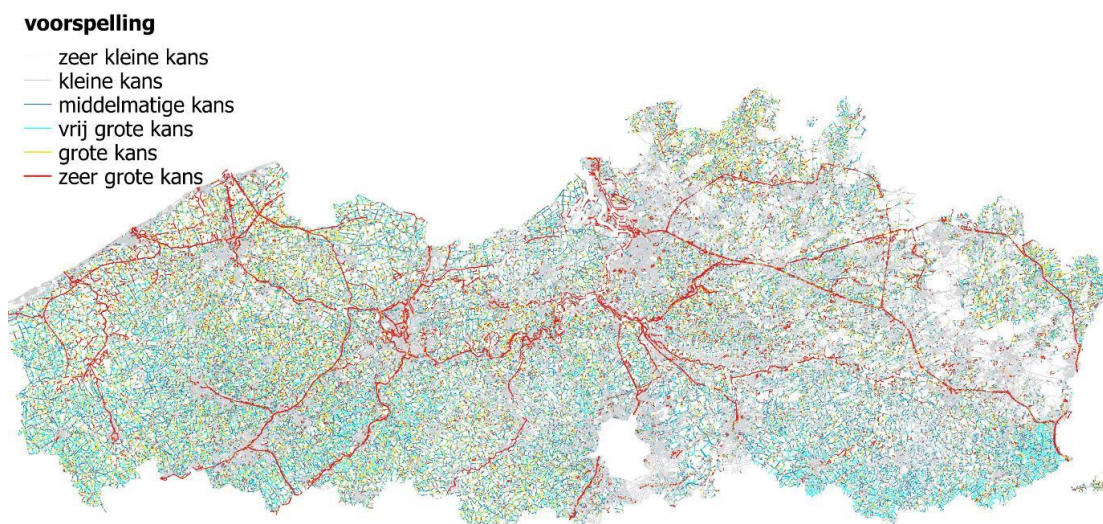
Figuur 36 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van wilde eend gemeld worden.



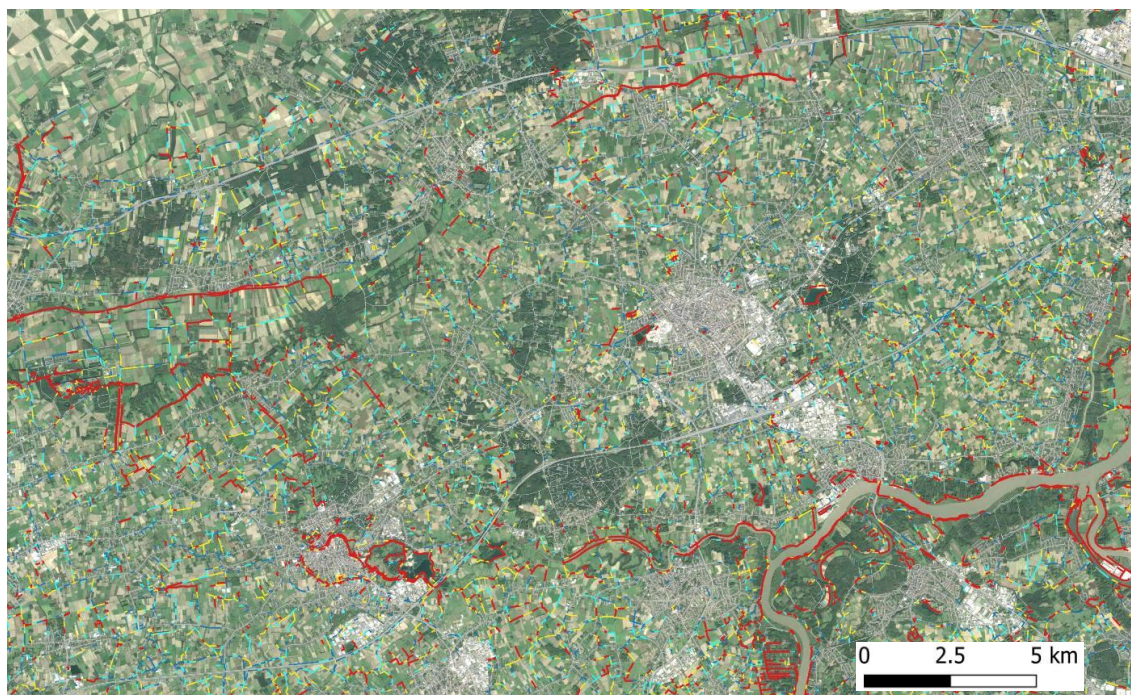
Figuur 37 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van wilde eend gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.2.3.2 Waterhoen

Zoals bij wilde eend zien we voor waterhoen ook een uiterst significante positieve relatie met grasland en water, het beste in de 100 m buffer. Ook in het resultaat van de voorspellingskaart is dit op te merken, met vooral een grote kans op gevonden slachtoffers langs grasland, akker en bos in de omgeving van water (figuren 38 en 39). De directe omgeving waterplassen, moerassen, kanalen, rivieren en kleinere waterlopen komen hierdoor ook sterk naar voor, vooral langs de kleinere wegen.



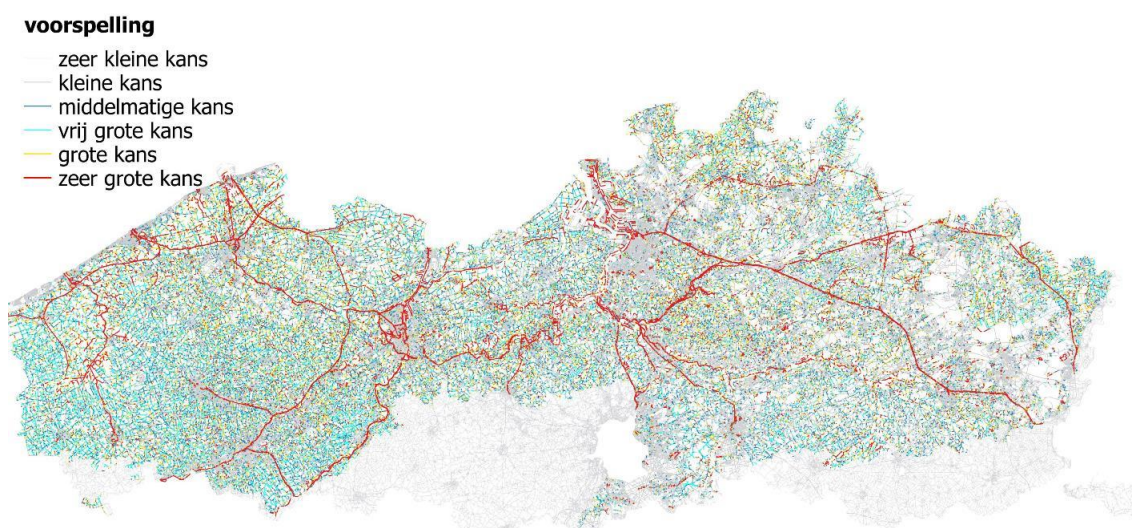
Figuur 38 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van waterhoen gemeld worden.



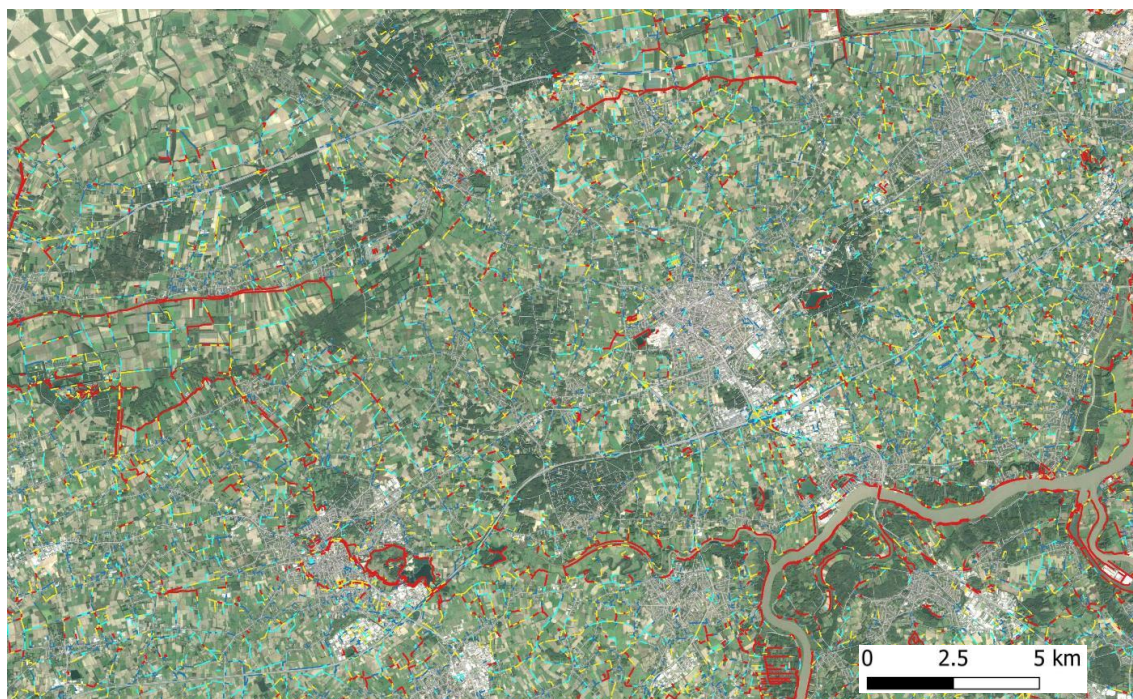
Figuur 39 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van waterhoen gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.2.3.3 Meerkoet

Het resultaat van de voorspellingskaart van meerkoet heeft omwille van een uiterst significante positieve relatie met grasland en water binnen de 100 m buffer sterke gelijkenissen met het resultaat voor waterhoen. Er is vooral een grote kans op gevonden slachtoffers langs grasland, akker en bos in de omgeving van water (figuren 40 en 41). Zoals bij waterhoen komt hierdoor ook de directe omgeving waterplassen, moerassen, kanalen, rivieren en kleinere waterlopen sterk naar voor, vooral langs de kleinere wegen. Hierbij zijn er in vergelijking met waterhoen wel iets minder potentiële knelpunten aangeduid langs zeer kleine waterlopen. Van de meerkoet waren in de gebruikte database onvoldoende slachtoffers aanwezig in enkele ecoregio's in het zuidelijk deel van Vlaanderen, waardoor deze niet zijn meegenomen in de voorspelling.



Figuur 40 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van meerkoet gemeld worden.



Figuur 41 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van meerkoet gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.2.4 Grote landgebonden zoogdieren

Voor zowel ree als wild zwijn zien we het beste resultaat (beste AUC score) op basis van de 500 m buffer rond wegsegmenten, met bruikbare modellen van voldoende (AUC > 0,7) tot goede (AUC > 0,8) kwaliteit (tabel 7).

Significant positieve relaties zien we in de betreffende buffers met de landgebruiksklassen moeras en bossen (ree), en boomgaard, naaldbos en ruigte (wild zwijn). De uiterst significant negatieve relatie met urbane gebieden valt ook op voor beide soorten, wat erop wijst dat de kans hoger is om verkeersslachtoffers te vinden langs wegen in door de mens minder verstoorde gebieden (bv. uitgestrekte natuurgebieden).

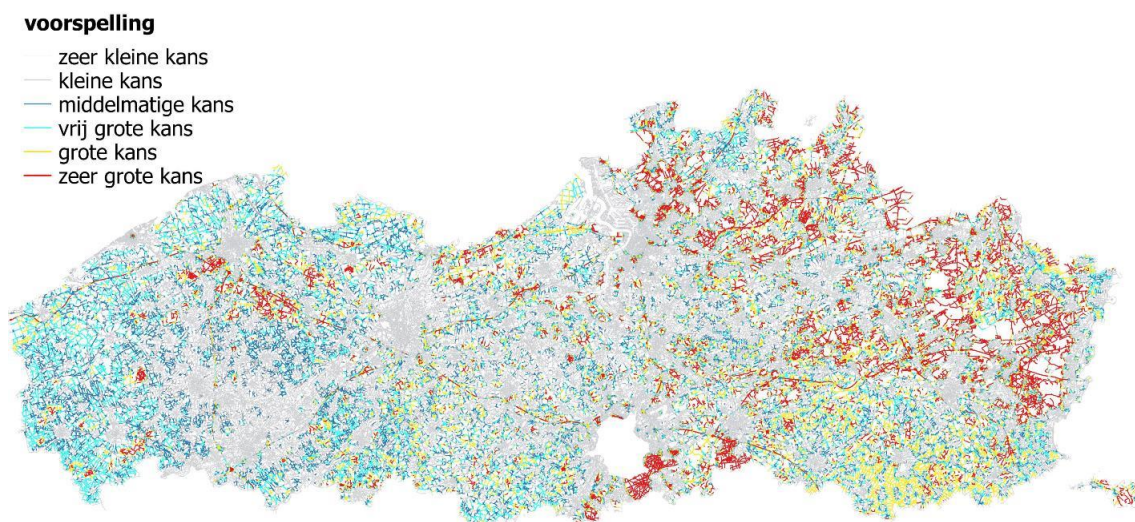
Tabel 7 Overzicht van de beste AUC-waarde en daaraan verbonden buffer rond wegsegmenten voor de grote landgebonden zoogdieren, en de al dan niet significante relatie met landgebruiksklassen. Maar ook het resultaat van de niet-significante landgebruiksklassen (niet zichtbaar in de tabel) is meegenomen in de modellen.

soort	ree	wild zwijn
beste buffer (m)	500	500
AUC	0,77	0,88
akker		
boomgaard		**
grasland		*
heide		
hooggroen	**	
loofbos	***	
moeras	**	
naaldbos	***	*
ruigte		**
struweel		
urbaan	***	***
water	**	

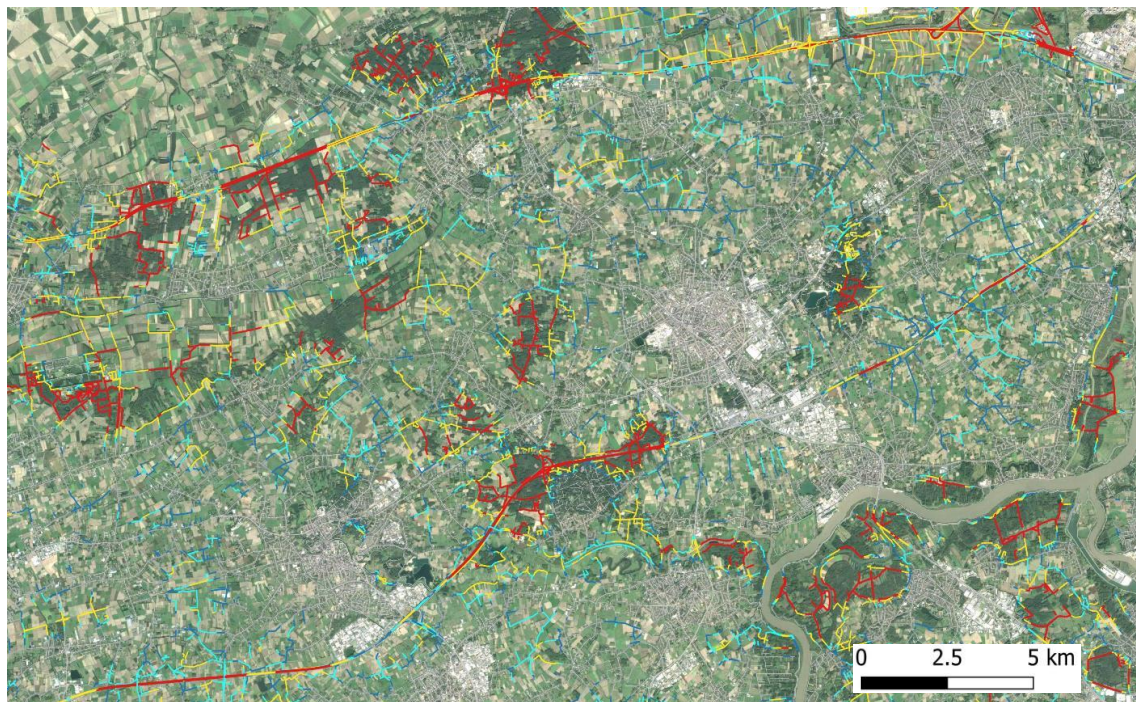
	positieve relatie
	negatieve relatie
*	significant ($p < 0,05$)
**	zeer significant ($p < 0,01$)
***	uiterst significant ($p < 0,001$)

4.2.4.1 Ree

De zeer significante tot uiterst significante positieve relatie met loofbos, naaldbos, hooggroen en moeras binnen de 500 m buffer langs zowel kleine tot grotere wegen, kan duidelijk ook in het resultaat van de voorspellingskaart opgemerkt worden. Dit is vooral het geval in de omgeving van de grotere boscomplexen, maar ook wel in de meer open tot halfopen landbouwgebieden in de buurt van bos. De uiterst significant negatieve relatie met urbane gebieden is ook duidelijk te zien in de voorspellingskaart (figuren 42 en 43).



Figuur 42 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van ree gemeld worden.



Figuur 43 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van ree gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

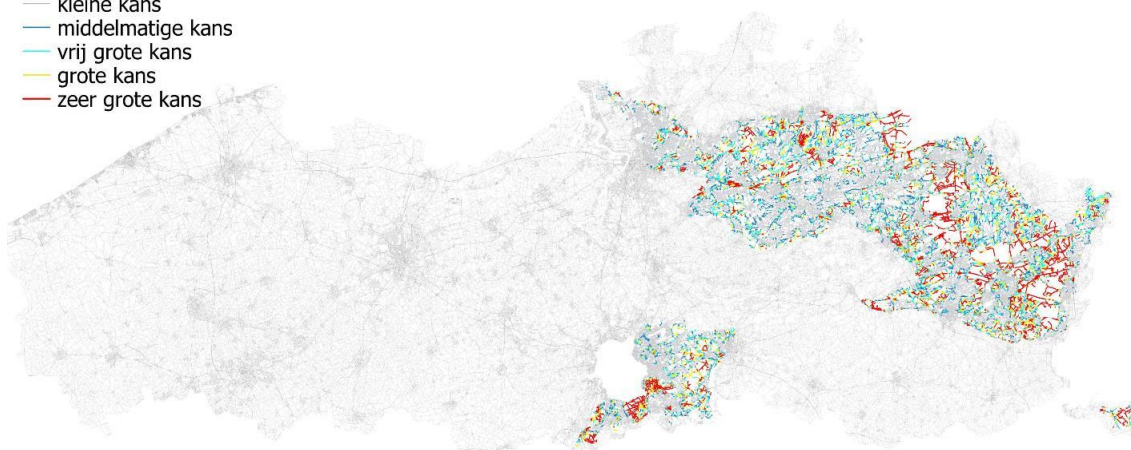
4.2.4.2 Wild zwijn

Hoewel er voor wild zwijn binnen de 500 m buffer langs zowel kleine tot grotere wegen geen significant positieve relatie is met loofbos (wel met naaldbos, ruigte en boomgaard), zien we in het resultaat van de voorspellingskaart ook wel duidelijk meer kans op slachtoffers in de directe omgeving van loofbos in grote boscomplexen, alsook de meer halfopen landbouwgebieden in de buurt van grote boscomplexen. Zoals bij ree is de uiterst significant negatieve relatie met urbane gebieden goed te zien in de voorspellingskaart (figuren 44 en 45).

