

Boommarters en wegen

Boommarters en wegen

Een eerste analyse van de relatie 'wegbermen – verkeersslachtoffers'

**G.J.D.M. Muskens
R.M.A. Wegman
C.J.F. ter Braak**

Alterra-rapport 849

Alterra, Wageningen, 2003

REFERAAT

Müskens, G.J.D.M., R.M.A. Wegman C.J.F. ter Braak, 2003. *Boommarters en wegen; een eerste analyse van de relatie 'wegbermen – verkeersslachtoffers'*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 849. 40 blz. 12 fig.; 5 tab.; 12 ref.

Met behulp van een GIS-systeem is gekeken naar de begroeiing van bermen langs provinciale wegen en autosnelwegen op de Veluwe in relatie tot de plaatsen waar boommarters zijn doodgereden. In deze relatie is ook de hoeveelheid verkeer onderzocht. Boommarters worden vaak doodgereden op plaatsen waar opgaande en structuurrijke begroeiing langs de wegen voorkomt, met name als deze uit naaldhout bestaat. Op enkele autosnelwegen is de verkeersintensiteit inmiddels 's nachts ook zo hoog dat een oversteek een gevaar vormt. Voor alle wegvakken van 100 meter van de onderzochte wegen is aangegeven of de boommarter weinig of geen risico, een gemiddeld risico of een hoog risico loopt om bij het oversteken te worden doodgereden.

Trefwoorden: Boommarter, wegen, bermbegroeiing, verkeersslachtoffer, verkeersintensiteit

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door €16,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 849. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2003 Alterra
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info@alterra.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

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

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
2 Materiaal en methode	13
2.1 Verkeersslachtoffers	13
2.2 Digitale kaarten	15
2.3 Dassenrasters	17
2.4 Verkeersintensiteit	17
2.5 Hectometerpaaltjes	18
2.6 Begroeiing wegbermen	18
2.7 Berekeningen	19
2.8 Regressiemodel	20
3 Resultaten	23
3.1 Dassenrasters	23
3.2 Bermen en verkeer	25
3.2.1 Startmodel	25
3.2.2 Vervolgmodellen	27
3.3 Voorspelling	28
4 Conclusies	35
4.1 Dassenrasters	35
4.2 Bermen	35
4.3 Analyse	35
4.4 Algemeen	35
5 Aanbevelingen	37
Literatuur	39

Samenvatting

De boomarter is een van de zeldzaamste zoogdiersoorten van Nederland. Het belangrijkste kernleefgebied hier is de Veluwe. Het aantal verkeersslachtoffers onder de boomarter is op veel plaatsen zo hoog, dat hier het voortbestaan van de soort in gevaar dreigt te komen. Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland en de Provincie Gelderland zijn daarom begonnen met onderzoek te doen verrichten naar maatregelen aan en langs wegen, die de verkeersmortaliteit onder boomarters kunnen beperken. Als eerste stap is aan Alterra opdracht gegeven een overzicht te maken van de lokaties waar in Gelderland boomarters zijn doodgereden en na te gaan of er een relatie te leggen viel tussen de aard van de weg en de begroeiing daarlangs en de kans voor boomarters om verkeersslachtoffer te worden.

In dit rapport zijn gegevens over grondgebruik, rasters, wegtypen en weggebruik gecombineerd met de vindplaatsen van doodgereden boomarters. Daarmee is geprobeerd na te gaan of bepaalde elementen langs wegen of combinaties ervan een verhoogd risico vormen voor boomarters die een weg probeerden over te steken en daarbij werden doodgereden.

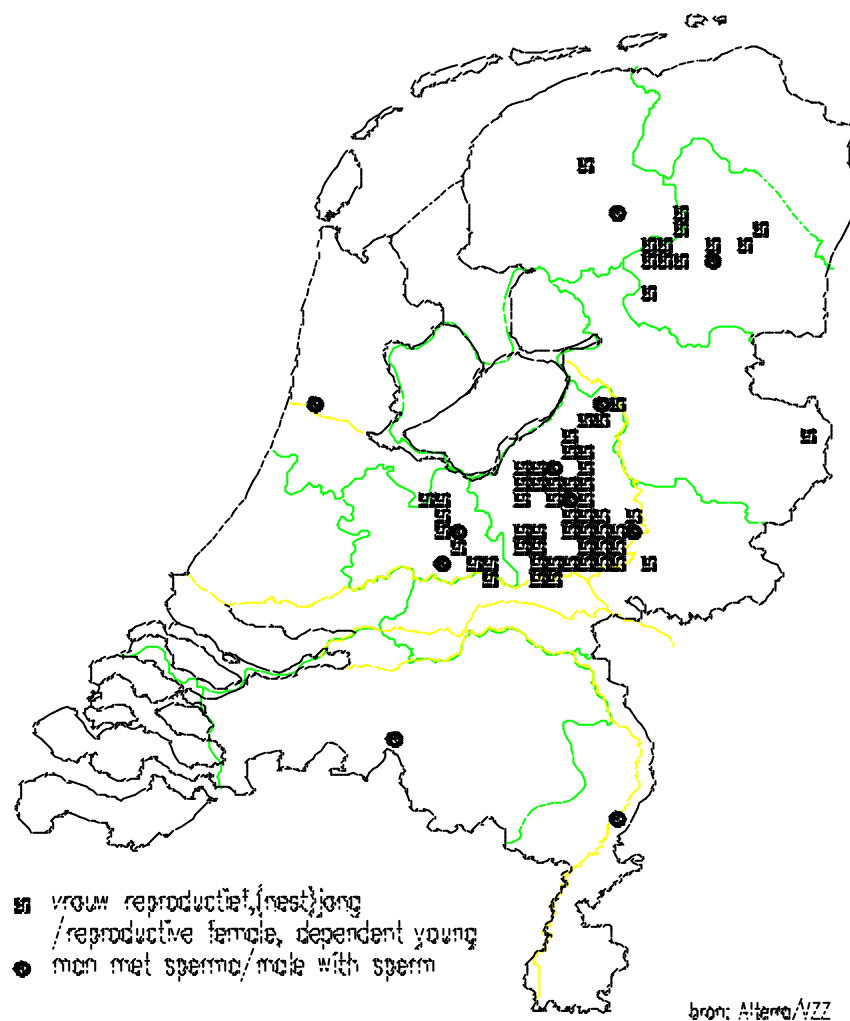
Een eerste analyse is uitgevoerd voor de autosnelwegen en de provinciale wegen op de Veluwe en de aan deze wegen grenzende stroken grond van ca. 40-50 meter. Hiervoor waren de gegevens beschikbaar van respectievelijk 77 en 102 boomarters die gedurende de laatste 15 jaar waren doodgereden en gemeld en die zoveel mogelijk ook nader werden onderzocht.

Uit deze analyse blijkt dat de aangereden boomarters vaak worden gevonden op plaatsen met opgaande en structuurrijke begroeiing langs de wegen. Hebben beide bermstroken een korte vegetatie, dan neemt het aantal gevonden verkeersslachtoffers af. In iets mindere mate is dat het geval als de vegetatie aan één zijde van de weg kort is en aan de andere zijde opgaand. Boomarters die een weg willen oversteken kiezen klaarblijkelijk bij voorkeur een oversteekplaats waar zich aan weerszijden van de weg bos bevindt. Plaatsen met bermstroken met korte vegetaties lijken voor een oversteek te worden gemedan.

Op de weinige plaatsen waar zich tunnels en ecoducten met dassenrasters bevinden, lijkt na de plaatsing van het raster een verschuiving te zijn opgetreden van de locaties waar de verkeersslachtoffers werden gevonden. Dit zou erop kunnen wijzen dat dassenrasters voor boomarters geleidend werken bij het oversteken van de weg.

1 Inleiding

De boommarter is een van de zeldzaamste zoogdiersoorten van Nederland. Hij kan zich momenteel alleen nog maar handhaven in de grote, min of meer aaneengesloten bosgebieden van de Veluwe, de Utrechtse Heuvelrug en het Drents-Friese woudengebied. Alleen hier komen nog populaties voor die zich jaarlijks voortplanten (zie fig. 1). Zwervers kan men in principe in vrijwel geheel Nederland aantreffen. Grotere voortplantende populaties in het aangrenzende buitenland bevinden zich op geruime afstand van de Nederlandse grenzen (Teutenburger Woud, Eifel en Ardennen).



Figuur 1. Atlasblokken waar geslachtsrijpe boommarters zijn gevonden in de periode 1982-2001.

Boommarters hebben grote territoria, vooral in de grotere aaneengesloten bosgebieden. De omvang bedraagt bij de mannetjes tot wel 1000 - 2000 ha en bij de vrouwtjes tot 250 - 350 ha. Eenmaal per jaar kunnen er 1-4 jongen worden geboren, die na ruim 4 maanden zelfstandig zijn en vanaf dan op zoek gaan naar een eigen leefgebied.

In Nederland

In Nederland herbergt de Veluwe de verreweg grootste populatie en daarmee is dit gebied ook het belangrijkste kerngebied en als zodanig essentieel voor het voortbestaan van deze soort in Nederland. Jaarlijks vallen er echter tientallen slachtoffers door het verkeer. Op een zich voortplantende populatie van naar schatting 300 dieren is dat een groot aantal. Op termijn, maar mogelijk ook nu al, kan dit een bedreiging zijn voor het voortbestaan van de soort op de Veluwe en indirect mogelijk voor geheel Nederland.

Sinds 1980 wordt door respectievelijk het RIN, het IBN en Alterra onderzoek gedaan aan de boommarter. Een belangrijk onderdeel van dit onderzoek bestaat uit het verzamelen van dode dieren en het hierop verrichten van sectie. Hiermee wordt informatie verkregen over o.a. het verspreidingsgebied, de gebieden waar de boommarter zich voortplant, de gebieden waar alleen zwervers voorkomen en de veranderingen daarin. Verder wordt de doodsoorzaak vastgesteld, wordt de maaginhoud geanalyseerd en wordt de leeftijd en het geslacht van de dieren bepaald. Ook wordt er weefsel bewaard voor genetisch onderzoek.

Populatie

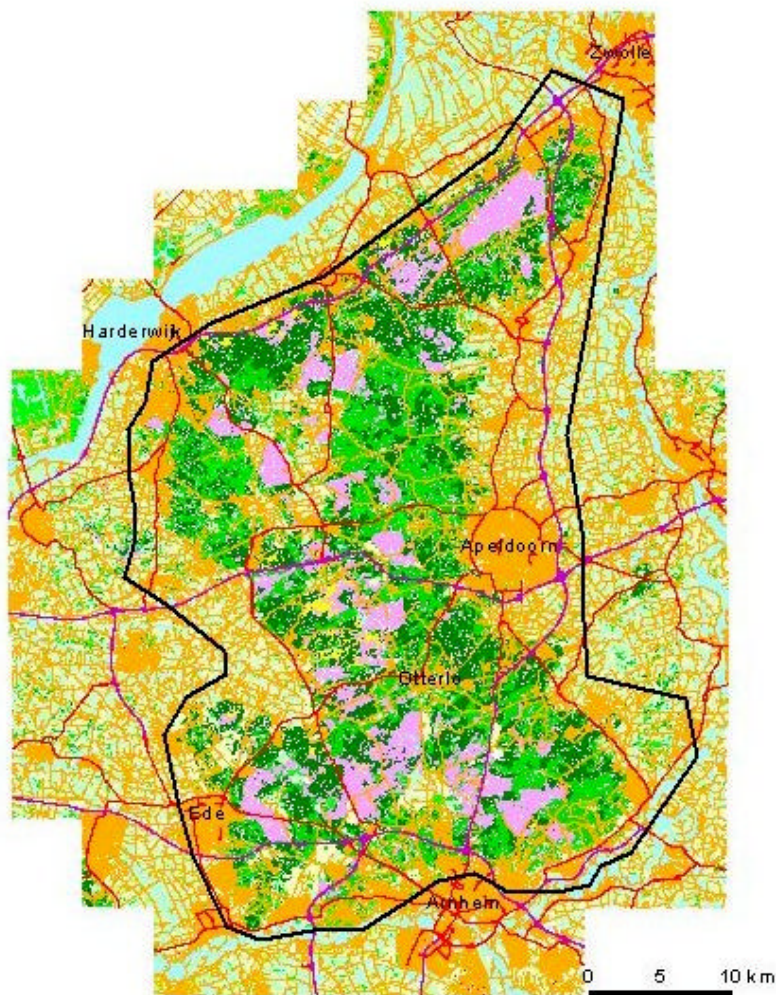
Van de doodgereden boommarters worden er jaarlijks 25 tot 30 aangeleverd voor onderzoek. Dit is zeker maar een deel van de door het verkeer omgekomen dieren, doordat niet alle dieren worden gevonden en/of gemeld.