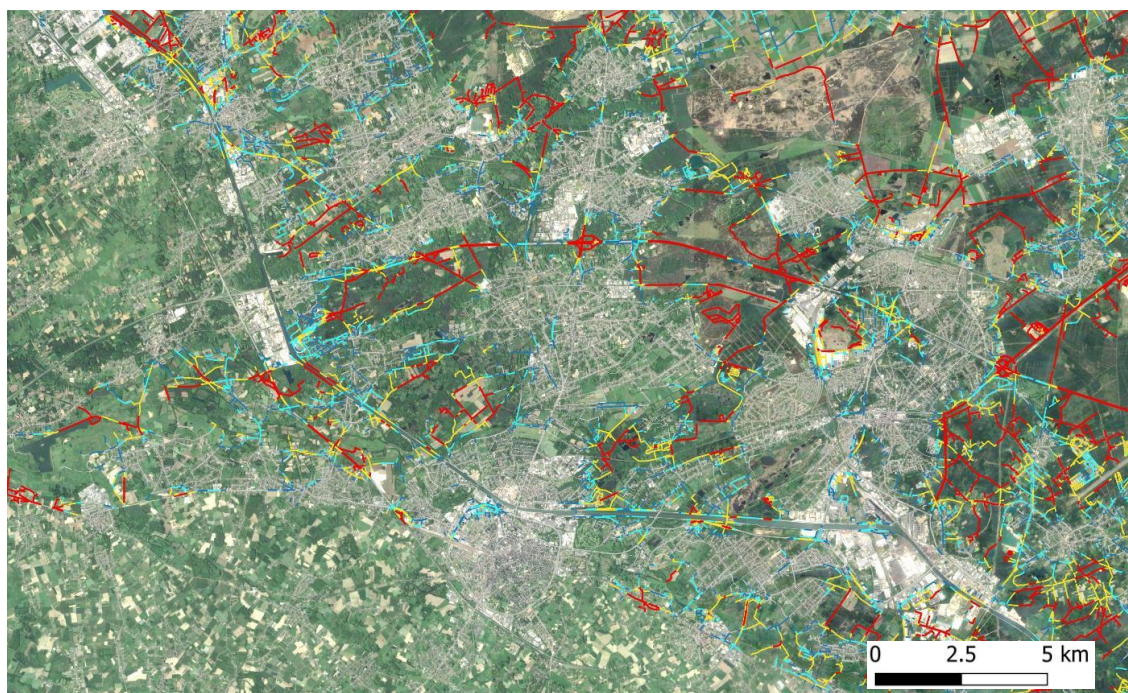
Voor wild zwijn waren in de gebruikte database, zoals te verwachten op basis van de kennis over actuele verspreiding, onvoldoende slachtoffers aanwezig in de ecodistricten in de provincies Oost- en West-Vlaanderen, maar ook in bepaalde delen van Vlaams-Brabant, Antwerpen en Limburg. Hierdoor zijn deze niet meegenomen in de voorspelling.

voorspelling

- zeer kleine kans
- kleine kans
- middelmatige kans
- vrij grote kans
- grote kans
- zeer grote kans



Figuur 44 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van wild zwijn gemeld worden.



Figuur 45 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van wild zwijn gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio rond Hasselt en Genk.

4.2.5 Territoriale middelgrote en kleine landgebonden carnivore zoogdieren

Voor wezel, bunzing, steenmarter en das zien we het beste resultaat (beste AUC score) op basis van de 1.000 m buffer rond wegsegmenten, voor de hermelijn en boommarter is dit op basis van de 500 m buffer en voor de vos op basis van de 50 m buffer. De modellen zijn bruikbaar en van voldoende (AUC > 0,7) tot goede (AUC > 0,8) en zelfs zeer goede kwaliteit (AUC > 0,9), behalve voor de bunzing en steenmarter.

Significant positieve relaties zien we in de betreffende buffers o.m. vooral met de landgebruiksklassen boomgaard en grasland, en specifiek voor boommarter de combinatie van grasland, loofbos en naaldbos. De uiterst significant negatieve relatie met urbane gebieden valt ook op voor verschillende soorten (tabel 8).

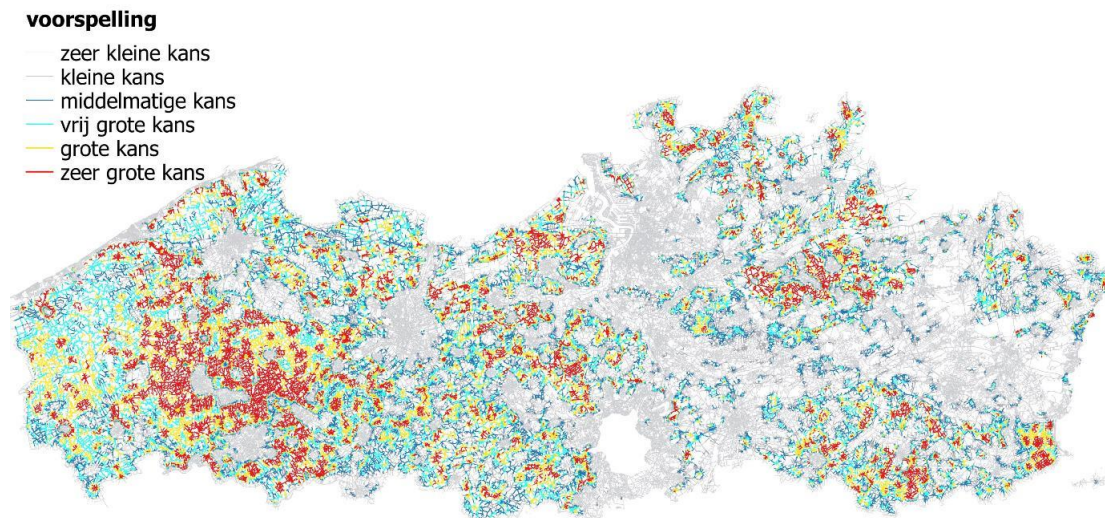
Tabel 8 Overzicht van de beste AUC-waarde en daaraan verbonden buffer rond wegsegmenten voor de territoriale middelgrote en kleine landgebonden carnivore zoogdieren, en de al dan niet significante relatie met landgebruiksklassen. Maar ook het resultaat van de niet-significante landgebruiksklassen (niet zichtbaar in de tabel) is meegenomen in de modellen. De AUC score voor bunzing en steenmarter is onvoldoende.

soort	wezel	hermelijn	bunzing	boommarter	steenmarter	das	vos
beste buffer (m)	1000	500	1000	500	1000	1000	50
AUC	0,70	0,81	0,61	0,88	0,66	0,94	0,87
akker	***						***
boomgaard		**		*	***	***	
grasland	**	*	***	**		***	***
heide			*				
hooggroen	***						*
loofbos		***		***			***
moeras							
naaldbos	*	***	**	***		**	***
ruigte		*			**	*	
struweel			*		*		
urbaan	***	***				***	***
water			*	*	***	**	

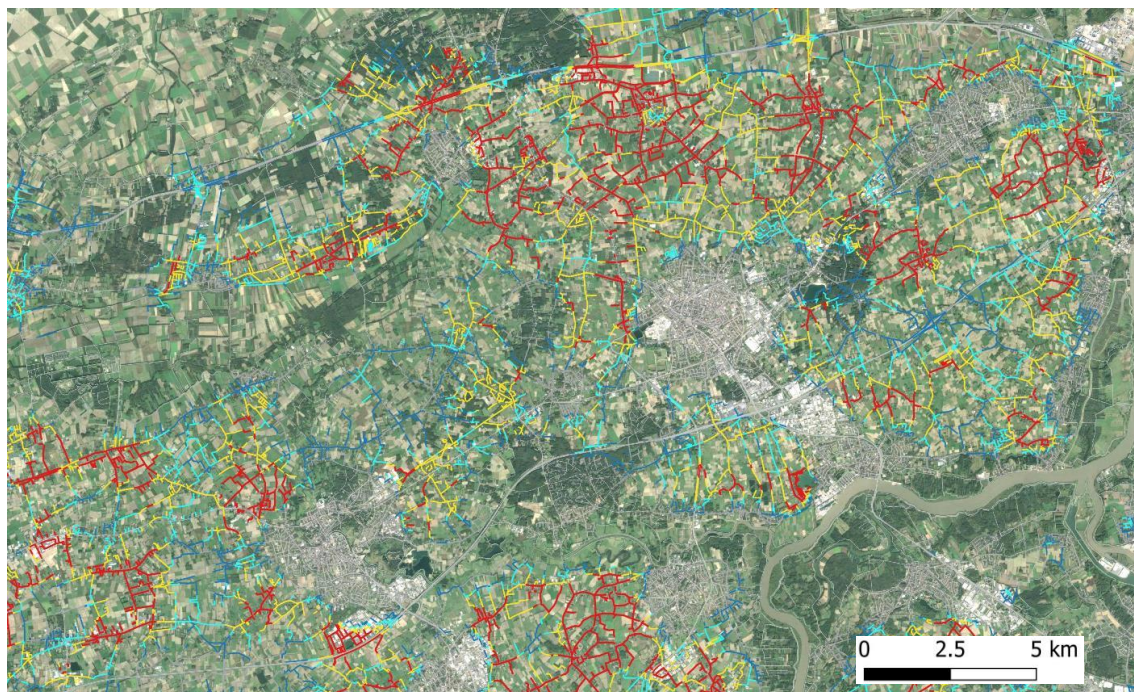
	positieve relatie
	negatieve relatie
*	significant ($p < 0,05$)
**	zeer significant ($p < 0,01$)
***	uiterst significant ($p < 0,001$)

4.2.5.1 Wezel

De zeer tot uiterst significante positieve relatie met grasland en akker en uiterst significant negatieve relatie met urbane gebieden in de 1.000 m buffer kan duidelijk ook in het resultaat van de voorspellingskaart opgemerkt worden, vooral langs kleine en lokale wegen en hoofdwegen (figuren 46 en 47).



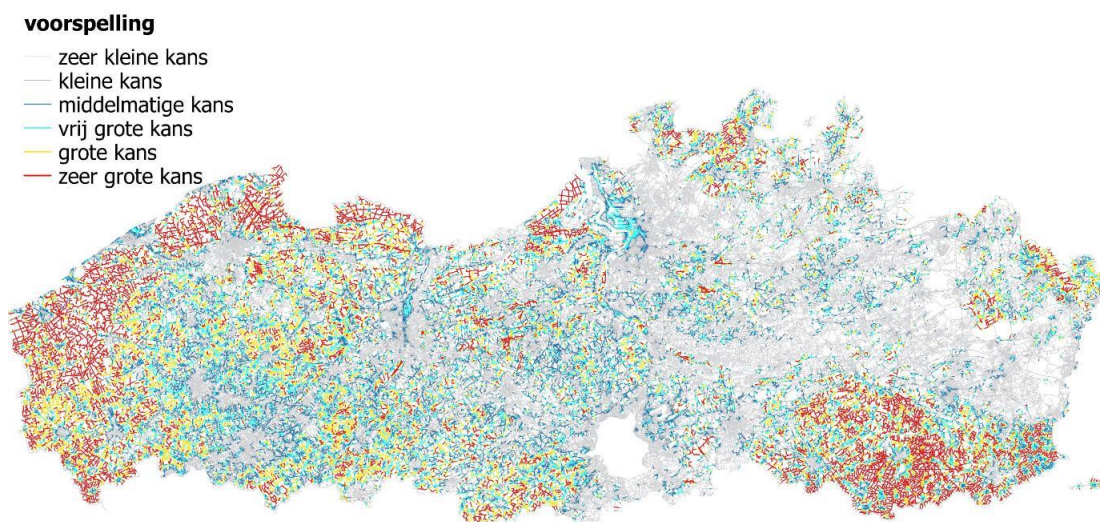
Figuur 46 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van wezel gemeld worden.



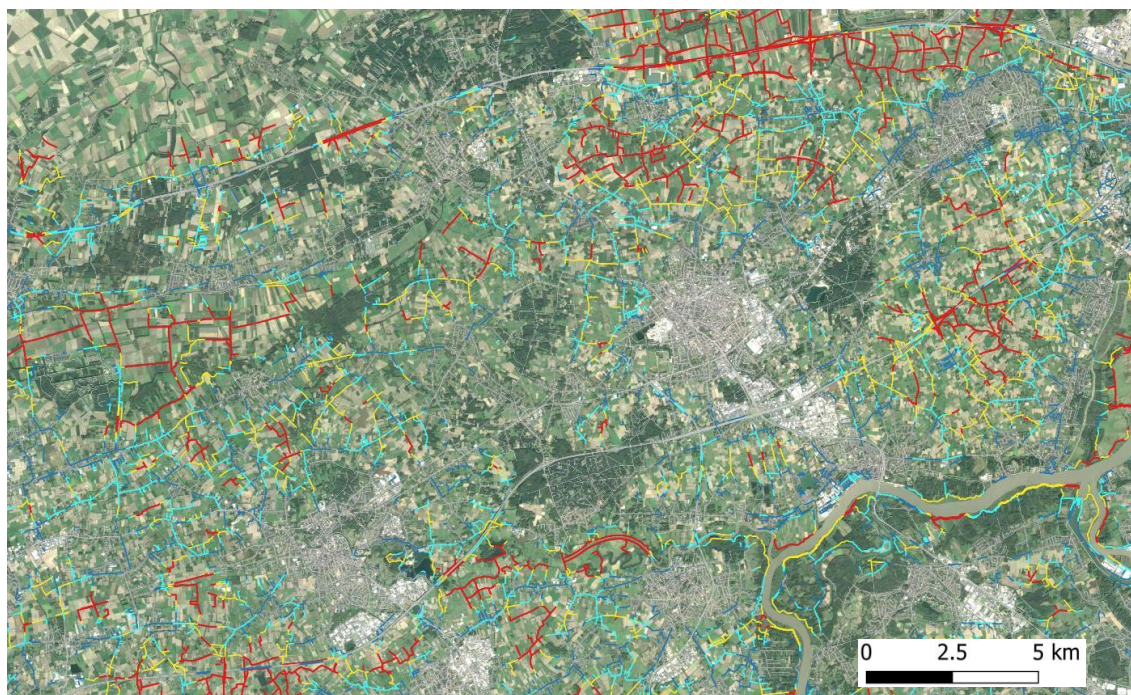
Figuur 47 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van wezel gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.2.5.2 Hermelijn

De significante positieve relatie met grasland en uiterst significant negatieve relatie met urbane gebieden in de 500 m buffer vooral langs kleine en lokale wegen en hoofdwegen, kan duidelijk ook in het resultaat van de voorspellingskaart opgemerkt worden (figuren 48 en 49). In vergelijking met wezel is er geen significant positieve relatie met akker en een grotere significant negatieve relatie met bossen. In bepaalde regio's (o.m. in West-Vlaanderen) zien we hierdoor wel wat verschillen met de kaart van wezel. Ook de relatie met water is bij de hermelijn wat groter.



Figuur 48 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van hermelijn gemeld worden.



Figuur 49 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van hermelijn gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

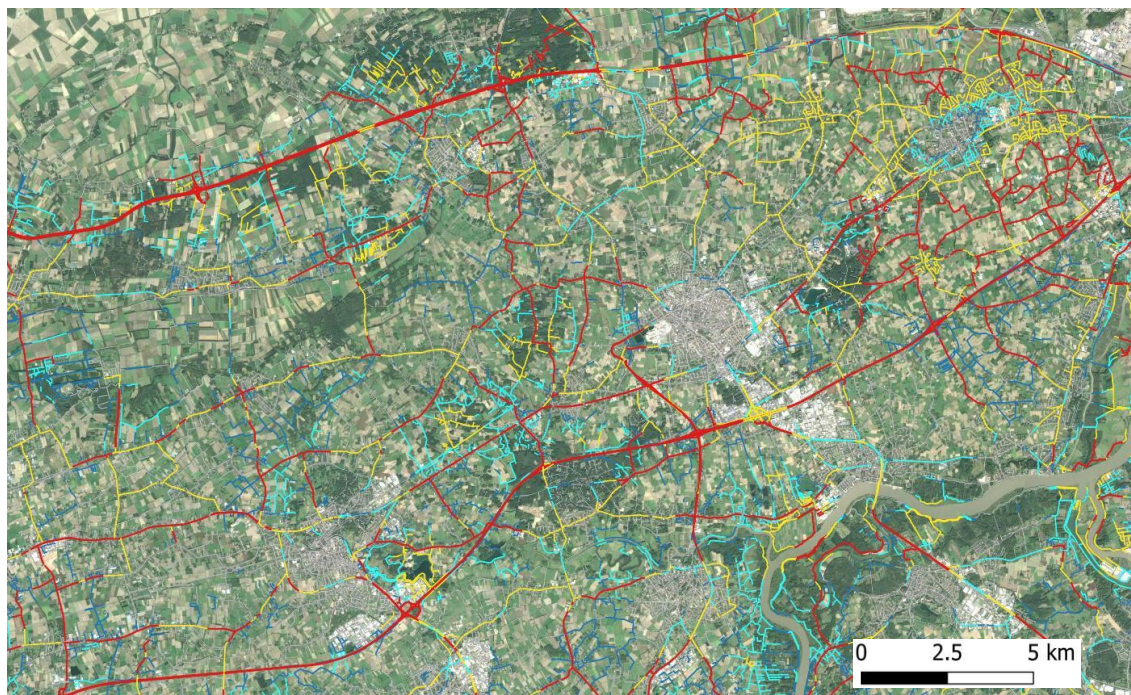
4.2.5.3 Bunzing

De significante positieve relatie met water en zeer significant positieve relatie met naaldbos in de 1.000 m buffer langs alle wegtypes (maar vooral langs lokale wegen en hoofdwegen), kan ook in het resultaat van de voorspellingskaart opgemerkt worden (figuren 50 en 51). In tegenstelling tot o.a. wezel en hermelijn is er bij bunzing een uiterst significant negatieve relatie met grasland. De hoofdwegen en autowegen komen ook in de voorspellingskaart duidelijker naar voor dan bij verschillende andere middelgrote landgebonden zoogdieren zoals wezel en hermelijn.