Uit analyse van de herkomstgegevens van de boommarters blijkt dat het landelijk voortplantingsgebied in de tweede helft van de vorige eeuw is afgenomen. In het themanummer over de boommarter van het tijdschrift Lutra zijn een aantal aspecten van dit onderzoek gepubliceerd (Broekhuizen & Müskens, 2000, Müskens & Broekhuizen, 2000, Müskens et al., 2000;).

Om een eerste indruk te krijgen van welke vegetatie in de bermstroken en van welke de daar aanwezige faunavoorzieningen van invloed zijn op de kans voor boommarters om overreden te worden, hebben Jonkers en Knoop in een oriënterend onderzoek voor enkele wegen op de Veluwe in de omgeving van Arnhem systematisch om de 100 meter gekeken naar een aantal kenmerken van de wegbermen. Deze kenmerken werden gerelateerd aan zowel de plaatsen waar wel, als waar geen aangereden boommarters waren gevonden. Hierbij bleek dat de boommarter vooral slachtoffer wordt als er opgaande vegetaties langs de wegen voorkomen. Ook bleken op drukke wegen relatief meer slachtoffers te vallen (Jonkers & Knoop, 1997). Dit onderzoek was te beperkt om de uitkomsten op significantie te kunnen toetsen. Voor de egel werd door Huijser (2000) een soortgelijk onderzoek gedaan waarbij dezelfde methode werd gebruikt. Hier bleken

vooral lijnvormige elementen die op wegen eindigen en de kleinere wegen meer slachtoffers te geven.

Met behulp van GIS (Geografisch Informatie Systeem) is het mogelijk kenmerken van de wegen en van de begroeiing erlangs te correleren met plaatsen waar boommarters zijn aangereden. Hiermee is het mogelijk om op grond van de omgevingsfactoren voor elk weggedeelte te voorspellen hoe groot de kans is dat er boommarters worden overreden. Dit soort analyses zal op termijn kunnen bijdragen aan de formulering van eisen waaraan wegen, bermen, aangrenzende opstanden moeten voldoen om het risico voor overstekende boommarters om aangereden te worden te verkleinen. Ook geeft de analyse aanwijzingen voor de lokaties waar mitigerende constructies het meest effectief zijn. In het hier besproken onderzoek is de analyse uitgevoerd voor de bermen van zowel de autosnelwegen als voor alle provinciale wegen binnen het onderzoekgebied, dat het grootste gedeelte van de Veluwe en het direct aangrenzende gebied omvat (zie fig. 2).



Figuur 2. Het deel van de Veluwe en aangrenzend gebied (zwart omlijnd) dat in het onderzoek werd betrokken.

2 Materiaal en methode

2.1 Verkeersslachtoffers

Voor de analyse waren gegevens beschikbaar van 179 verkeersslachtoffers uit de periode 1982 – 2001. Hiervan waren er 102 afkomstig van de provinciale wegen en 77 van de autosnelwegen (zie fig. 3). Verkeersslachtoffers van de overige wegen (59 ex.) zijn niet in de analyse meegenomen.

Het relatief aantal gevonden verkeersslachtoffers op de autosnelwegen is in de loop van de tijd flink toegenomen ten opzichte van de provinciale wegen en de overige wegen. Het is echter mogelijk dat er op de autosnelwegen sprake is van een sterkere intensivering van de zoekinspanning.

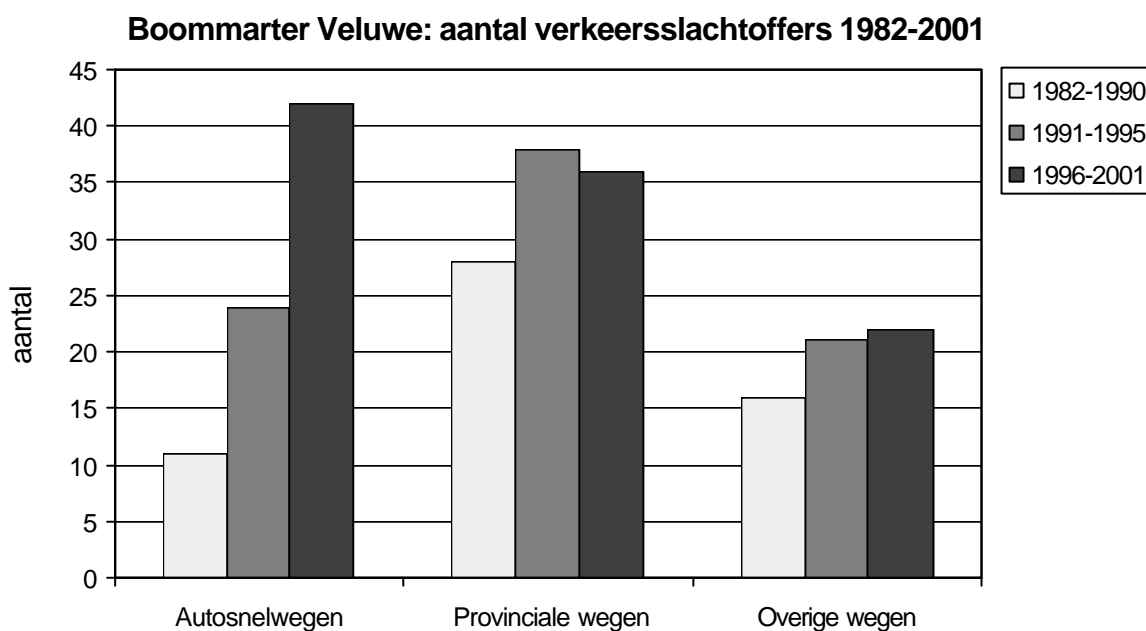


Fig. 3. Aantal verkeersslachtoffers per wegtype op de Veluwe in de perioden 1982–1990, 1991–1995 en 1996–2001.