Het bunzing model heeft echter een iets te lage AUC score om voldoende betrouwbaar te zijn. De kaart moet dan ook met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden.



Figuur 50 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van bunzing gemeld worden.

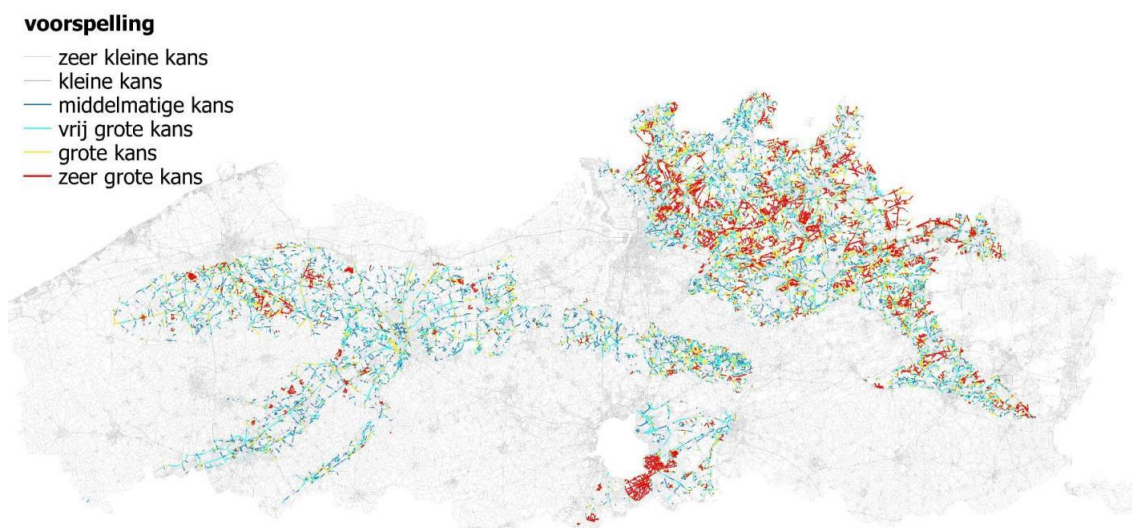


Figuur 51 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van bunzing gemeld worden detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

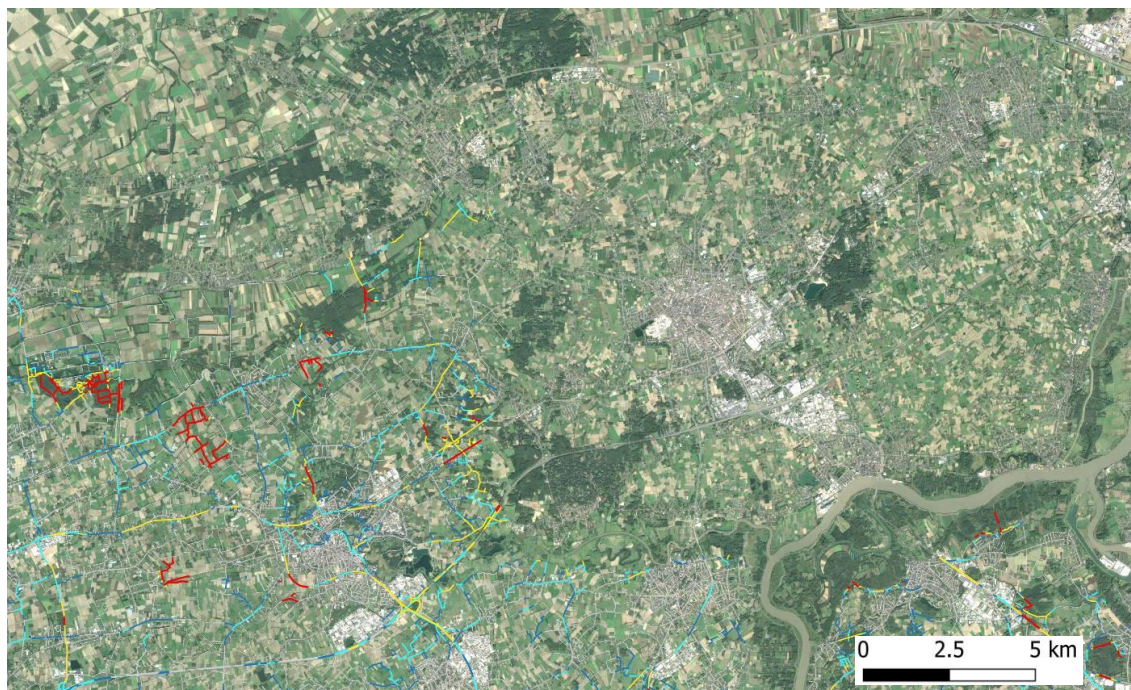
4.2.5.4 Boommarter

De zeer significant positieve relatie met grasland en uiterst significant positieve relatie met loofbos en naaldbos in de 500 m buffer langs alle wegtypes (maar vooral langs lokale wegen en hoofdwegen), kan heel goed in het resultaat van de voorspellingskaart opgemerkt worden (figuren 52 en 53). We zien vooral de directe omgeving van grote boscomplexen in het resultaat.

Voor boommarter waren in de gebruikte database, zoals te verwachten op basis van de kennis over actuele verspreiding, onvoldoende slachtoffers aanwezig in verschillende ecodistricten in de provincies West- en Oost-Vlaanderen, Vlaams Brabant en Limburg, waardoor deze niet zijn meegenomen in de voorspelling.



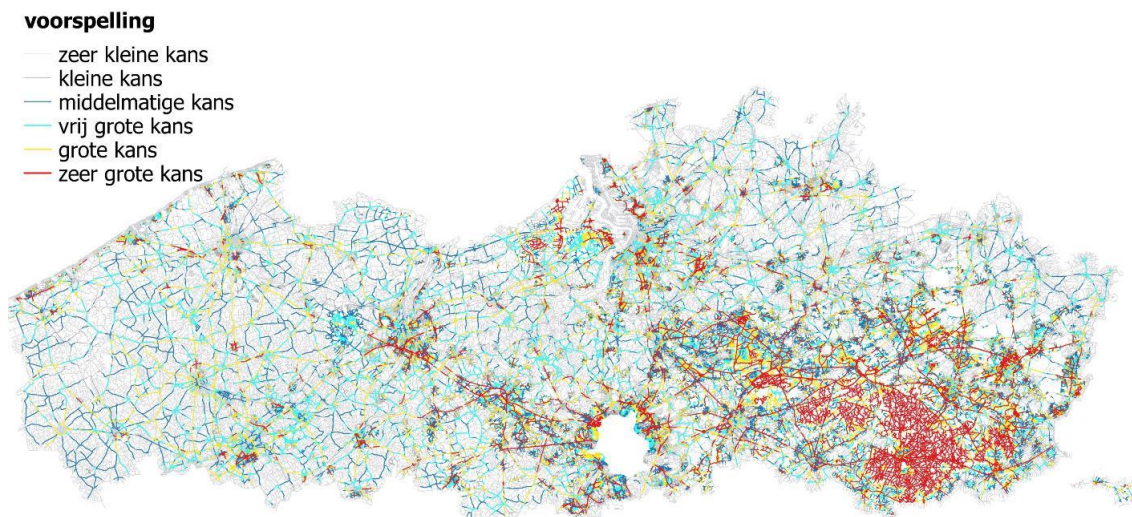
Figuur 52 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van boommarter gemeld worden.



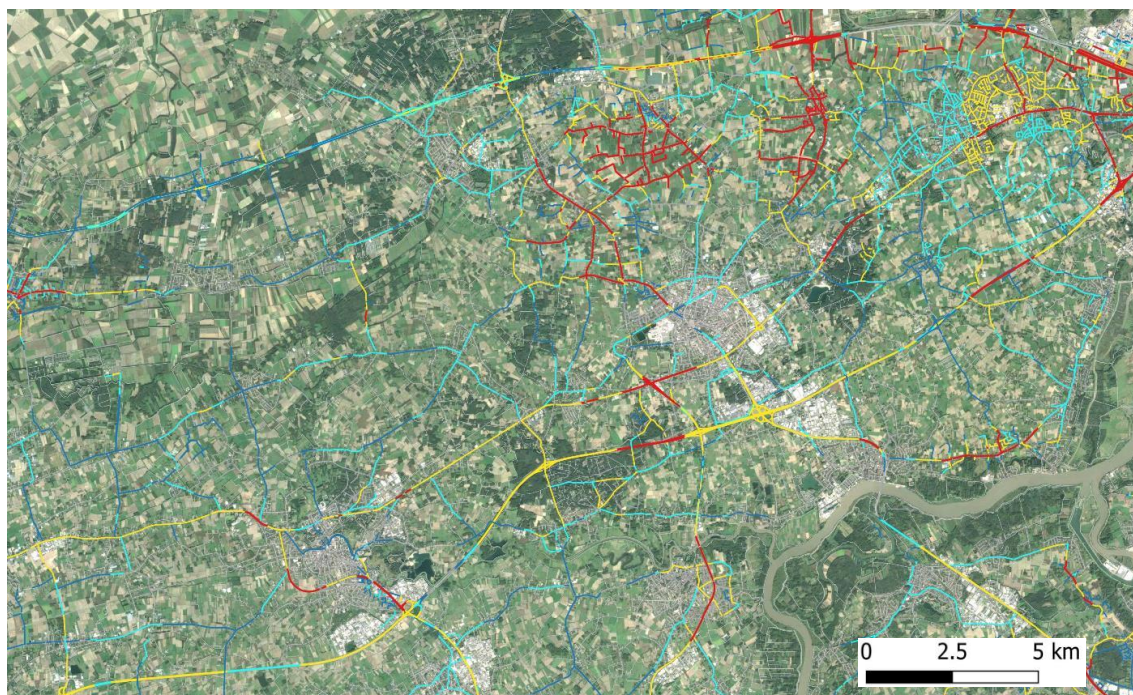
Figuur 53 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van boommarter gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.2.5.5 Steenmarter

Het resultaat van het model voor steenmarter (beste op basis van de 1.000 m buffer) heeft een iets te lage AUC score om voldoende betrouwbaar te zijn. De kaart moet dan ook met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. In de voorspellingskaart zien we o.m. een relatie met bepaalde bossen en halfopen gebieden maar ook meer urbane gebieden in de omgeving, en langs alle wegtypes (figuren 54 en 55).



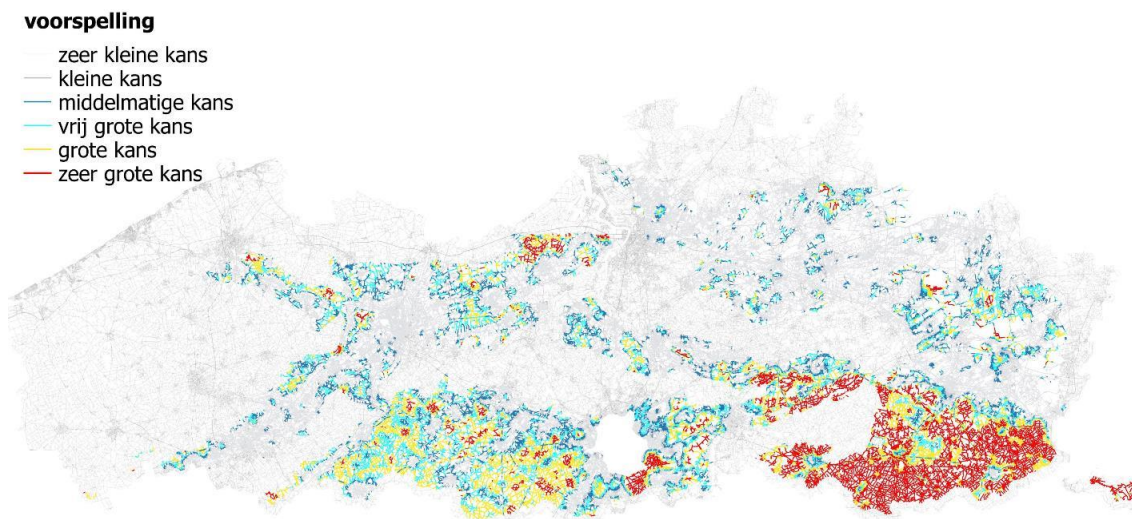
Figuur 54 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van steenmarter gemeld worden.



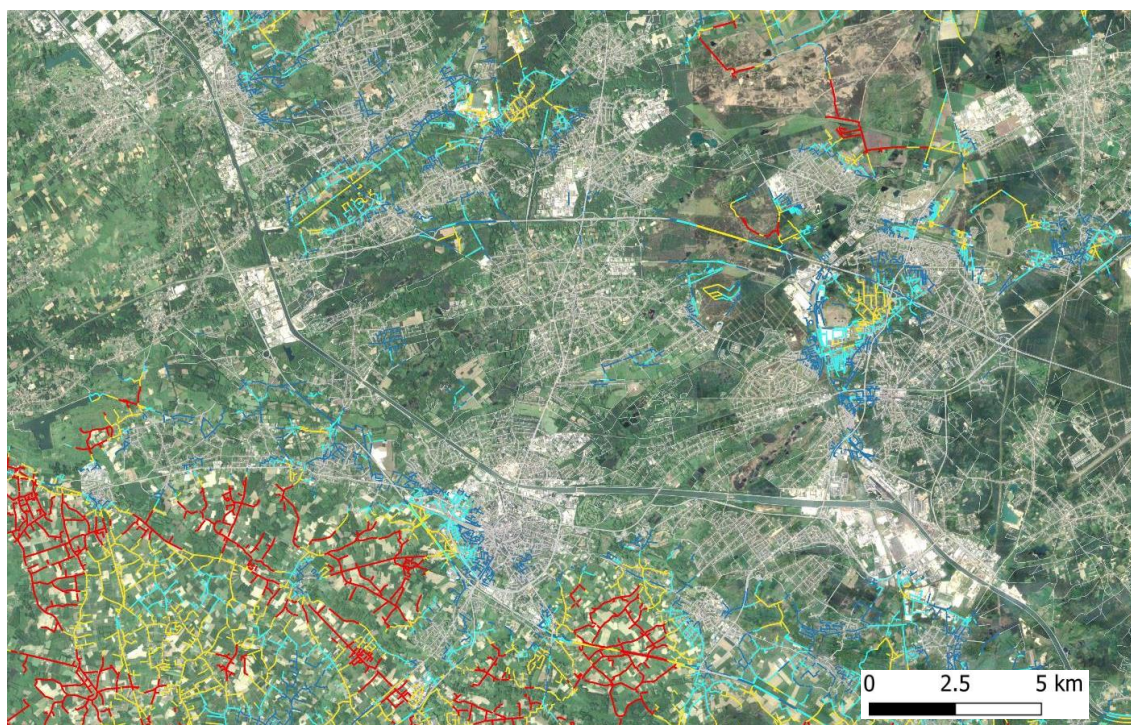
Figuur 55 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van steenmarter gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.2.5.6 Das

Voor de das is er een uiterst significante positieve relatie met grasland en boomgaard en significant positieve relatie met ruigte, maar tegelijk ook een zeer significant negatieve relatie met naaldbos en uiterst significant negatieve relatie met urbane gebieden binnen de 1.000 m buffer. Dit kan goed in het resultaat van de voorspellingskaart opgemerkt worden, vooral langs de lokale en kleine wegen (figuren 56 en 57). De open graslandgebieden die vaak in de (wijde) omgeving liggen van loofbossen zijn duidelijk zichtbaar. Net zoals te verwachten uit de kennis van actuele verspreiding, komt het zuidelijk deel van Vlaams-Brabant en Limburg sterk naar voor. Er waren onvoldoende slachtoffers aanwezig in verschillende ecodistricten, vooral in de provincie West-Vlaanderen, waardoor deze niet zijn meegenomen in de voorspelling.



Figuur 56 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van das gemeld worden.

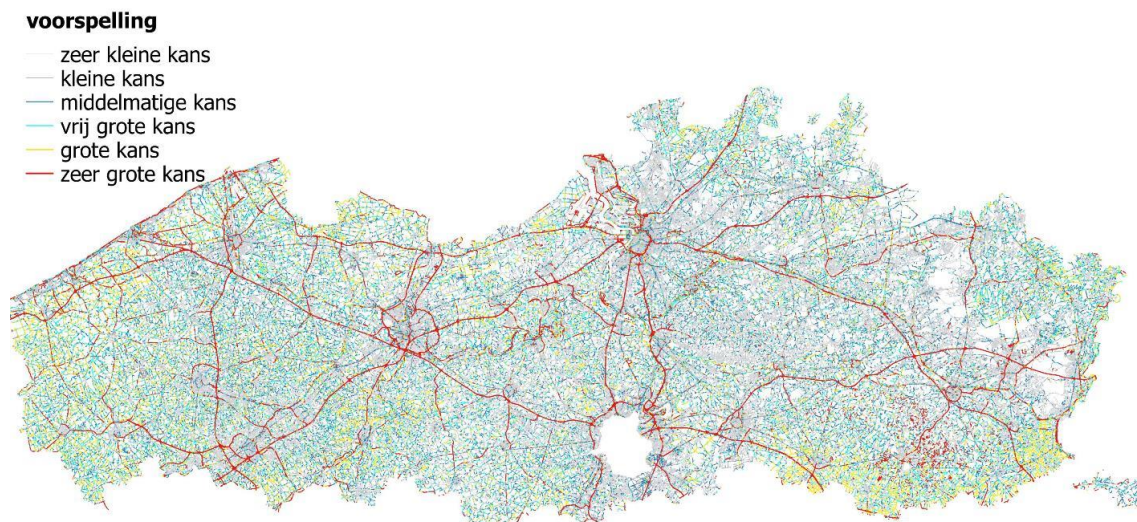


Figuur 57 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van das gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio rond Hasselt en Genk.

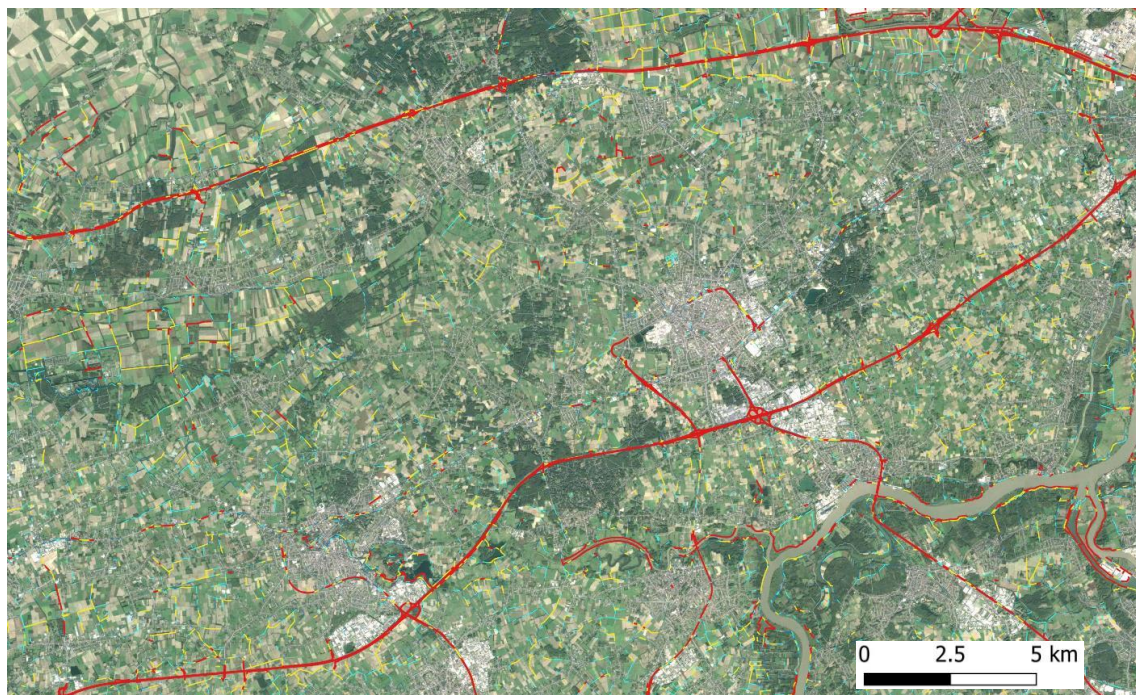
4.2.5.7 Vos

De kans op een melding van een verkeersslachtoffer van vos heeft enkel significant negatieve relaties, o.m. met akker, grasland, bossen en urbane gebieden, binnen een buffer van 50 m, en dit vooral langs autowegen en hoofdwegen (figuren 58 en 59).

In de voorspellingskaart komen de volledige trajecten van deze grotere wegen ook heel sterk naar voor, zowat overal in Vlaanderen.



Figuur 58 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van vos gemeld worden.



Figuur 59 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van vos gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

////////////////////////////////////

4.2.6 Overige landgebonden zoogdieren

Voor haas en rode eekhoorn zien we het beste resultaat (beste AUC score) op basis van resp. de 500 en 100 m buffer rond wegsegmenten (tabel 9). De modellen van deze soorten zijn bruikbaar en van voldoende kwaliteit (AUC > 0,7). Het resultaat voor egel en konijn is onvoldoende betrouwbaar.

Significant positieve relaties zien we in de betreffende buffers met de landgebruiksklassen akker, boomgaard en grasland (haas) en met verschillende types bossen en urbane gebieden (rode eekhoorn).

Tabel 9 Overzicht van de beste AUC-waarde en daaraan verbonden buffer rond wegsegmenten voor de overige landgebonden zoogdieren, en de al dan niet significante relatie met landgebruiksklassen. Maar ook het resultaat van de niet-significante landgebruiksklassen (niet zichtbaar in de tabel) is meegenomen in de modellen. De AUC score voor egel en konijn is onvoldoende.

soort	egel	konijn	haas	rode eekhoorn
beste buffer (m)	100	1000	500	100
AUC	0,68	0,65	0,73	0,76
akker	***		***	
boomgaard	***		*	
grasland	*	*	***	
heide	***	*		
hooggroen			***	***
loofbos	***	***	**	***
moeras				
naaldbos				***
ruigte	***	*		
struweel				
urbaan	***			***
water	***	***		

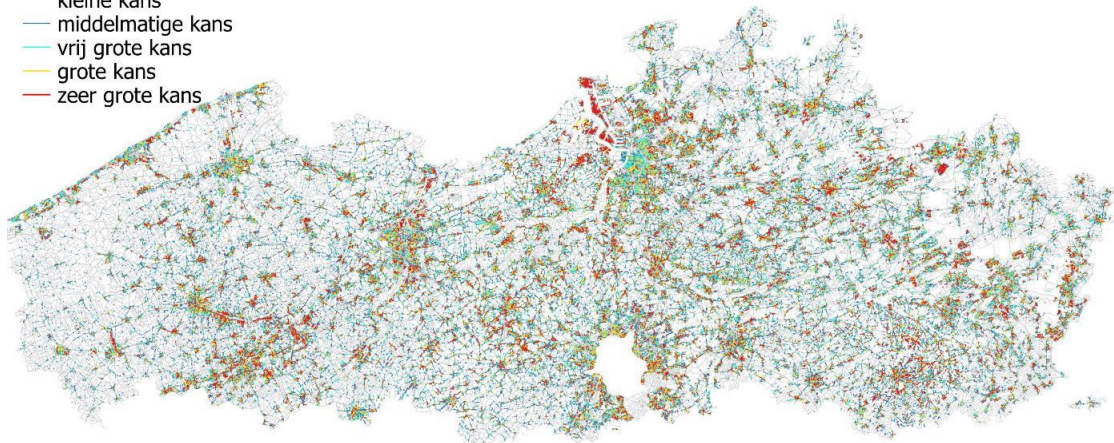
	positieve relatie
	negatieve relatie
*	significant ($p < 0,05$)
**	zeer significant ($p < 0,01$)
***	uiterst significant ($p < 0,001$)

4.2.6.1 Egel

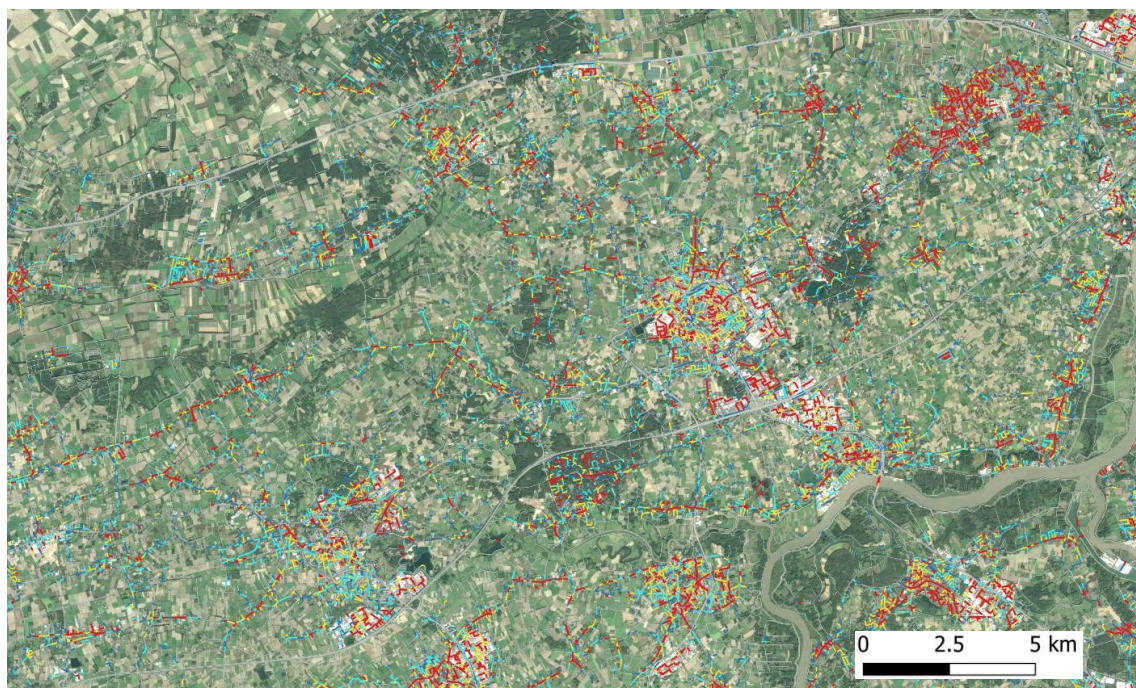
Het resultaat van het model voor egel (beste op basis van de 100 m buffer) heeft een iets te lage AUC score om voldoende betrouwbaar te zijn. De kaart moet dan ook met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden (figuren 60 en 61). In de voorspellingskaart van deze algemeen voorkomende soort zien we o.m. ook een relatie met urbane gebieden.

voorspelling

- zeer kleine kans
- kleine kans
- middelmatige kans
- vrij grote kans
- grote kans
- zeer grote kans



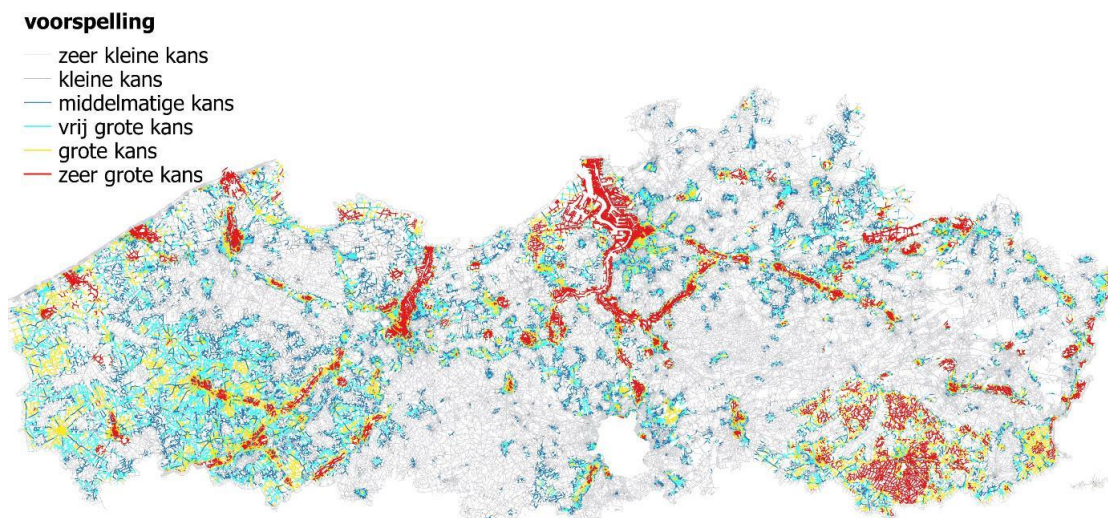
Figuur 60 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van egel gemeld worden.



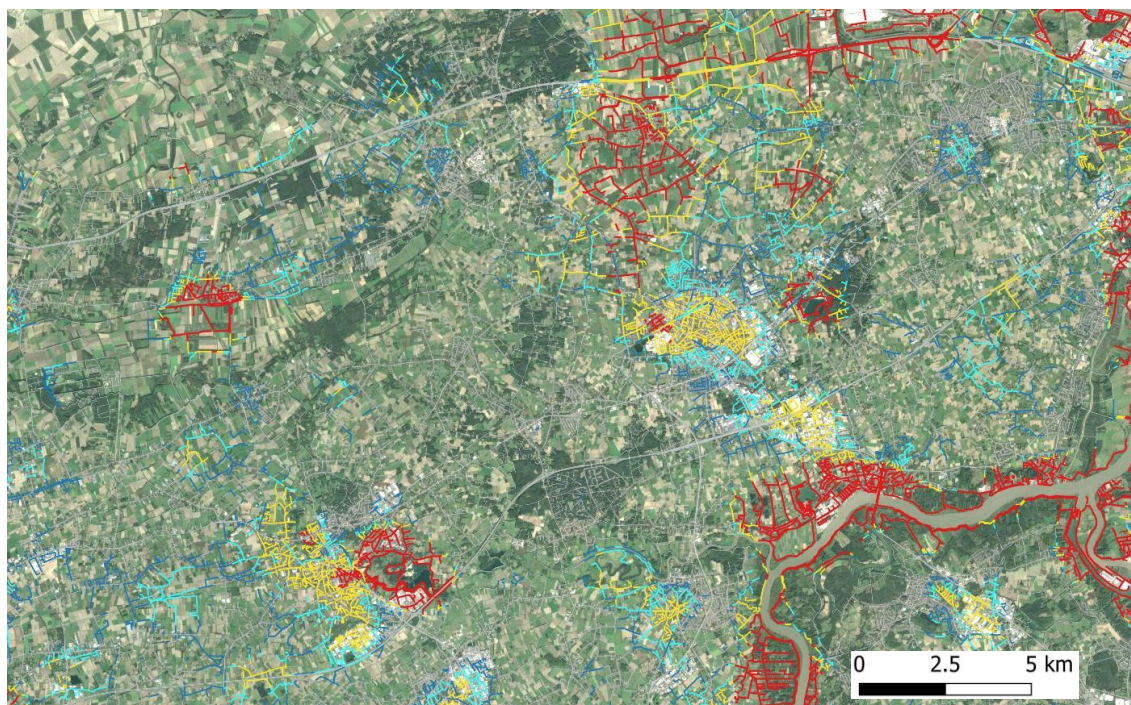
Figuur 61 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van egel gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.2.6.2 Konijn

Het resultaat van het model voor konijn (beste op basis van de 1.000 m buffer) heeft net zoals de egel een te lage AUC score om voldoende betrouwbaar te zijn. De kaart moet dan ook met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden (figuren 62 en 63). In de voorspellingskaart van deze algemeen voorkomende soort zien we o.m. ook een relatie met water in de omgeving, en o.m. ook met de havengebieden en bepaalde andere urbane gebieden.



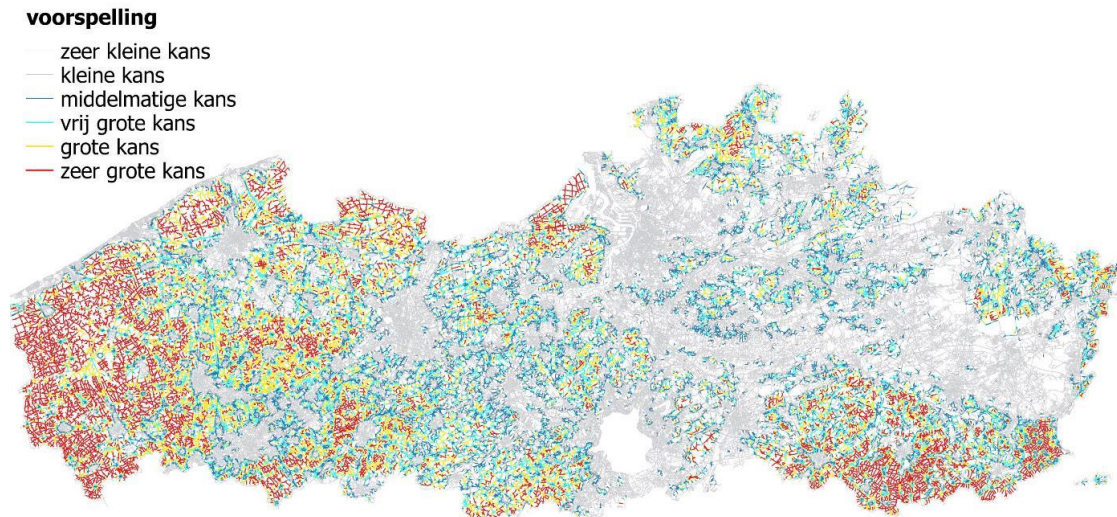
Figuur 62 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van konijn gemeld worden.



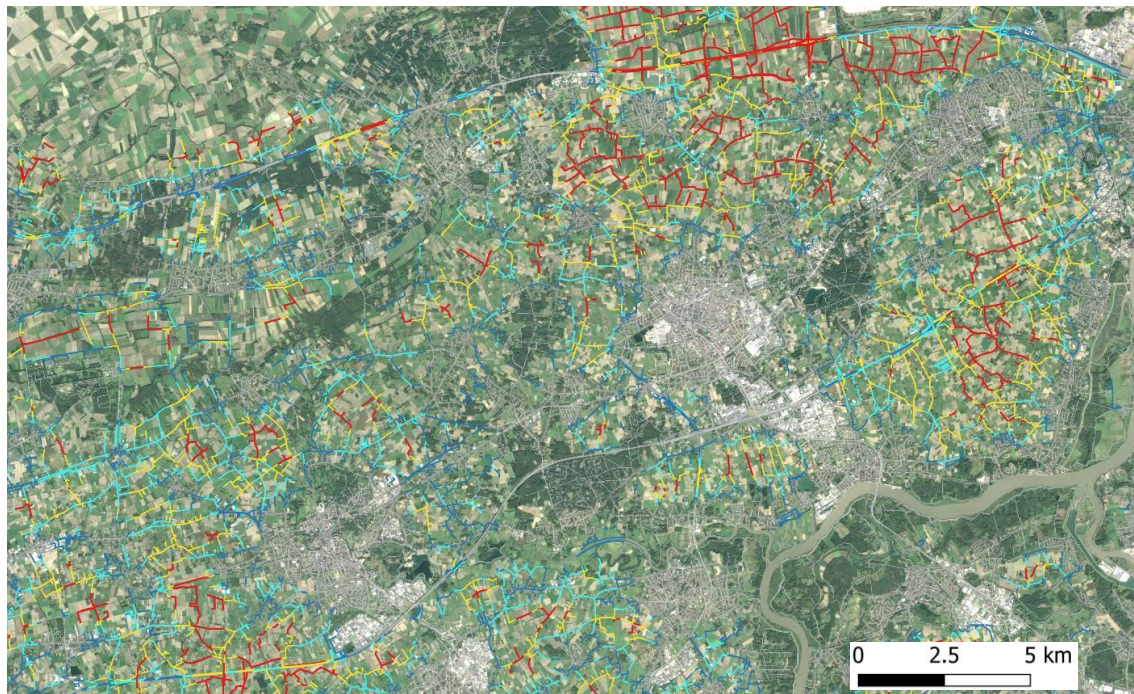
Figuur 63 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van konijn gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.2.6.3 Haas

De kans op een melding van een verkeersslachtoffer van haas heeft binnen een 500 m buffer o.m. een uiterst significant positieve relatie met akkers en graslanden en o.m. zeer significant negatieve relatie met loofbossen. In de voorspellingskaart is dit ook duidelijk te zien, met vooral de open gebieden die sterk naar voor komen, zowel langs grote als kleinere wegen (figuren 64 en 65).