Het aantal jaarlijks onderzochte boommarters liep kort na de start van het onderzoek eind 1981 vrij snel op mede gesteund door de wettelijke verplichting dat deze dieren eerst moesten worden onderzocht alvorens ze mochten worden geprepareerd. Nadat deze maatregel in 1997 weer werd ingetrokken nam het aantal via preparateurs aangemelde slachtoffers af. Door een steeds grotere belangstelling voor de soort onder meer door de activiteiten van de VZZ-Boommarterwerkgroep, is het mogelijk gebleken de laatste jaren ca. 30 boommarters te kunnen blijven verzamelen en te onderzoeken. Bij dit onderzoek worden gegevens verzameld over vindplaats,

vinddatum, doodsoorzaak, geslacht, leeftijd, voortplantingsstatus, ziekten en parasieten, voedsel en, niet onbelangrijk, of het wel een boommarter is. Verwisseling met steenmarter en zelfs bunzing en nerts komt zeer regelmatig voor. Voor deze analyse waren vooral de juiste vindplaatsen van belang (fig. 4).



Fig. 4. Vindplaatsen van de onderzochte boommarters van de Veluwe uit de periode 1982-2001 die op rijks- en provinciewegen zijn omgekomen.

2.2 Digitale kaarten

Bij de analyse is gebruikt gemaakt van de informatie over het grondgebruik uit de top10 vectorkaarten. Dit zijn de digitale 1:10.000 kaarten, zoals die door de Topografische Dienst zijn samengesteld. De gegevens van deze kaarten komen uit de jaren 1996 en 1997. Ze bevatten informatie over de oppervlakten van 32 verschillende soorten grondgebruik. Er blijken 17 categorieën wegen voor te komen, 10 categorieën begroeiing, 2 categorieën water en 3 categorieën overigen. Voor de analyse is gekozen voor een vereenvoudigde opsplitsing in 12 klassen zoals genummerd in tabel 1. Bij de indeling is vooral gelet op gesloten opgaande begroeiing (bostypen), lage structuurrijke begroeiing (heide) en lage structuurarme vegetatie (bouwland en weiland). De vaak brede grasstroken langs wegen zijn aangemerkt als weiland.

Door middel van een speciale bewerking was het mogelijk om na te gaan of er aan de ene kant van de weg een lage en aan de andere kant een gesloten opgaande vegetatie aanwezig was. Aan het digitale bestand zijn gegevens toegevoegd over het voorkomen van dassenrasters en dassentunnels, ecoducten en geluidsschermen.

De geluidsschermen zijn verder niet in het onderzoek betrokken, omdat ze nog maar op zeer beperkte schaal en uitsluitend in de sterk verstedelijkte delen van het onderzoeksgebied (Velp en Apeldoorn) voorkomen.

Tabel 1: Overzicht van de onderscheiden oppervlaktestructuren in de digitale 1:10000 topografische kaarten en de voor de analyse gekozen indeling in 12 categoriën van bodemgebruik.

Nr	Omschrijving	%	% per Nr
1	naaldbos	11.2	11.2
2	boomkwekerij	0.2	
2	loofbos	12.6	12.8
3	gemengd bos	15.0	15.0
4	heide	3.2	3.2
5	bouwland	3.6	3.6
6	weiland	15.6	15.6
7	autoweg > 7	0.7	
7	autoweg 2 rijbanen	0.6	
7	autoweg ongelijkvloers 2 rijbanen	2.0	
7	hoofdverbindingsweg > 7	4.4	
7	hoofdverbindingsweg 2 rijbanen	2.0	
7	hoofdverbindingsweg 4 - 7	3.3	13.0
8	straat	0.4	
8	verharde weg > 7	1.0	
8	verharde weg 4 - 7	2.0	
8	verharde weg lokaal belang > 7	0.1	
8	verharde weg lokaal belang 2 - 4	0.5	
8	verharde weg lokaal belang 4 - 7	1.3	5.3
9	oeverlijn / landblauw	0.6	0.6
10	rijwielpad	7.8	7.8
11	gedeeltelijk verharde weg > 2	0.2	
11	onverharde weg > 2	1.6	
11	overige weg > 2m	0.4	
11	parkeerterrein	0.1	2.3
12	bebouwd gebied	0.1	
12	overig bodemgebruik	9.5	9.6
Totaal		100.0	100.0

2.3 Dassenrasters

In totaal stond er in 2001 op de Veluwe 16.403 m dassenraster langs de autosnelwegen. Meestal stond dit raster aan beide zijden van de weg, hetgeen betekent dat er langs ruim 8 km weglengte raster stond. Bij de ecoducten staat in totaal 1.003 meter raster (0,5 km weglengte). Langs de provinciale wegen was slechts 3.047 m dassenraster (1,5 km weglengte) aangegeven. Hoewel er meer dassenraster is geplaatst (med. T. Dikker), waren de gegevens hiervan niet zonder veel extra werk inpasbaar in de voor deze analyse gebruikte digitale kaart.

Slechts 10 boommarters blijken vlakbij of ter plaatse van dassenrasters te zijn verongelukt, waarvan 3 voordat de rasters werden geplaatst, 3 net buiten de rasters, 2 tijdens de bouw van een ecoduct en 2 nadat de rasters al lang waren geplaatst. Deze gevallen worden afzonderlijk behandeld. Bij de totale analyse is verder geen rekening meer gehouden met een eventuele invloed van de rasters, omdat de weglengte met rasters erg klein is ten opzichte van de totale weglengte (10 tegen 400 kilometer). Datzelfde geldt ook voor het aantal doodgereden boommarters (10 van de 179).

Bij het onderzoek is geen rekening gehouden met de eventuele aanwezigheid van grofwildraster. De meeste mazen van dit raster zijn zo groot, dat aangenomen wordt dat ze voor boommarters geen wezenlijke barrière vormen bij het oversteken van wegen. Overigens is een analyse over een eventuele geleidende werking van wildrasters alleen mogelijk als men een situatie zonder raster kan vergelijken met een situatie op dezelfde plaatsen met raster. De grofwildrasters op de Veluwe zijn in de periode 1982-2001 echter niet of nauwelijks veranderd.