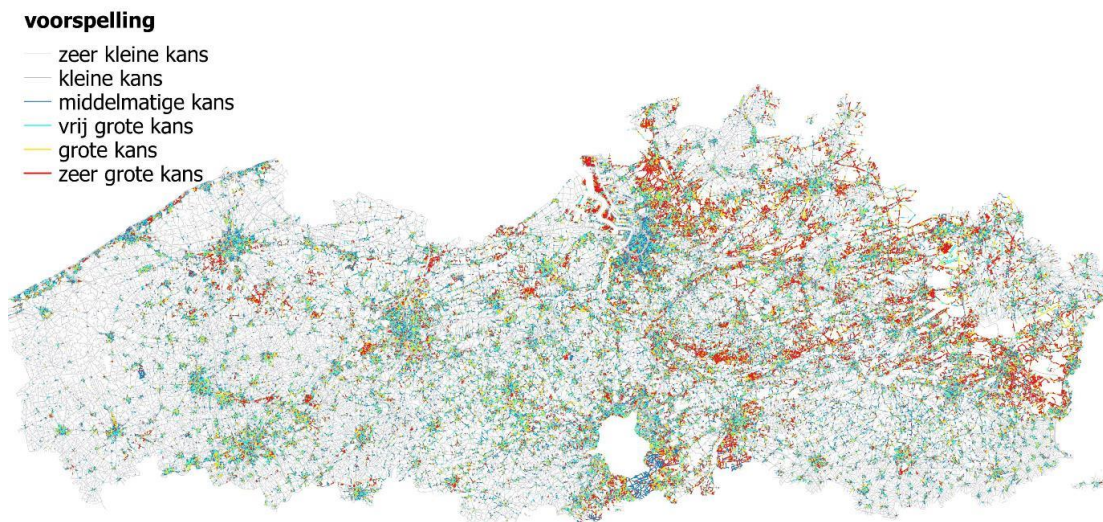
Figuur 64 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van haas gemeld worden.



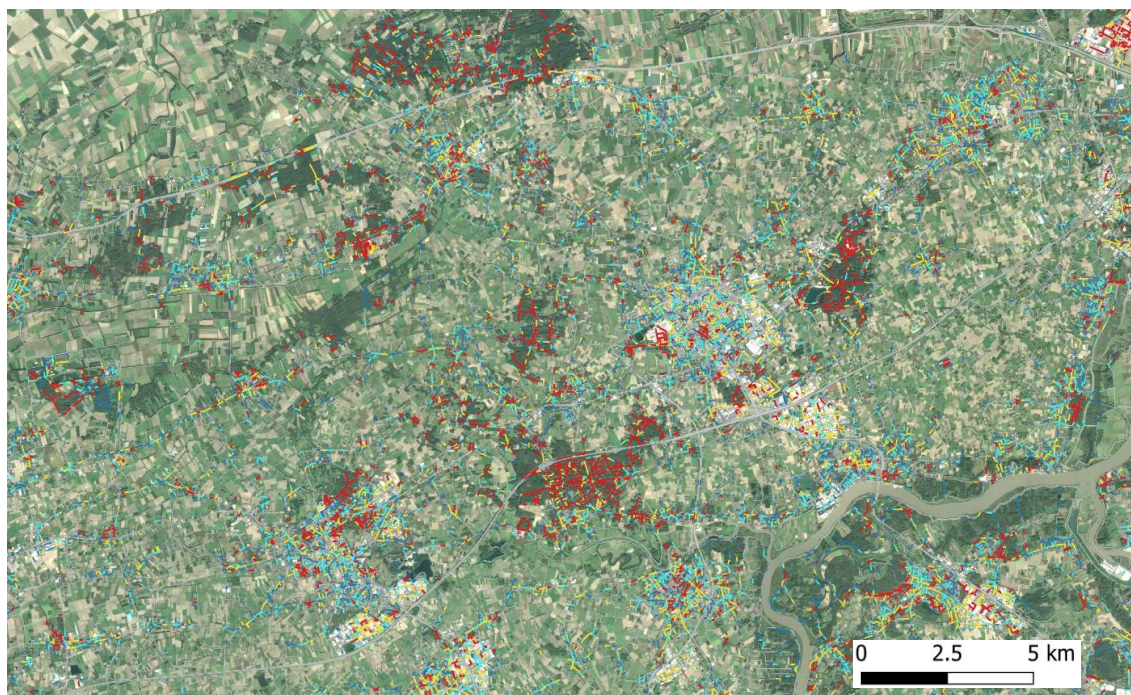
Figuur 65 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van haas gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.2.6.4 Rode eekhoorn

De kans op een melding van een verkeersslachtoffer van rode eekhoorn heeft binnen de 100 m buffer een uiterst significant positieve relatie met alle types van bossen, maar ook met urbane gebieden vooral in de omgeving van middelgrote tot grote bossen of ander hooggroen. Ook in de voorspellingskaart is dit duidelijk te zien, vooral langs de kleinere tot middelgrote wegen (figuren 66 en 67).



Figuur 66 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van rode eekhoorn gemeld worden.

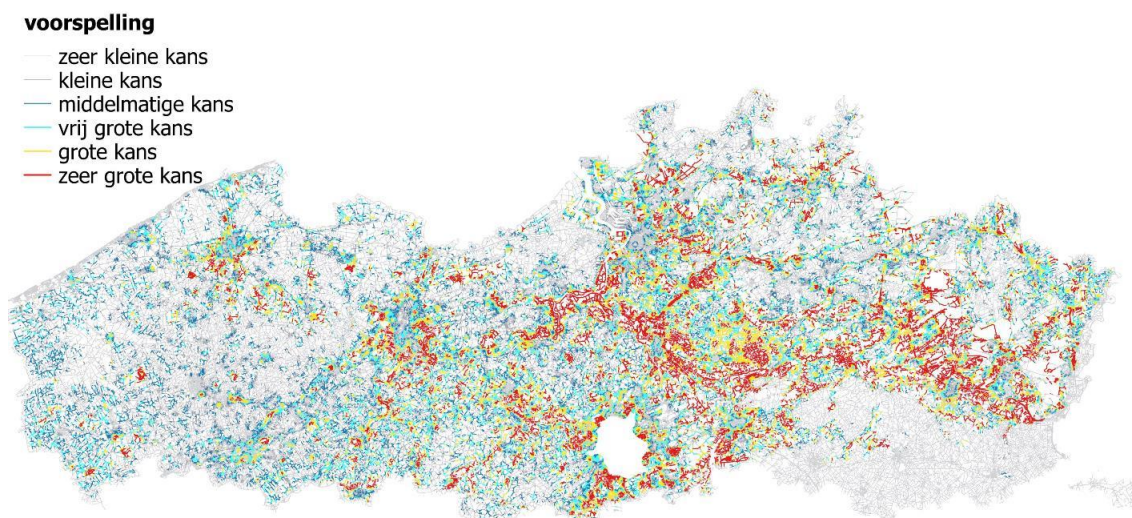


Figuur 67 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van rode eekhoorn gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

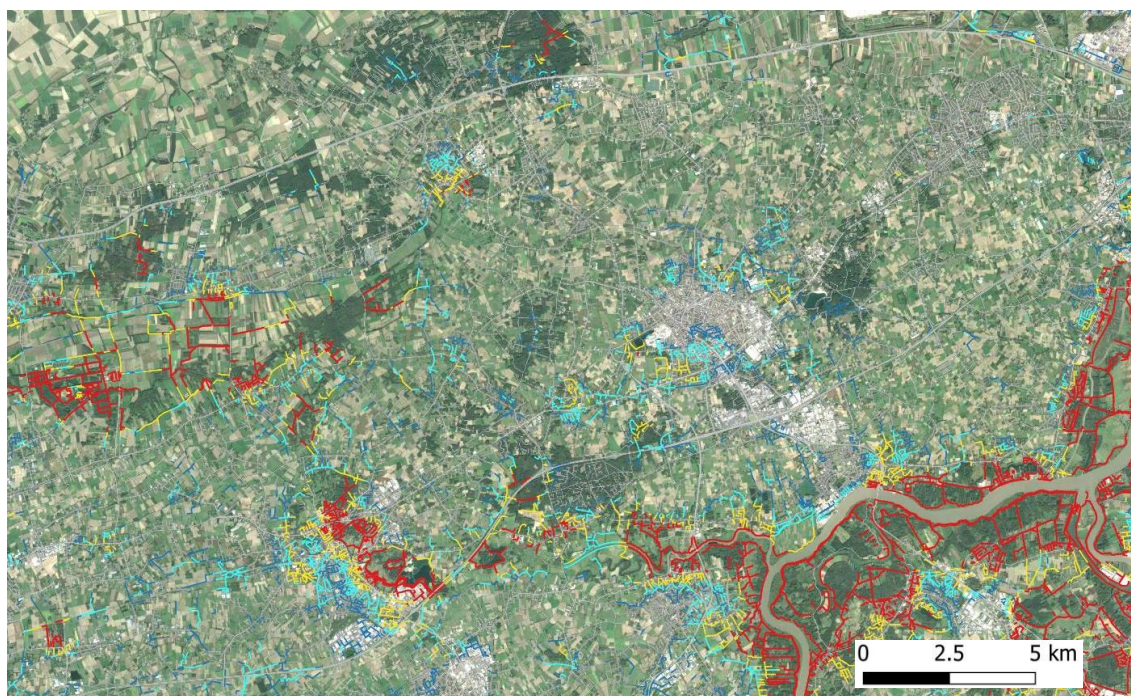
4.3 VOORSPELLING MET BLACKSPOTKAART PER SOORTGROEP

4.3.1 Amfibieën

In de voorspellingskaart van deze groep (gemiddelde van de soorten) zien we dat de combinatie van o.m. loofbos, struwelen, ruigte en/of heide in de nabijheid van waterlopen, waterplassen en moerassen sterk opvalt, en dit in hoofdzaak langs kleine en lokale wegen (figuren 68 en 69). Een vergelijking van het resultaat van de groep met deze per individuele soort, toont een iets hogere gelijkenis met gewone pad en alpenwatersalamander (correlatiecoëfficiënt van resp. 0,944 en 0,941) dan bij kleine watersalamander en bruine kikker (correlatiecoëfficiënt van resp. 0,912 en 0,907).



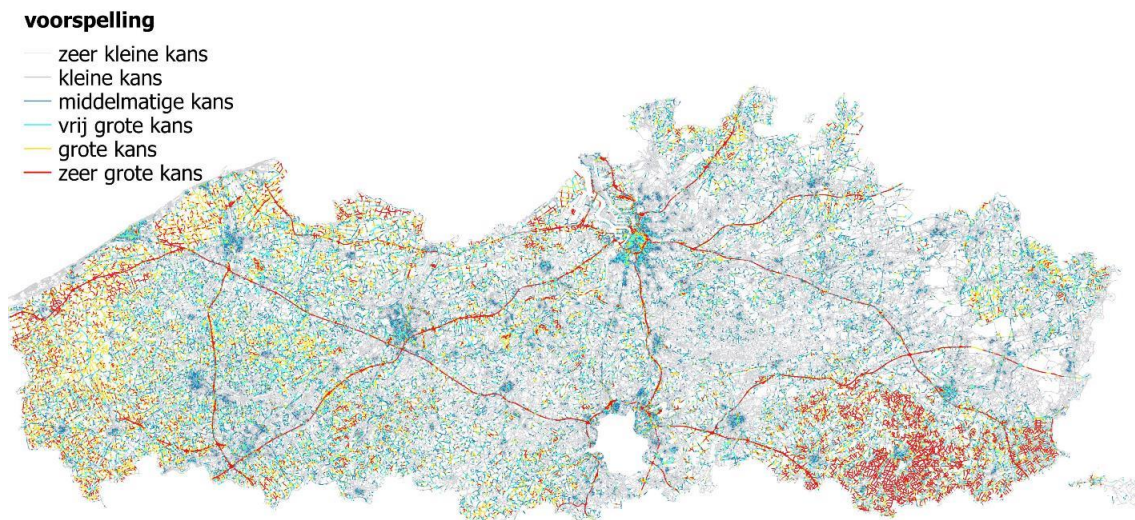
Figuur 68 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van amfibieën gemeld worden, op basis van het gemiddelde van de soorten.



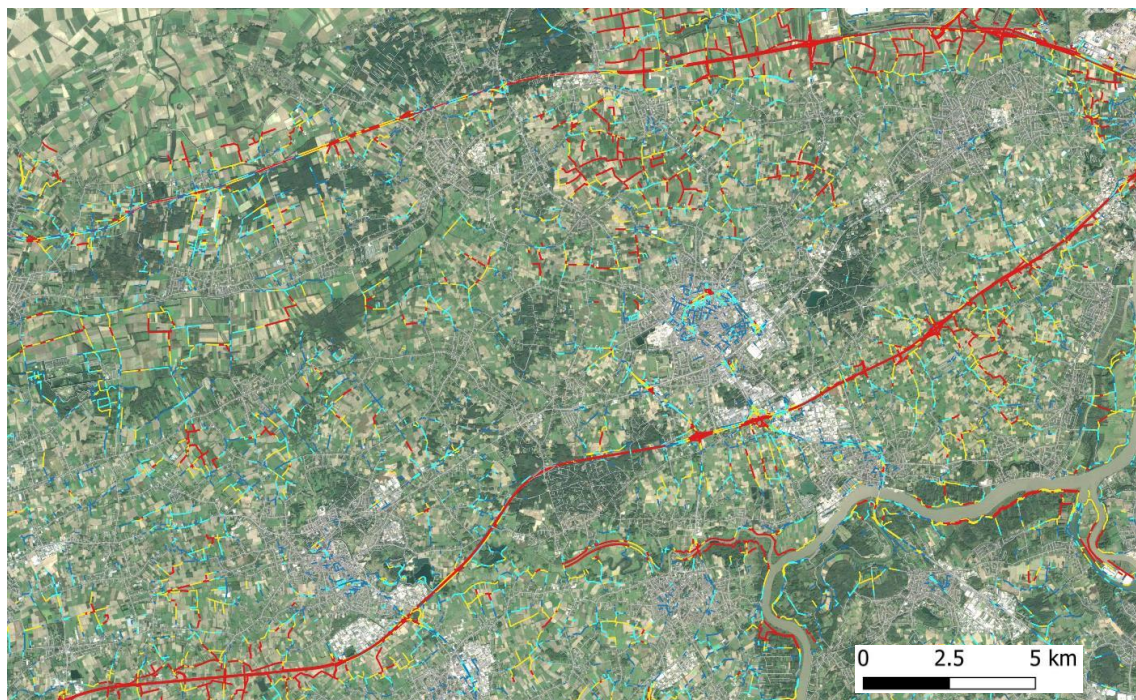
Figuur 69 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van amfibieën gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.3.2 Dagroofvogels

In de voorspellingskaart van deze groep (gemiddelde van de soorten) zien we dat vaak de gebieden met relatief weinig bebouwing sterk opvallen, met vooral een groot aandeel aan grote autowegen of middelgrote wegen. We zien dit zowel in de buurt van bossen als de meer open gebieden, wat een duidelijke combinatie is van de resultaten voor buizerd en torenvalk (figuren 70 en 71). Een vergelijking van het resultaat van de groep met deze per individuele soort, toont dat de gelijkenis groter is bij de torenvalk dan bij de buizerd (correlatiecoëfficiënt van resp. 0,862 en 0,796).



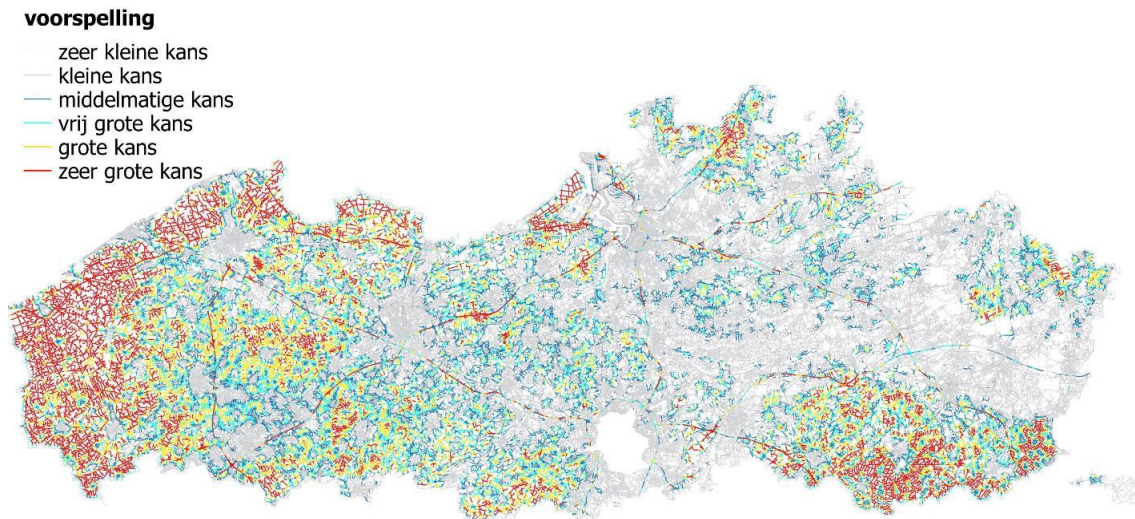
Figuur 70 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van dagroofvogels gemeld worden, op basis van het gemiddelde van de soorten.



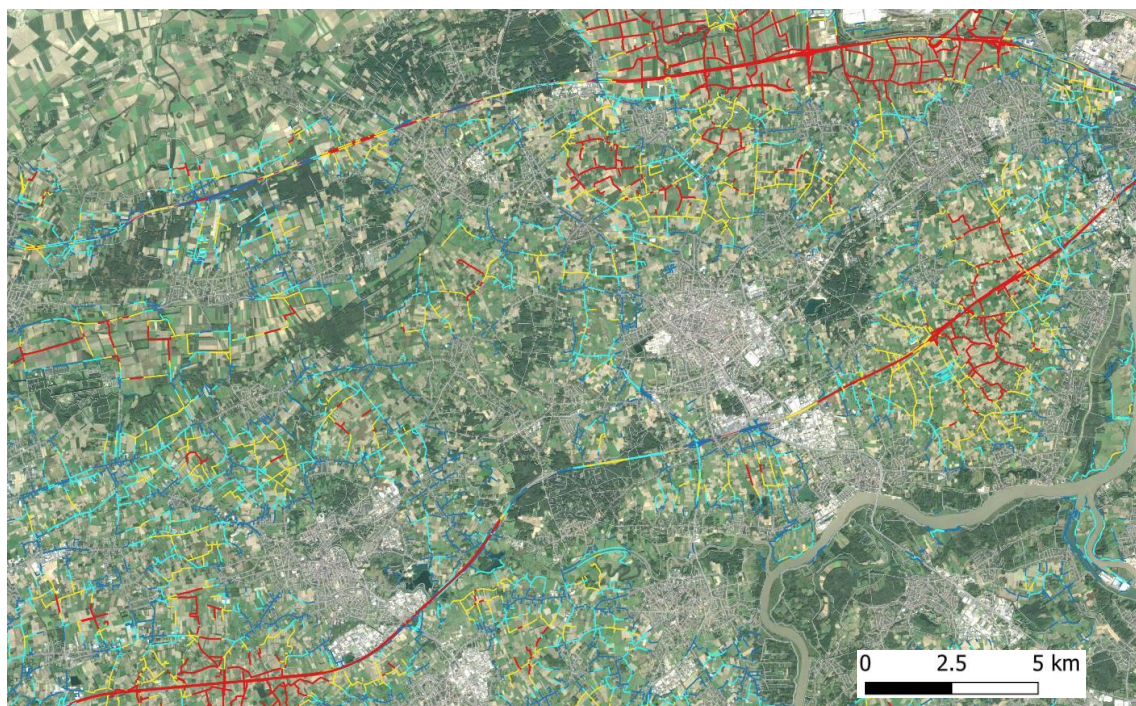
Figuur 71 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van dagroofvogels gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.3.3 Nachtroofvogels

In de voorspellingskaart van deze groep (gemiddelde van de soorten) zien we een vrij gelijkaardig resultaat als bij de dagroofvogels. De gebieden met relatief weinig bebouwing vallen vrij sterk op, deels in de buurt van bossen (maar minder uitgesproken als bij de dagroofvogels) en ook in de meer open gebieden, wat een duidelijke combinatie is van de resultaten voor enerzijds bosuil en anderzijds kerkuil, ransuil en steenuil (figuren 72 en 73). Een vergelijking van het resultaat van de groep met deze per individuele soort, toont dat de gelijkenis ook minder groot is bij de bosuil (correlatiecoëfficiënt van 0,485) dan bij de kerkuil, ransuil en steenuil (correlatiecoëfficiënt van resp. 0,910, 0,907 en 0,842).