2.4 Verkeersintensiteit

Voor de autosnelwegen en alle provinciale wegen is de verkeersintensiteit in de analyse betrokken. Uit een intern rapport van Rijkswaterstaat konden voor de autosnelwegen de verkeerstellingen uit 2000 (Anonymous, 2000) worden overgenomen, voor de provinciale wegen had de Provincie Gelderland digitale bestanden van verkeerstellingen uit de periode 1991 – 2000 beschikbaar. Voor zover mogelijk zijn de tellingen van het jaar 2000 gebruikt; indien die voor bepaalde weggedeelten niet voorhanden waren zijn daarvoor de tellingen van 1999 gebruikt.

Per nacht zijn de aantallen auto's die tussen 22:00 uur en 6:00 uur in het jaar 2000 passeerden opgeteld, waarna het jaargemiddelde voor elke nacht van de week is berekend. Voor de autosnelwegen zijn de passages op de beide dubbele baanvakken bij elkaar opgeteld. Bij de meeste provinciale wegen zijn de verkeerstellingen maar 1 – 1,5 maand uitgevoerd en vrijwel altijd in het voorjaar of het najaar. Slechts een klein deel van de verkeerstellingen werd over het gehele jaar uitgevoerd. Ook van deze tellingen is het gemiddelde voor de verschillende nachten van de week genomen.

2.5 Hectometerpaaltjes

Langs alle autosnelwegen en provinciale wegen staan hectometerpaaltjes. Door vinders van dood gereden dieren worden deze vaak gebruikt om de vindplaats aan te geven. De vindplaats is daarom meestal tot op 100 meter nauwkeurig bekend.

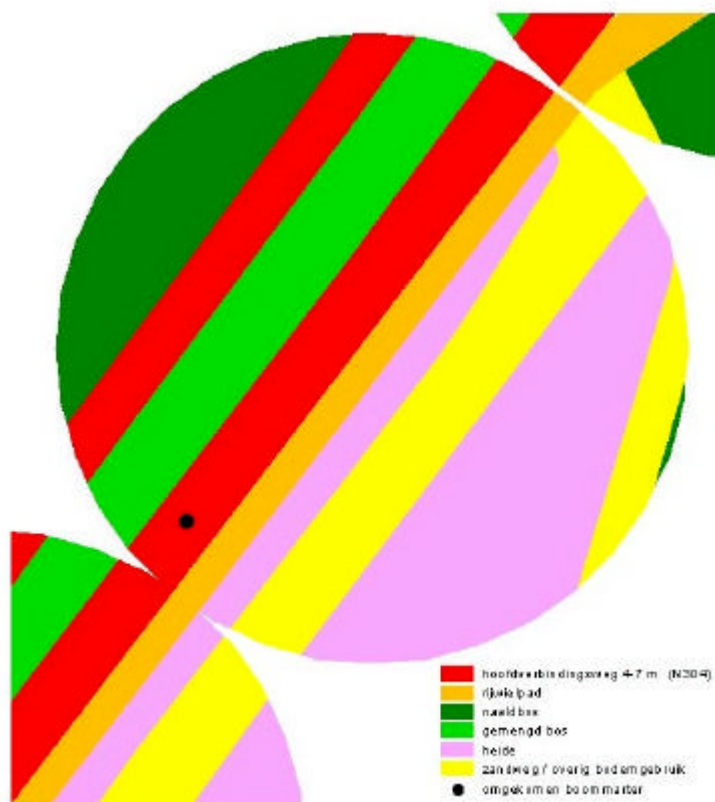
Bij Rijkswaterstaat en de Provincie Gelderland waren digitale bestanden van deze hectometerpaaltjes beschikbaar. Het digitale bestand van de provinciale wegen geeft voor de hectometerpaaltjes aan beide kanten van de weg slechts één punt, dat midden op de weg is vastgelegd. Het digitale bestand van de autosnelwegen geeft twee punten, één aan elke kant van de weg. Bij op- en afritten kan het aantal punten nog toenemen.

Het digitale bestand van de hectometerpaaltjes is aan de basiskaart toegevoegd.

2.6 Begroeiing wegbermen

Om op een snelle manier een indruk te kunnen krijgen van het grondgebruik langs de wegen is gebruik gemaakt van het bestand van de hectometerpaaltjes. Met behulp van het gebruikte GIS systeem (Arc-View) is het mogelijk om cirkels te trekken om de punten van de hectometerpaaltjes. De grote van deze cirkels kan men zelf bepalen. Van de afzonderlijke elementen die binnen deze cirkels vallen, is direct de oppervlakte bekend.

Om de hectometerpaaltjes is bij dit onderzoek een cirkel genomen met een straal van 50 meter. Op die manier ontstaan cirkels om de paaltjes die elkaar net raken (zie fig. 5). Verder was het mogelijk om voor elke weghelft uit te rekenen welke elementen met welke oppervlakten er voorkwamen. De hoofdweg vormde hierbij de scheidingslijn. Op deze manier kon nagegaan worden of zich aan weerszijden van de weg verschillende structuren bevonden. De verwachting was dat het voor de boomarter bij het oversteken van belang is dat er aan weerszijden van de weg bos voorkomt. Door de totale hoeveelheid bos aan elke zijde van de weg apart te bepalen, kan men zien of er sprake is van een overgang van bos (opgaande begroeiing) naar een meer open en kortere vegetatie. In de berekeningen zijn deze verschillen aangegeven als 'index-overgang'.



Figuur 5. Voorbeeld van de oppervlaktestructuren binnen een straal van 50 meter om een hectometerpaaltje en de locatie van een doodgereden boommarter.