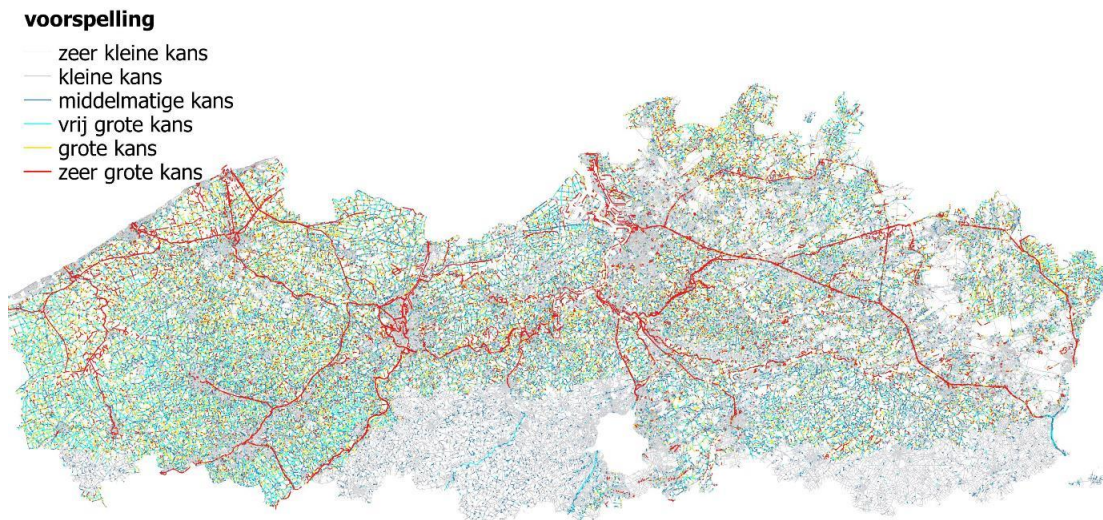
Figuur 72 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van nachtroofvogels gemeld worden, op basis van het gemiddelde van de soorten.



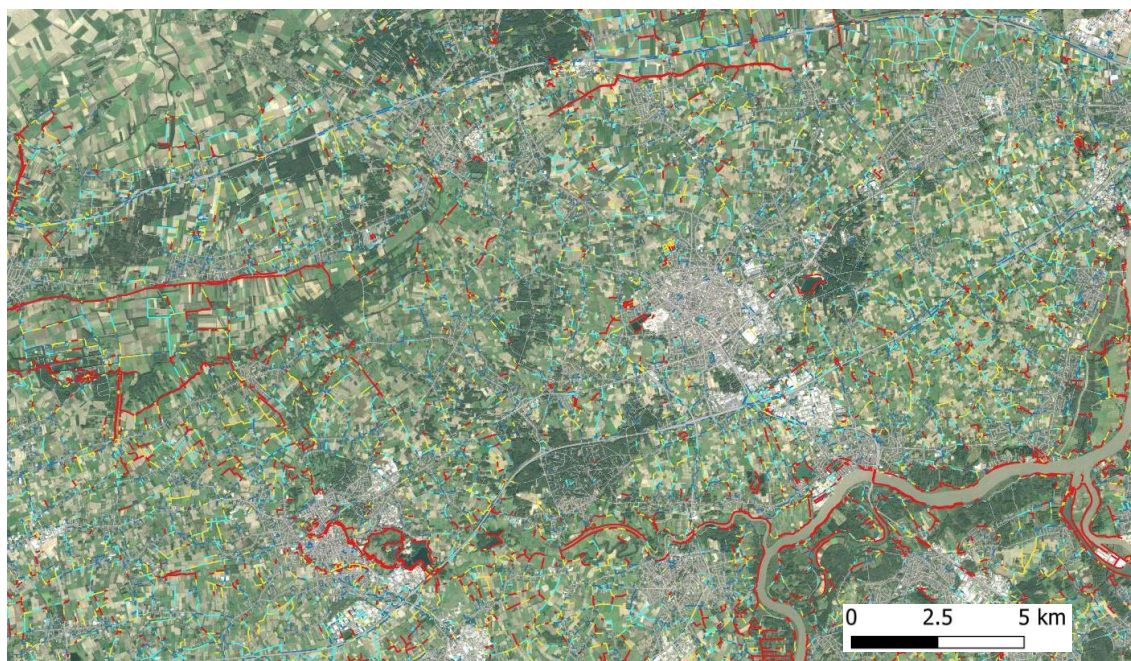
Figuur 73 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van nachtroofvogels gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.3.4 Watergebonden vogels

De voorspelling voor deze groep werd enkel gemaakt op basis van het gemiddelde van de resultaten voor waterhoen en meerkoet. Het resultaat van wilde eend werd niet meegenomen omdat de betrouwbaarheid daarvan onvoldoende was (hoewel het verschil in resultaat met wel een opname van wilde eend niet zo groot lijkt). Omdat enkele ecoregio's in het zuidelijk deel van Vlaanderen niet zijn meegenomen in de voorspelling voor meerkoet (zie 4.2.3.3) zien we dit ook terug in het gemiddeld resultaat voor de watergebonden vogels. In de voorspelling zien we vooral een grote kans op gevonden slachtoffers langs grasland, akker en bos in de omgeving van water, zoals waterplassen, moerassen, kanalen, rivieren en kleinere waterlopen, en dit vooral langs kleinere wegen (figuren 74 en 75). Een vergelijking van het resultaat van de groep met deze per individuele soort, toont een grote gelijkenis bij zowel waterhoen als meerkoet (correlatiecoëfficiënt van resp. 0,906 en 0,930).



Figuur 74 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van watergebonden vogels gemeld worden, op basis van het gemiddelde van waterhoen en meerkoet (excl. wilde eend).



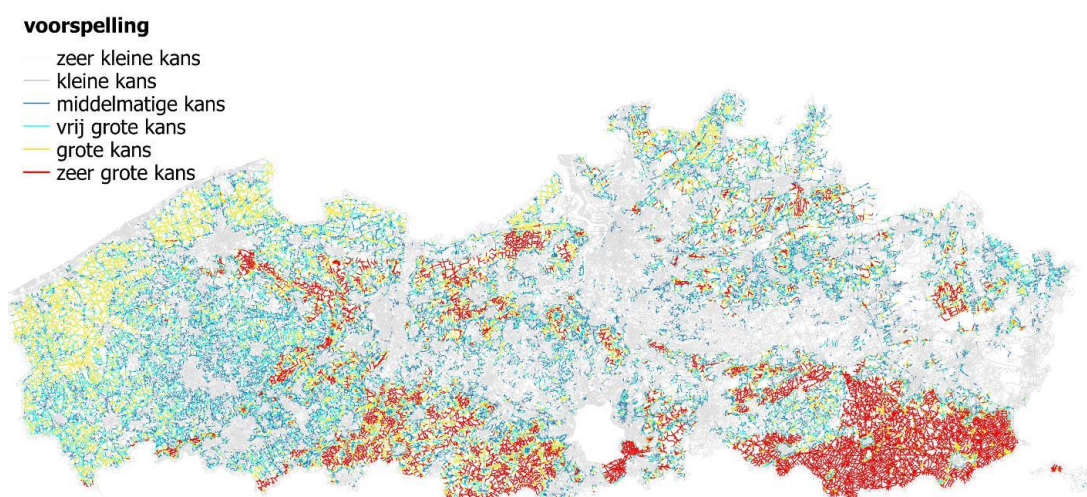
Figuur 75 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van watergebonden vogels (excl. wilde eend) gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.3.5 Grote landgebonden zoogdieren

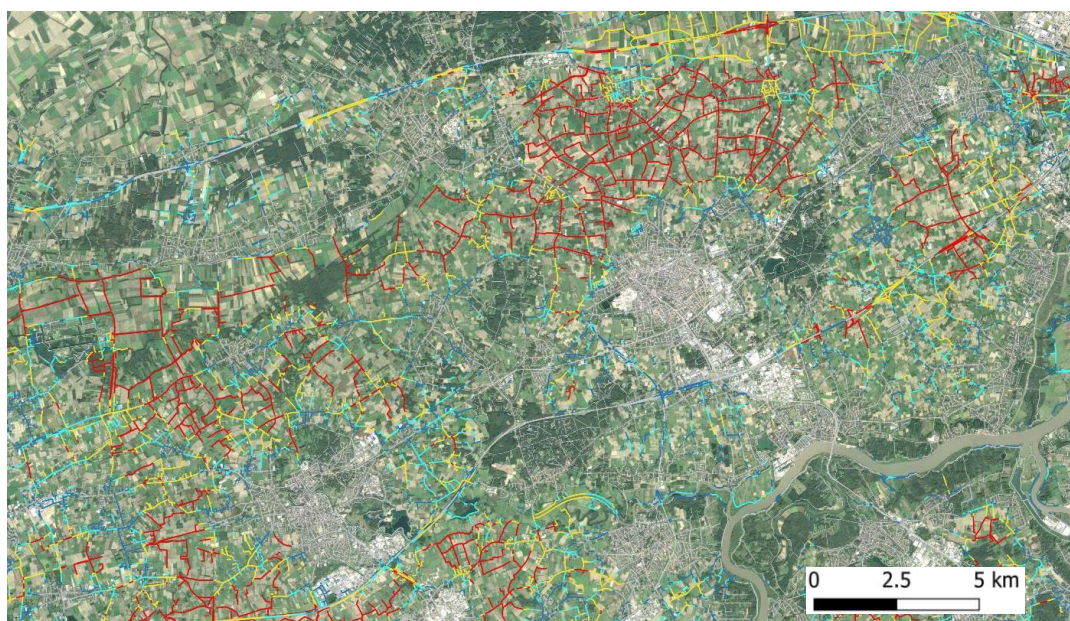
Er is geen voorspellingskaart opgemaakt voor deze groep. Het resultaat zou gebaseerd zijn op slechts twee soorten (ree, wild zwijn) waarbij voor wild zwijn op basis van deze studie slechts een voorspellend model voorhanden is voor een beperkt deel van Vlaanderen (zie 4.2.4.2.)

4.3.6 Territoriale middelgrote en kleine landgebonden carnivore zoogdieren

Voor de voorspellingskaart van deze groep (gemiddelde van de soorten) werd bunzing en steenmarter niet meegenomen omdat de betrouwbaarheid van de voorspellingsmodellen van die soorten onvoldoende was. In het resultaat valt de omgeving van open tot halfopen (grasland)gebieden buiten de urbane zones sterk op (figuren 76 en 77). Een vergelijking van het resultaat van de groep met deze per individuele soort, toont dat de gelijkenis bij de hermelijn (correlatiecoëfficiënt van 0,745) groter is dan bij de das, wezel, vos en boommarter (correlatiecoëfficiënt van resp. 0,666, 0,625, 0,291 en 0,163).



Figuur 76 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van territoriale middelgrote en kleine landgebonden carnivore zoogdieren gemeld worden, op basis van het gemiddelde van de soorten excl. bunzing en steenmarter.



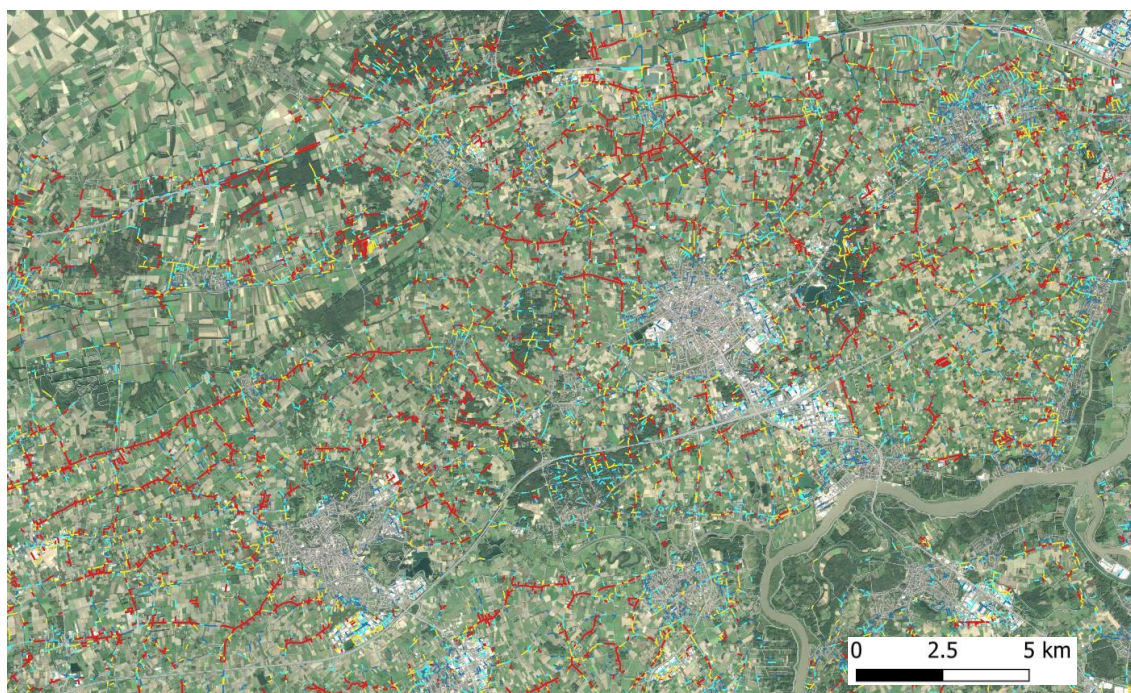
Figuur 77 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van territoriale middelgrote en kleine landgebonden carnivore zoogdieren (excl. bunzing en steenmarter) gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

4.3.7 Overige landgebonden zoogdieren

In het hieronder weergegeven resultaat van de voorspellingskaart van de groep overige landgebonden zoogdieren werd enkel haas en rode eekhoorn in rekening gebracht omdat de modellen voor egel en konijn onvoldoende betrouwbaar zijn. Het resultaat toont een duidelijke link met open tot halfopen gebieden maar ook met bossen (in het bijzonder naaldbossen), wat duidelijk een combinatie is van het resultaat van haas en rode eekhoorn (figuren 78 en 79). Een vergelijking van het resultaat van de groep met deze per individuele soort, toont een gelijkaardige matige gelijkens bij haas en rode eekhoorn (correlatiecoëfficiënt van resp. 0,500 en 0,491).



Figuur 78 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van overige landgebonden zoogdieren gemeld worden, op basis van het gemiddelde van haas en eekhoorn (excl. egel en konijn).



Figuur 79 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van overige landgebonden zoogdieren gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

5 DISCUSSIE

5.1 AANDACHTSPUNTEN EN BEPERKINGEN BIJ DE METHODE

Om in de modellering zogenaamde ‘afwezigheden’ van verkeersslachtoffers te genereren werden wegsegmenten waarin minstens twee zoogdieren of twee vogels of twee amfibieën gevonden zijn, beschouwd als goed onderzocht. Van zodra de soort in kwestie niet in deze wegsegmenten gevonden werd als verkeersslachtoffer, beschouwden we ze als afwezig. Een dergelijke regel genereert uiteraard een beperking, zeker als men het bekijkt per wegsegment. Maar dankzij het gebruik van duizenden wegsegmenten en een voldoende groot aantal waarnemingen van verkeersslachtoffers, beschouwen we het resultaat van de modellering toch als bruikbaar. Het apart gebruik van trajectwaarnemingen (in vergelijking met de overgrote meerderheid aan losse waarnemingen) zou het genereren van ‘afwezigheden’ meer betrouwbaar kunnen maken, maar in de gebruikte database waren hiervan voorlopig nog onvoldoende waarnemingen om goed te modelleren (zie 3.1). Om betrouwbare resultaten te kunnen krijgen uit de modellering, moest het aantal landgebruiksklassen (variabelen) beperkt worden. Dit is noodzakelijk, maar het blijft uiteraard een beperkende factor in de analyse waardoor het resultaat eerder globale patronen toont (zie ook verder in 5.2). Mogelijke details van zeer lokale eigenschappen van de omgeving konden niet worden meegenomen in een modellering op niveau Vlaanderen.

In de modellering zijn interacties tussen verschillende buffers rond wegsegmenten en tussen verschillende landgebruiksklassen niet meegenomen. De complexiteit hiervan en de rekentijd die hiervoor zou nodig zijn, bleek niet werkbaar. Dit zorgt ervoor dat uit de modelresultaten van de verschillende buffers uiteindelijk het model moest gekozen worden met de hoogste AUC waarde, m.a.w. welke buffer rond de wegsegmenten de beste voorspelling geeft.