2.7 Berekeningen

Bij de berekeningen bleek dat de drie onderscheiden bostypen (naaldbos, loofbos en gemengd bos) veelal hetzelfde effect te zien gaven. Ook heide gaf meestal hetzelfde effect. Jonge heide is erg laag maar kan al na enkele jaren uitgroeien tot struwelen met een hoogte van 50 – 100 cm. Vaak komt daarin dan ook opslag van vliegdennen en berken voor. Vooral langs snelwegen is dit veelvuldig het geval. Voor de boommarter is dit een structuur die dekking geeft. Daarom is de oppervlakte heide uiteindelijk toegevoegd aan de totale hoeveelheid bos. Dus behalve voor de afzonderlijke begroeiingstypen is er ook een ‘Totaal_gesloten’ bostype in de berekeningen ingebracht waarbij naaldbos, loofbos, gemengd bos en heide bij elkaar werden opgeteld. In de ‘index-overgang’ is de heide echter niet meegeteld.

Omdat het bestand van de hectometerpaaltjes langs de provinciale wegen gesitueerd is op het midden van de weg, betekent dit dat bij een cirkel met een straal van 50 m er bij een wegbreedte van 10 m de cirkel aan beide zijden van de weg nog tot 45 m in de vegetatie reikt. Bij het gedigitaliseerde bestand van de autosnelwegen zijn de hectometerpaaltjes voor beide zijden van de weg aan de rand van de vluchtstrook gesitueerd. Hierdoor wordt bij deze wegen de vegetatie tot 50 m van de weg in de

berekeningen meegenomen. Bij wegen waarvan de rijbanen alleen door een vangrail van elkaar worden gescheiden overlappen cirkels rond de beide hectometerpaaltjes met hetzelfde nummer elkaar. Het bleek mogelijk om de twee cirkels samen te voegen tot één figuur waarbij geen overlappende waarden voorkwamen, maar die wel groter is dan de cirkels rond de hectometerpaaltjes van de provinciale wegen. Voor de berekening van de 'index-overgang' was deze aanpassing niet van invloed (zie fig. 6).



Figuur 6. Voorbeeld van de buffers rondom de hectometerpaaltjes bij provinciale wegen (1 cirkel) en bij autosnelwegen (2 overlappende cirkels).

2.8 Regressiemodel

De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van een regressiemodel. De response variabele in het startmodel is het aantal dode marters per hectometer gedurende de registratieperiode. De verklarende variabelen zijn de verkeersintensiteit en de oppervlakte of aanwezigheid van de structuren uit Tabel 1 (met uitzondering van zeldzame structuren). De dataset is hiërarchisch met twee niveau's. De eenheden op het eerste niveau zijn de wegen (wegnummers). De eenheden op het tweede niveau zijn de hectometerpaaltjes. Met deze structuur in de data (die correlatie tussen hectometerpaaltjes op een weg impliceert) is rekening gehouden door wegnummer als random factor op te nemen in het regressiemodel. Het regressiemodel is een Poisson loglineair gemengd model (Breslow en Clayton, 1993) en is uitgerekend met de procedure IRREML (Iteratively Reweighted Residual Maximum Likelihood) (Engel and Keen, 1994, Keen, 2000) binnen Genstat 5 (Anonymous, 1993). Dit model probeert de verschillen in aantallen slachtoffers te verklaren uit verschillen in

de onderzochte factoren. Hierbij wordt zowel de variatie binnen als tussen wegen betrokken. Dit kan ook worden gezien als een correctie voor onderbemonstering van bepaalde wegen. De berekeningen zijn uitgevoerd afzonderlijk voor alle autosnelwegen en voor alle provinciale wegen met een wegnummer.

Voor alle geselecteerde aspecten (12 oppervlakte structuren, verkeersintensiteit, overgang van opgaande naar lage vegetaties, alle bostypen samen inclusief heide) is eerst voor elke factor afzonderlijk berekend hoe groot de invloed ervan was op het aantal verkeersslachtoffers onder de boomarters. Uit deze analyses (Startmodel) bleek dat opgaande vegetaties de hoogste kans op slachtoffers gaven. Daarom zijn er vervolgens regressies (Vervolgmodellen) uitgevoerd waarin elke factor afzonderlijk is toegevoegd aan een model met opgaande vegetatie. Daarmee is berekend hoe groot de invloed van elke factor was op het aantal verkeersslachtoffers onder de boomarters na correctie voor de invloed van opgaande vegetatie. Hiervan zijn twee varianten doorgerekend die verschillen in de wijze waarop opgaande vegetatie is gekwantificeerd.

De verklarende variabelen zijn als volgt getransformeerd (om hun bereik onbegrensd te maken op of om uitschieters te vermijden). De verkeersintensiteit is logaritmisch getransformeerd. Er is een variabele gedefinieerd die aangeeft dat de weg een overgang markeert van open naar gesloten vegetatie (index overgang). Deze variabele is de verhouding tussen de oppervlakte fractie bos links van de weg en die rechts van de weg. Van deze verhouding is de absolute waarde van de logaritme genomen. De waarde is 0 als er evenveel bos links als rechts van de weg is en groter dan 0 als de verhouding van 1 afwijkt. De waarde is tevens op nul gesteld als de totale oppervlaktefractie bos kleiner dan 1% was. De variabele Rijwielpad is een 0/1 variabele die aangeeft of er een rijwielpad was (1) of niet (0). De oppervlakte van de onderscheiden oppervlaktestructuren is uitgedrukt als fractie van de totale gescande oppervlakte bij een hectometerpaaltje en vervolgens logistische getransformeerd met de formule $\log((z+0.01)/(1.01-z))$ met z de oppervlakte fractie. In de vervolgmodellen is de extra toegevoegde oppervlaktestructuur niet uitgedrukt als fractie van het totale oppervlak maar als fractie van de oppervlakte die overblijft na aftrekken van de oppervlakte opgaande vegetatie (naaldbos, loofbos, gemengd bos en heide).