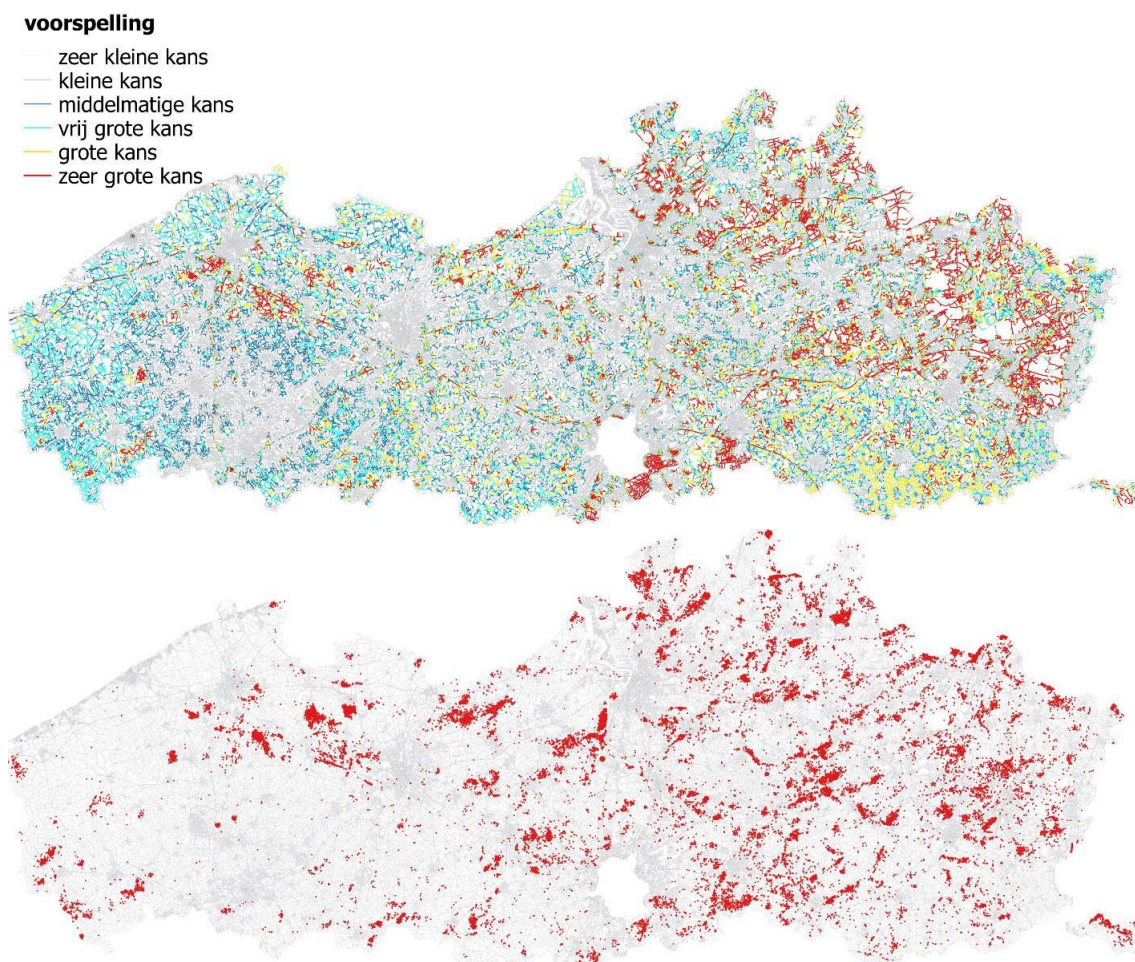
5.2 AANDACHTSPUNTEN EN BEPERKINGEN BIJ DE RESULTATEN

Algemeen kunnen we stellen dat de voorspelling van de kans dat verkeersslachtoffers worden gevonden (zie 4.2 en 4.3) relatief betrouwbare resultaten oplevert, in de zin dat de resultaten ook globaal kunnen gebruikt worden voor het beleid in Vlaanderen, bijvoorbeeld als extra informatie bij de prioritering van ontsnipperingslocaties in Vlaanderen (zie deel 1). Als we bepaalde details bekijken, zien we uiteraard hier en daar ook mogelijke foutieve voorspellingen. Zo zien we bijvoorbeeld bij buizerd en bosuil ook een aantal kleine wegen met een hoge score, terwijl daar weinig tot geen autoverkeer is (bv. deel van jaagpaden langs rivieren). Maar het verwijderen van die wegen in de modelanalyse, zou dan weer op andere locaties een onterecht verlies betekenen in de resultaten. Dus het is aangeraden om vanuit het huidige resultaat de mogelijk verkeerdelijk meegenomen ‘risicowegen’ manueel te verwijderen op basis van lokale geografische informatie.

Modelvoorspellingen van de kans op blackspots van faunaverkeersslachtoffers op basis van waarnemingen van slachtoffers en verschillende omgevingskenmerken in een bepaalde buffer rondom de weg, werden ook in andere studies met succes uitgevoerd (Červinka *et al.*, 2015; Visintin *et al.*, 2016; Ha & Shilling, 2018; Santos *et al.*, 2018). Zo maakten bijvoorbeeld Ha & Shilling (2018) betrouwbare voorspellingen van blackspots van verkeersslachtoffers op basis van omgevingskenmerken zoals de aanwezigheid van bossen en urbanisatie binnen de 500 m. In Červinka *et al.* (2015) vond men dat verkeersslachtoffers van habitat-generalisten zoals vos, steenmarter, bunzing, hermelijn en wezel vooral te vinden waren in gebieden met een

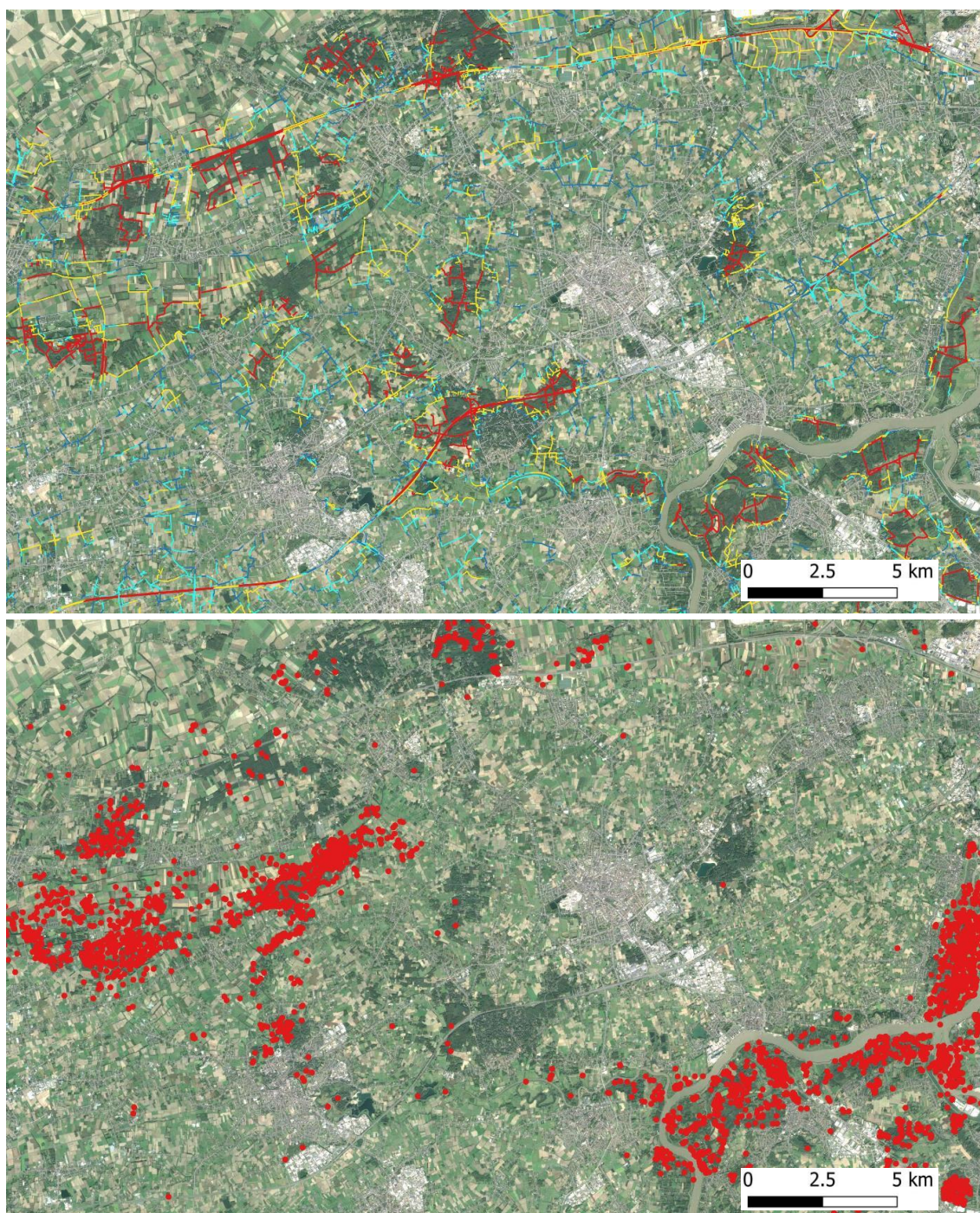
combinatie van landbouw en (verspreide) bebouwing binnen de 1.000 m, terwijl de slachtoffers van bepaalde habitat-specialisten zoals de boomarter, das en otter vooral te vinden waren in gebieden met veel bos, grasland en water binnen de 1.000 m. Op kleinere schaal (50 m buffer) was de aanwezigheid van kleine (lineaire) elementen zoals bomenrijen, struiken en ruigtes een goede voorspeller voor de kans op slachtoffers van vos, steenarter, bunzing, hermelijn, wezel, das en otter. In de hier gepresenteerde modelvoorspellingen voor Vlaanderen zien we deels gelijkaardige resultaten, bijvoorbeeld dat de meer habitat-gespecialiseerde soorten zoals boomarter minder als verkeersslachtoffer worden verwacht in de gebieden met veel landbouw en bebouwing en meer in gebieden met grotere boscomplexen.

De kans dat verkeersslachtoffers worden gemeld, heeft zoals verwacht een relatie met de gekende actuele verspreiding van de betreffende soorten. De data waarmee de modelanalyse werd uitgevoerd bestond uit gerapporteerde verkeersslachtoffers en het is te verwachten dat die meer worden geregistreerd nabij hun leefgebieden. In die zin is de voorspelling van verkeersslachtoffers ook deels een voorspelling van potentiële verspreiding. Als voorbeeld is in de figuren 80 en 81 voor de ree een vergelijking weergegeven van de voorspelling van verkeersslachtoffers en alle (gewone) waarnemingen van de soort. We zien daarin duidelijke gelijkenissen. In de detailkaart (figuur 81) zien we uiteraard ook verschillen, bijvoorbeeld langs bosgebieden waar (nog) geen of weinig waarnemingen zijn geregistreerd maar waar de voorspelling van verkeersslachtoffers wel een mogelijke blackspot aangeeft. Het is echter mogelijk dat de soort daar effectief wel aanwezig is, of in de toekomst (meer) kan voorkomen.



Figuur 80 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van ree gemeld worden (boven), en de actuele verspreiding op basis van alle waarnemingen van ree in de laatste tien jaar (onder).

////////////////////////////////////



Figuur 81 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van ree gemeld worden, detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland (boven), en de gekende actuele verspreiding op basis van alle waarnemingen van ree in de laatste tien jaar (onder).

Bij de huidige visuele weergave van de voorspellingskaarten kan de indeling in klassen (nu 6 klassen) eventueel nog gewijzigd worden al naargelang de vraagstelling. Zo kan de weergave nog verder verfijnd worden zodat enkel de wegsegmenten met 'allerhoogste' kans op verkeersslachtoffers zichtbaar worden. In de figuur 82 is hiervan een voorbeeld weergegeven voor de ree.

////////////////////////////////////

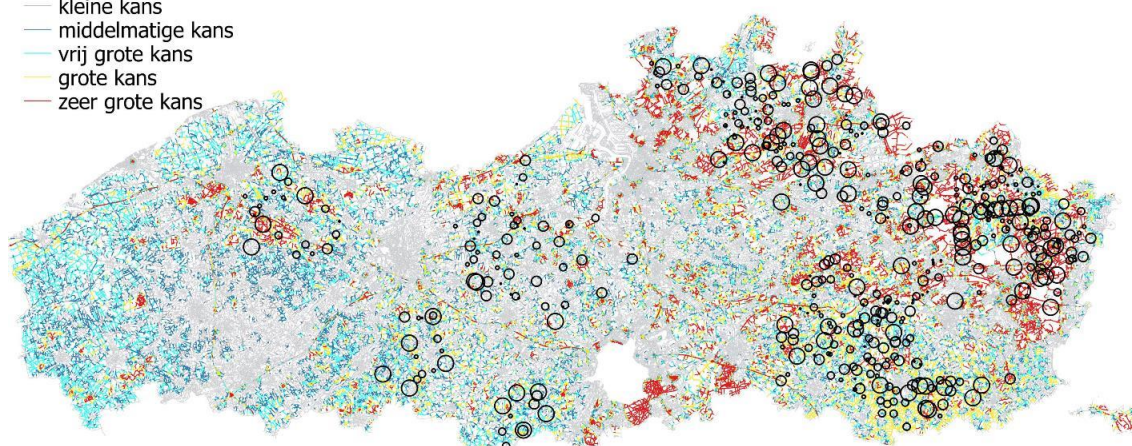
RELATIE MET RESULTATEN ONTSTIET ERINGSTOEL

Het combineren van de resultaten uit de modelanalyse van verkeersslachtoffers en deze van de OntsnipperingsTool is interessant omdat dit enerzijds een voorspelling is van de kans op verkeersslachtoffers op bepaalde wegsegmenten, en anderzijds puntlocaties voor het nemen van ontsnipperingsmaatregelen op basis van de potentie om potentiële leefgebieden opnieuw beter te verbinden. Beide resultaten hebben hun eigen nut en eigen voor- en nadelen en samen kunnen ze een meerwaarde bieden voor het ontsnipperingsbeleid in Vlaanderen.

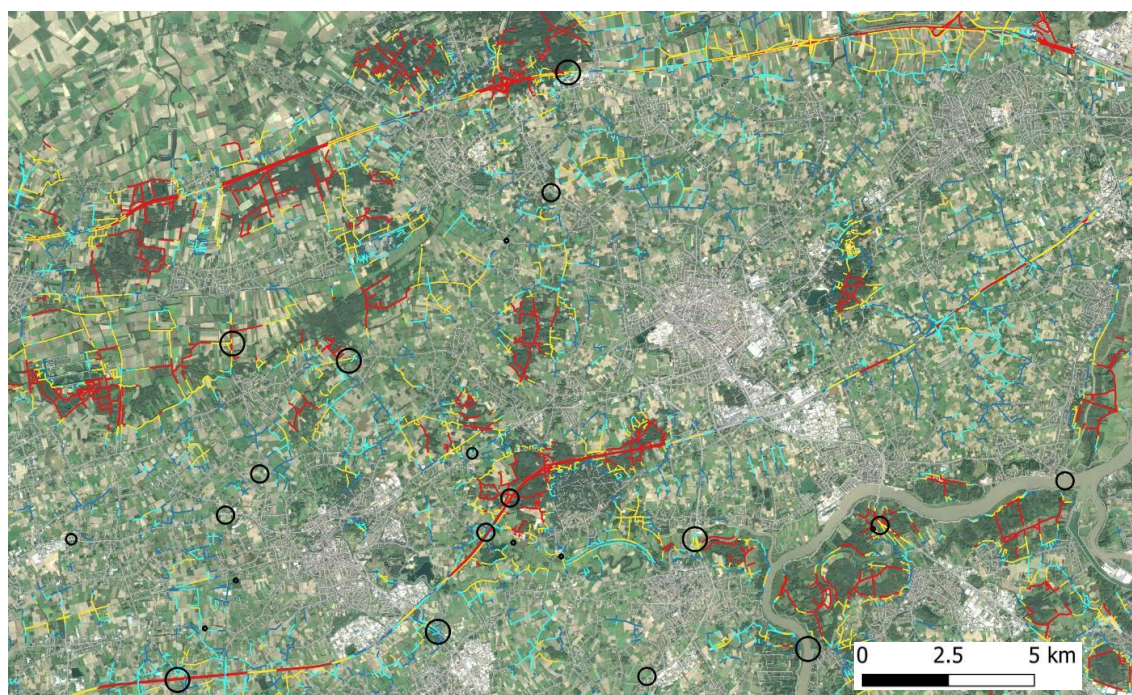
In de figuren 83 tot 86 zijn als voorbeelden de prioritaire punten voor ontsnippering (puntlocaties op basis van rasteranalyse met resolutie van 1 ha) voor ree en boommarter weergegeven, incl. de resultaten van de modelanalyse verkeersslachtoffers. Daarbij is te zien dat verschillende prioritaire ontsnipperingspunten ook effectief op wegsegmenten liggen met een hoge kans dat er verkeersslachtoffers worden gemeld. Tegelijk zijn er ook wegsegmenten met een hoge kans dat er verkeersslachtoffers worden gemeld, terwijl in de OntsnipperingTool geen prioritaire ontsnipperingspunten zijn aangeduid, of omgekeerd. Een meer lokale analyse kan daaruit conclusies trekken die dan weer gebruikt kunnen worden voor het beleid. Bij de boommarter (figuren 85 en 86) is het opvallend dat in de OntsnipperringsTool ook veel prioritaire punten voor ontsnippering zijn aangeduid in enkele ecodistricten die niet zijn meegenomen in de voorspelling van de kans op meldingen van verkeersslachtoffers. In de meeste van die ecodistricten zijn echter nog geen actuele (gewone) waarnemingen gekend. Hieruit kunnen we ervaring opdoen voor een mogelijk komende update van de OntsnipperingTool.

voorspelling

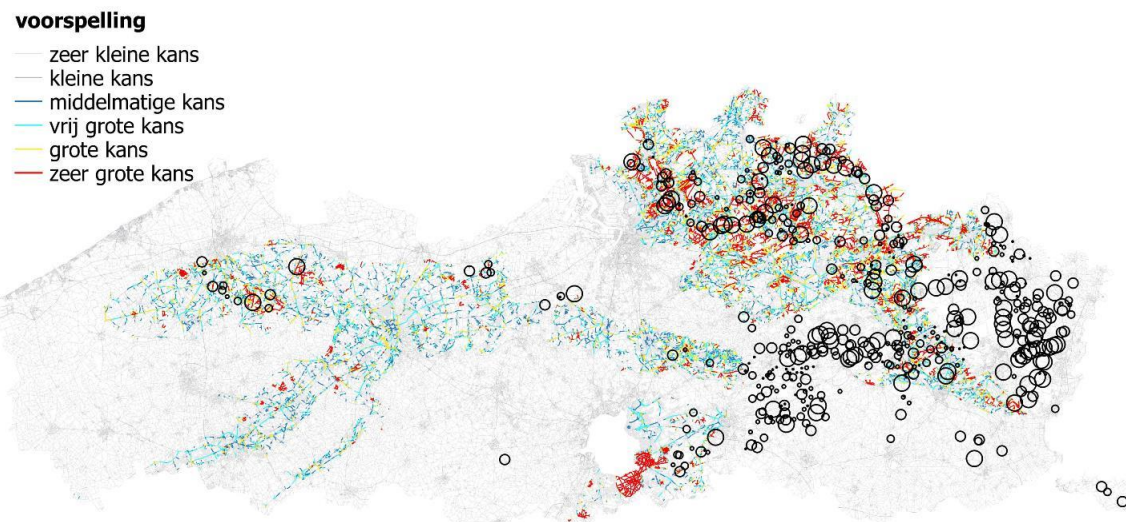
- zeer kleine kans
- kleine kans
- middelmatige kans
- vrij grote kans
- grote kans
- zeer grote kans