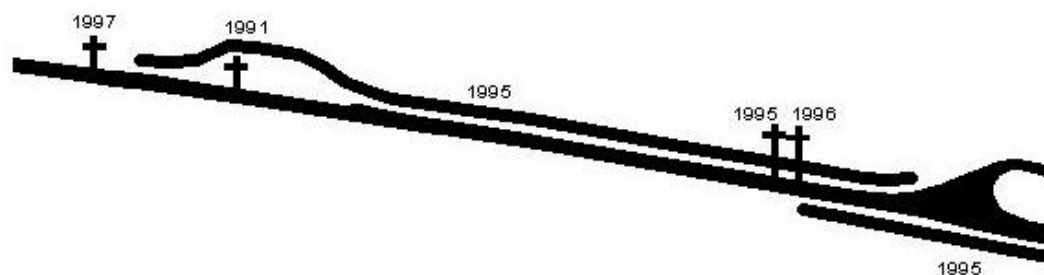
3 Resultaten

3.1 Dassenrasters

Alleen langs de autosnelwegen A1 en de A12/A50 zijn dassenrasters geplaatst, meestal op plaatsen waar tunnels of eoducten aanwezig zijn. Binnen de beschikbare tijd bleek het niet mogelijk te zijn een volledig beeld te krijgen van de geplaatste dassenrasters langs provinciale wegen. In dit onderzoek wordt daarom alleen de situatie van de dassenrasters langs de autosnelwegen besproken.

Geval 1

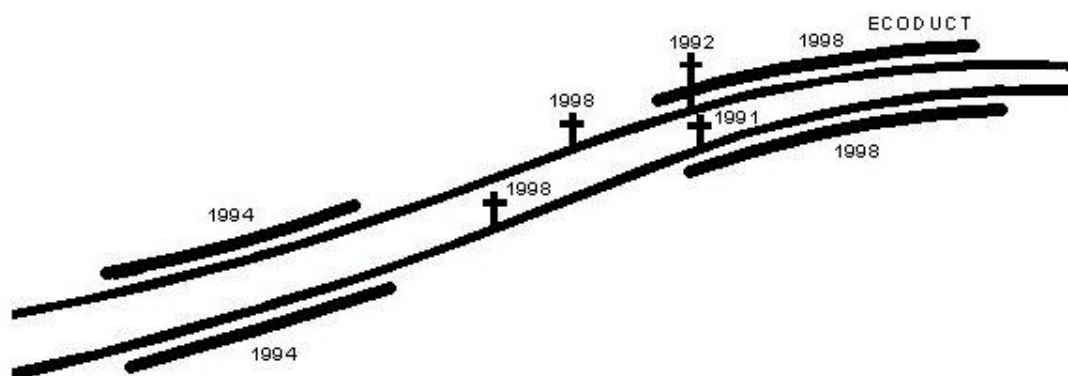
In figuur 7 is een situatie weergegeven langs de A1 bij Apeldoorn (Ugchelen). Aan de noordkant van de weg werd in 1995 dassenraster geplaatst, aan de tegenoverliggende zuidkant niet, op een heel klein stukje na. Dit stukje staat langs de afrit. Op dit deel van de snelweg zijn 4 vondsten van boommarters bekend in de periode 1991-2001. In 1991, voordat het raster er stond, werd er een slachtoffer gemeld ter hoogte van de parkeerplaats 'De Hucht'. In het jaar dat het raster werd geplaatst en in het jaar daarna (1995 en 1996) werden iets oostelijk 2 boommarters op dezelfde plaats doodgereden. Deze plaats bevond zich precies daar waar het zuidelijke raster ophoudt en noordelijke raster nog ongeveer 100 meter overlapt. De suggestie wordt hier gewekt dat de boommarters, komende vanuit zuidelijke richting, zich in eerste instantie hebben laten geleiden door het raster en op de plek waar dit eindigde hebben geprobeerd over te steken. De laatste boommarker die net buiten het noordelijke raster werd doodgereden werd in 1997 gevonden. De vindplaats van dit dier suggereert dat hij uit noordelijke richting is gekomen, zich ook door het raster heeft laten leiden naar het westen en op de plaats waar het raster ophoudt is overgestoken.



Figuur 7. Situatie dassenraster en verkeersslachtoffers boommarker op A1 bij 'De Hucht'.

Geval 2

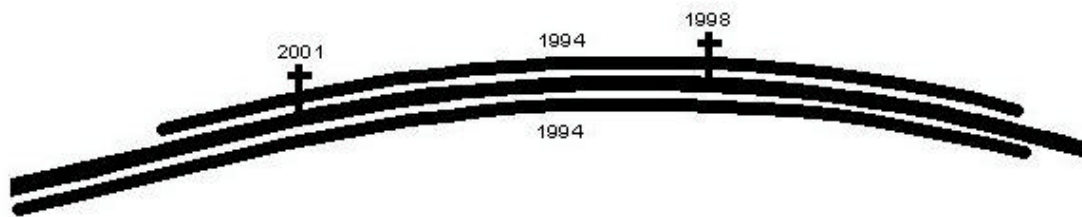
In figuur 8 is de situatie weergegeven bij en nabij het ecodeuct 'Harm van de Veen' over de A1 bij Kootwijk. Eind 1998 kwam dit ecodeuct gereed voor gebruik. Ongeveer 500 meter ten westen ervan werd in 1994 aan weerszijden van de weg 300 meter dassenraster geplaatst, als geleiding naar een daar aanwezige dassentunnel. Van dit weggedeelte werden in de periode 1991-2001 4 doodgereden boommarters gemeld. Op de plaats waar het ecodeuct is aangelegd viel zowel in 1991 als in 1992 een slachtoffer. Op de plaats van het dassenraster geen enkele. Tussen het ecodeuct en het dassenraster werden in 1998 2 boommarters overreden. Aangezien er in dat jaar nog volop aan het ecodeuct werd gewerkt, wordt hier de suggestie gewekt dat de beide verkeersslachtoffers als het ware in een soort trechter zijn terechtgekomen tussen het in aanbouw zijnde ecodeuct en het al langer bestaande dassenraster. Het lijkt erop dat de onrust bij het in aanbouw zijnde ecodeuct de belangrijkste sturende factor is geweest, omdat daar al meer slachtoffers zijn gevallen.



Figuur 8. Situatie van dassenraster en verkeersslachtoffers van de boommarter op A1 bij het ecodeuct 'Harm van de Veen'.

Geval 3

In figuur 9 is de situatie weergegeven zoals die op de A12/A50 ten oosten van Grijsoord werd aangetroffen. Hier werd in 1994 over een lengte van enkele kilometers dassenraster aangelegd. Op en nabij dit wegdeel werden 2 boommarters dood gevonden, een in 1998 en de ander in 2001. In deze situatie lijkt er geen invloed te zijn van de dassenrasters. Er is niet gekeken hoe het raster is gesitueerd in de bermen van deze weg.