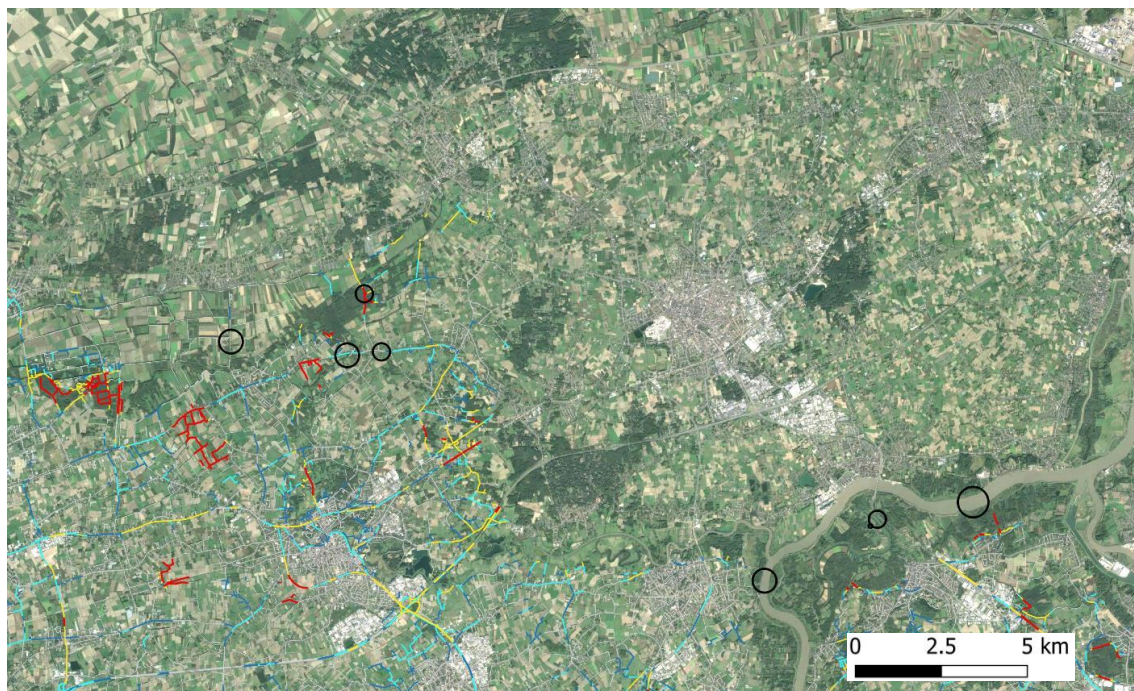
Figuur 83 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van ree gemeld worden, in vergelijking met de prioritaire ontsnipperingspunten van de OntsnipperingsTool (zwarte cirkels waarbij de grootte van de cirkels een beeld geeft van de grootte van prioriteit).



Figuur 84 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van ree gemeld worden, in vergelijking met de prioritaire ontsnipperingspunten van de OntsnipperingsTool (zwarte cirkels waarbij de grootte van de cirkels een beeld geeft van de grootte van prioriteit). Detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.



Figuur 85 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van boommarter gemeld worden, in vergelijking met de prioritaire ontsnipperingspunten van de Ontsnipperingstool (zwarte cirkels waarbij de grootte van de cirkels een beeld geeft van de grootte van prioriteit).



Figuur 86 Voorspelling van de kans dat er verkeersslachtoffers van boommarter gemeld worden, in vergelijking met de prioritaire ontsnipperingspunten van de Ontsnipperingstool (zwarte cirkels waarbij de grootte van de cirkels een beeld geeft van de grootte van prioriteit). Detailvoorbeeld in de regio van de Durmevallei en het Waasland.

5.4 VERGELIJKING ALGEMENE MET KWETSBARE SOORTEN

Op basis van de resultaten van de voorspellingen volgens voorliggende modellering kunnen op het eerste zicht geen opvallende globale verschillen vastgesteld worden tussen algemene en meer kwetsbare soorten. Omdat in de modelanalyse enkel soorten met een voldoende groot aantal waarnemingen van verkeersslachtoffers konden meegenomen worden, bevat de soortenlijst sowieso weinig kwetsbare⁵ soorten. Ook in de vergelijking van de best verklarende buffers rond de wegsegmenten kunnen we geen opvallende globale verschillen zien tussen algemene en meer kwetsbare soorten.

Bij de territoriale middelgrote en kleine landgebonden carnivore zoogdieren is het resultaat voor de boomarter (als vrij kwetsbare soort) wel duidelijk verschillend met bijvoorbeeld de meer algemene soorten wezel en hermelijn. Bij de boomarter komen in de voorspellingskaart vooral de grotere boscomplexen naar voor, terwijl bij de wezel en hermelijn ook meer halfopen gebieden (bv. landbouwgebieden, woongebieden met tuinen) worden aangeduid. Dit verschil hebben o.m. Červinka *et al.* (2015) ook vastgesteld (zie ook 5.2).

5.5 MOGELIJKE INDICATORSOORTEN

De mogelijke selectie van indicatorsoorten voor de problematiek van verkeersslachtoffers kan deels vergeleken worden met een keuze van soorten op basis van ecoprofielen. Dit laatste is vaak het geval bij de algemene problematiek van ontsnippering (Van der Grift *et al.*, 2003, 2007 & 2009). Een ecoprofiel kan gesymboliseerd worden door een vlaggenschipsoort die kenmerkend is voor de groep soorten en waarmee de netwerkboodschap gecommuniceerd kan worden op het terrein. Toch is het voor bepaalde gevallen vaak ook noodzakelijk om een louter soortgerichte benadering te volgen.

In eerste instantie lijkt het logisch om de keuze voor mogelijke indicatorsoorten in verband met de problematiek van verkeersslachtoffers te baseren op basis van de ecoprofielen die doorgaans worden gebruikt rond ontsnippering. Omdat de modellering noodgedwongen beperkt moest worden tot de soorten waarvan een voldoende groot aantal verkeersslachtoffers is vastgesteld, blijkt dit niet zo eenvoudig. Omdat de ecologie (habitat, grootte van het leefgebied, dagelijkse verplaatsingen en dispersie, gedrag,...) doorgaans erg verschillend is tussen amfibieën, reptielen, roofvogels, watergebonden vogels en kleine tot grotere zoogdierengroepen, is het alleszins aangewezen om eventuele indicatorsoorten voor de problematiek van verkeersslachtoffers ook per soortengroep aan te duiden.

Bij de **amfibieën** zien we in het resultaat van de modellering vrij grote gelijkenissen tussen de onderzochte amfibieënsoorten. Globaal gezien is de keuze voor het resultaat van de groep amfibieën (zie 4.3.1) een goede optie om de risico's voor deze soortgroep weer te geven. Bij de keuze van slechts één indicatorsoort, lijkt het aangewezen om hiervoor de gewone pad te gebruiken. De betrouwbaarheidsscore (AUC waarde) van de modellering bij deze soort is goed tot zeer goed, het is de soort die meest gevonden wordt als verkeersslachtoffer, en het resultaat van deze soort vertoont de grootste gelijkenissen met het gemiddelde resultaat van de groep amfibieën (correlatiecoëfficiënt van 0,94, zie 4.3.1).

⁵ Volgens de Rode Lijsten voor Vlaanderen, zie <https://www.inbo.be/nl/rode-lijsten-vlaanderen>

Bij de **reptielen** werd in de modellering enkel de hazelworm onderzocht. We kunnen voor de verkeersslachtoffers geen uitspraken doen over de andere reptielen.

Bij de **dag- en nachtroofvogels** kan de keuze voor een indicatorsoort opgesplitst worden tussen soorten met een relatief sterke relatie met bossen (buiserd, bosuil) en soorten van meer (half-) open gebieden. De buiserd is bruikbaar als indicatorsoort binnen de bossoorten, terwijl de kerkuil een typische indicatorsoort is voor de meer (half-)open gebieden. Beide soorten hebben ook de meeste gerapporteerde verkeersslachtoffers, een goede betrouwbaarheidsscore (AUC waarde) in de modellering, en elk in hun groep van respectievelijk dag- en nachtroofvogels een (vrij) grote gelijkenis met het gemiddeld resultaat van die groep (zie 4.3.2 en 4.3.3).

Bij de **watergebonden vogels** lijkt de waterhoen de meest voor de hand liggende indicatorsoort omwille van de betrouwbaarheid van de modellering en het hoog aantal gerapporteerde verkeersslachtoffers. Het resultaat van deze soort vertoont zoals bij de meerkoet ook een grote gelijkenis met het gemiddelde resultaat de van groep (zie 4.3.4). De betrouwbaarheid van het wilde eend model is daarentegen onvoldoende.

Bij de **grote landgebonden zoogdieren** lijkt de ree op het eerste zicht de meest logische keuze als indicatorsoort. Afhankelijk van de vraag (bv. prioritering in het kader van verkeersveiligheid) lijkt het echter aangeraden beide soorten apart te behandelen. Ook moet het resultaat voor wild zwijn uit deze studie zeker met de nodige omzichtigheid gehanteerd worden. Het verspreidingsgebied van wild zwijn verandert immers actueel nog jaarlijks en de beschikbare data over verkeersongelukken zijn zeer fragmentarisch en onvolledig. Een meer verfijnde modellering, waarbij o.m. rekening gehouden wordt met het actueel en potentieel toekomstig verspreidingsgebied, is aanbevolen in het kader van aanbevelingen rond maatregelen voor deze soort (zie ook 5.2).

Bij de **territoriale middelgrote en kleine landgebonden carnivore zoogdieren** is de keuze voor een indicatorsoort complex, vooral gezien de verschillende eigenschappen van het leefgebied. De boommarter is een goede indicatorsoort waarbij de sterke relatie met grotere boscomplexen opvalt. Deze soort wordt doorgaans ook als ecoprofiel gebruikt in ontsnipperingsstudies. Hetzelfde is van toepassing op de hermelijn, die hier de beste indicatorsoort lijkt voor de meer (half-)open gebieden, met een meer betrouwbaar model dan de wezel. Hermelijn kunnen we aanbevelen als indicatorsoort voor de volledige groep territoriale middelgrote en kleine landgebonden carnivore zoogdieren, omdat het resultaat van deze soort de grootste gelijkenis vertoont met het gemiddelde resultaat de van groep (hoogste correlatiecoëfficiënt, zie 4.3.6). De das is doorgaans ook een apart gebruikt ecoprofiel bij ontsnipperingsstudies en kan daarom ook hier als aparte indicatorsoort gebruikt worden.

Bij de **overige landgebonden zoogdieren** kunnen zowel de haas (vooral langs open landbouwgebieden) als rode eekhoorn (in allerlei bossen, vooral langs kleinere wegen) gebruikt worden als indicatorsoorten.

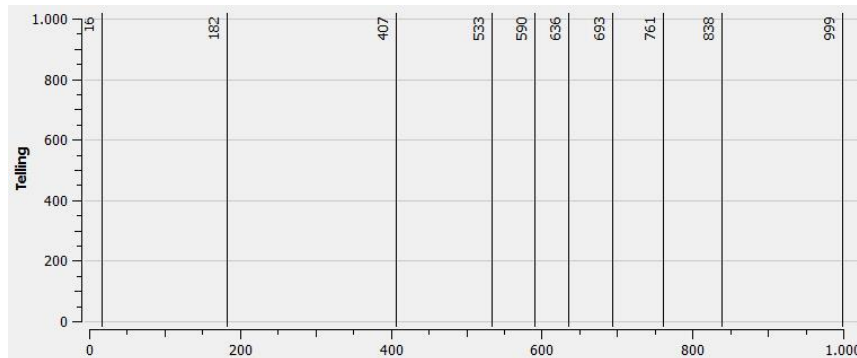
Betreffende de resultaten van de soortgroepen (zie 4.3) kan hier ook vermeld worden dat een test waarbij alle onderzochte soorten werden samengevoegd, geen bruikbare modelvoorspelling opleverde, vermoedelijk wegens de te grote ecologische verschillen tussen de soorten.

6 REFERENTIES

- Barbet-Massin M., Jiguet F., H. Albert C. & Thuiller W. (2012). Selecting Pseudo-Absences for Species Distribution Models: How, Where and How Many? *Methods in Ecology and Evolution* 3:327–338.
- Červinka J., Riegert J., Grill S. & Šálek M. (2015). Large-scale evaluation of carnivore road mortality: the effect of landscape and local scale characteristics. *Mammal Research* 60:233–243.
- Everaert J. (2017). Advies over de resultaten uit de Ontsnipperingstool. Adviezen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.A.3519. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.
- Ha H. & Shilling F. (2018). Modelling potential wildlife-vehicle collisions (WVC) locations using environmental factors and human population density: A case-study from 3 state highways in Central California. *Ecological Informatics* 43:212–221.
- Hastie T. & Tibshirani R. (1987). Generalized additive models: some applications. *Journal of the American Statistical Association* 82: 371-386.
- Poelmans L. & Van Daele T. (2014). Landgebruikskaart NARA-T 2014. Studie uitgevoerd in opdracht van INBO in het kader van de Referentietask Natuurrapportering Vlaanderen. VITO rapport 2014/RMA/R/45, mei 2014.
- Rutten A., Casaer J., Swinnen K.R.R., Herremans M. & Leirs H. (2019). Future distribution of wild boar in a highly anthropogenic landscape: Models combining hunting bag and citizen science data. *Ecological Modelling* 411:108804.
- Santos S., Carvalho F. & Mira A. (2011). How Long Do the Dead Survive on the Road? Carcass Persistence Probability and Implications for Road-Kill Monitoring Surveys. *PLoS ONE* 6(9): e25383. doi:10.1371/journal.pone.0025383.
- Santos R., Santos S., Santos-Reis M., Picancão de Figueiredo A., Bager A., Aguiar LMS., et al. (2016). Carcass Persistence and Detectability: Reducing the Uncertainty Surrounding Wildlife-Vehicle Collision Surveys. *PLoS ONE* 11(11): e0165608. doi:10.1371/journal.pone.0165608.
- Santos R., Mota-Ferreira M., Aguiar L., Ascensão F. (2018). Predicting wildlife road-crossing probability from roadkill data using occupancy-detection models. *Science of the Total Environment* 642:629–637.
- Van der Grift E.A., Pouwels R. & Reijnen R. (2003). Meerjarenprogramma Ontsnippering. Knelpuntenanalyse. Alterra-rapport 768.
- Van der Grift E.A., Pouwels R. & Wegman R. (2007). Toetsing knelpuntenlijst en prioriteitstelling in het Meerjarenprogramma Ontsnippering. Alterra-rapport 1567.
- Van der Grift E.A., Dirksen J., Jansman H., Kuipers H. & Wegman R. (2009). Actualisering doelsoorten en doelen Meerjarenprogramma Ontsnippering. Alterra-rapport 1941.
- van der Meulen M., Uljee I., Everaert J. & Engelen G. (2016). De Ontsnipperingstool. Handleiding en resultaten van de 'eerste run'. VITO-rapport: 2016/RMA/R/0543.
- Visintin C., van der Ree R. & McCarthy M.A. (2016). A simple framework for a complex problem? Predicting wildlife–vehicle collisions. *Ecology and Evolution* 6(17):6409–6421.
- Wood S.N. & Augustin N.H. (2002). GAMs with integrated model selection using penalized regression splines and applications to environmental modelling. *Ecological Modelling* 157:157-177.

Bijlage 1. Indeling in klassen bij de voorspellingskaarten

Als aanvulling op de beschrijving in de methode over het maken van de blackspotkaarten en de daarbij horende indeling in klassen (zie 3.5), is als voorbeeld in de onderstaande figuur de indeling in tien klassen weergegeven voor de voorspelling (waarden van 0-1000) bij de bruine kikker, waarbij uiteindelijk de eerste vijf klassen (waarden van 0-590) samengevoegd zijn.



De cijfers in onderstaande tabel zijn de scores van de kans op blackspots van verkeersslachtoffers uit de voorspelling van de modellering. De kleur en betekenis van de klassen kunnen worden teruggevonden in de figuren van de voorspelling in dit rapport.

originele indeling in 10 klassen o.b.v. kwantielen	klasse 1 tot 5	klasse 6	Klasse 7	klasse 8	klasse 9	klasse 10
betekenis in voorspellingskaarten verkeersslachtoffers	zeer kleine kans	kleine kans	middelmatige kans	vrij grote kans	grote kans	zeer grote kans
gewone pad	0-785	785-795	795-804	804-818	818-844	844-929
bruine kikker	0-590	590-636	636-693	693-761	761-838	838-999
alpenwatersalamander	0-660	660-711	711-762	762-812	812-869	869-997
kleine watersalamander	0-621	621-686	686-720	720-763	763-834	834-1000
hazel worm	0-364	364-473	473-595	595-721	721-837	837-999
torenvalk	0-355	355-406	406-466	466-540	540-638	638-994
buizerd	0-262	262-305	305-348	348-409	409-520	520-954
steenuil	0-425	425-542	542-657	657-754	754-827	827-998
kerkuil	0-259	259-317	317-391	391-476	476-584	584-949
bosuil	0-318	318-374	374-427	427-436	436-502	502-882
ransuil	0-248	248-308	308-390	390-496	496-631	631-984
wilde eend	0-421	421-451	451-486	486-534	534-615	615-1000
waterhoen	0-447	447-527	527-593	593-641	641-724	724-1000
meerkoet	0-282	282-294	294-364	364-438	438-658	658-1000
ree	0-330	330-374	374-414	414-460	460-571	571-999
wild zwijn	0-120	120-176	176-257	257-382	382-605	605-1000
wezel	0-575	575-620	620-653	653-677	677-703	703-792
hermelijn	0-422	422-464	464-526	526-637	637-767	767-995
bunzing	0-419	419-433	433-450	450-489	489-534	534-792
boommarter	0-74	74-98	98-138	138-215	215-422	422-1000
steenmarter	0-348	348-387	387-432	432-480	480-544	544-913
das	0-165	165-237	237-349	349-517	517-785	785-999
vos	0-262	262-313	313-371	371-423	423-481	481-1000
egel	0-561	561-601	601-642	642-674	674-697	697-976
konijn	0-544	544-563	563-583	583-604	604-645	645-997
haas	0-448	448-533	533-616	616-691	691-759	759-912
rode eekhoorn	0-484	484-562	562-618	618-658	658-708	708-983

////////////////////////////////////