Figuur 9. Situatie dassenraster en verkeersslachtoffers boommarker op de A12/A50 ten oosten van knooppunt Grijsoord.

3.2 Bermen en verkeer

Met behulp van regressiemodellen is nagegaan welke samenstelling van de begroeiing in de bermstroken van wegen een hoger of lager aantal slachtoffers kan verklaren. In de sectie Startmodel is per factor afzonderlijk nagegaan of deze positief dan wel negatief uitvalt en in welke mate. De uitkomsten van dit model worden vervolgens gebruikt om te kijken of de factoren die de grootste invloed lijken te hebben aangevuld kunnen worden met andere belangrijke factoren (sectie Vervolgmodel).

3.2.1 Startmodel

Op de provinciale wegen worden significant meer dode boommarkers gevonden op plaatsen waar langs de weg bos voorkomt, met name gemengd bos en naaldbos (tabel 2). Bij wegen waar fietspaden langs lopen worden meer verkeersslachtoffers gevonden dan bij wegen zonder fietspaden. Bij de autosnelwegen is er behalve voor de aanwezigheid van gemengd bos en naaldbos en het voorkomen van heide, ook een sterke correlatie tussen de hoeveelheid verkeer en het aantal verkeersslachtoffers (tabel 2). Het effect van de totale hoeveelheid opgaande vegetatie (T_Opgaand = bos + heide) langs de weg is op de provinciale wegen en de autosnelwegen vrijwel gelijk.

Tabel 2. Resultaten van de regressies van het aantal dode marters per hectometer op elk van de structuren genoemd in de rijen van de tabel voor provinciale wegen (kolom 1-4) en autosnelwegen (kolom 5-8). Effect = regressiecoëfficiënt op log-schaal; s.e. = standaardfout van het effect; t-value = effect/s.e.; Wald prob = significantie (P-waarde) op basis van de Wald toets met nulhypothese 'effect = 0'. Alle variabelen met voorvoegsel 'T_' zijn oppervlaktefracties die logistisch getransformeerd zijn.

Name	Provinciale wegen				Autosnelwegen			
	effect	s.e.	t-value	Wald pr.	effect	s.e.	t-value	Wald pr.
T_Gemengd_bos	0.061	0.023	2.630	0.009	0.132	0.032	4.190	0.000
T_Naaldbos	0.056	0.024	2.390	0.017	0.129	0.031	4.210	0.000
T_Heide	0.034	0.035	0.960	0.337	0.108	0.029	3.780	0.000
T_Loofbos	0.037	0.025	1.440	0.150	-0.083	0.033	-2.560	0.010
T_Opgaand	0.232	0.056	4.150	0.000	0.238	0.074	3.190	0.001
T_Bouwland	-0.138	0.057	-2.410	0.016	-0.229	0.099	-2.320	0.020
T>Weiland	-0.049	0.025	-1.950	0.051	-0.099	0.030	-3.300	0.001
Index_overgang	-0.093	0.042	-2.240	0.025	-0.091	0.047	-1.920	0.055
Verkeer	-0.181	0.208	-0.870	0.384	1.699	0.671	2.530	0.011
T_Rijwielpad	0.081	0.038	2.140	0.033	-0.037	0.070	-0.530	0.597
Rijwielpad	0.521	0.269	1.930	0.053	-0.178	0.404	-0.440	0.660
T_Hoofdwegen	0.000	0.045	0.000	0.998	-0.406	0.292	-1.390	0.165
T_Locaal_weg	-0.033	0.032	-1.030	0.302	-0.027	0.041	-0.670	0.505
T_Zandweg	0.058	0.031	1.840	0.066	-0.023	0.046	-0.490	0.624
T_Water	-0.055	0.093	-0.590	0.554	-1.240	1.526	-0.810	0.416
T_Overigen	-0.079	0.029	-2.690	0.007	-0.038	0.044	-0.870	0.387

Behalve factoren en elementen die duidelijk meer slachtoffers geven, zijn er ook vegetatiestructuren die minder slachtoffers lijken te geven. Langs de provinciale wegen zijn dat bouwland en weiland en de overgang van bos aan de ene kant van de weg naar geen-bos aan de andere kant van de weg (tabel 2, Index_overgang). Bij de snelwegen is het effect van bouwland en weiland nog veel sterker negatief. Het effect van de overgang van bos naar geen-bos is gelijk aan dat bij de provinciale wegen. Loofbos langs snelwegen lijkt minder slachtoffers op te leveren dan naaldbos of gemengd bos.

De factoren in deze enkelvoudige analyse waarbij duidelijk minder slachtoffers per hectometer vallen c.q. werden verzameld zijn dus lage vegetaties (bouw- en weiland) en die waarbij duidelijk meer slachtoffers vallen c.q. werden gemeld zijn opgaande vegetaties en hoge verkeersintensiteit, terwijl bij de provinciale wegen ook bij aanwezigheid van fietspaden meer slachtoffers vallen. Het is daarbij zeer wel mogelijk dat het niet het fietspad als zodanig is dat tot de verhoging leidt, maar dat de aanwezigheid van een fietspad samengaat met een andere structuur van de weg en/of de wegbermen. Dit zou nader moeten worden onderzocht.

3.2.2 Vervolgmodellen

Bij de vervolgmodellen worden de belangrijkste factoren uit de vorige sectie als uitgangssituatie genomen. Voor de provinciale wegen zijn dat de gesloten opgaande vegetatie en de index_van de overgang bos + heide naar lage vegetatie en voor de autosnelwegen tevens de intensiteit van het verkeer. Om te onderzoeken of de andere variabelen nog van belang zijn worden ze elk afzonderlijk een keer toegevoegd aan dit uitgangsmodel. Er zijn twee varianten berekend. In variant 1 is de opgaande vegetatie uitgedrukt in één variabele, de som van de oppervlakten naaldbos, loofbos, gemengd bos en heide (Tabel 3). In variant 2 zijn de opgaande vegetaties als afzonderlijke variabelen opgenomen, met uitzondering van de variabele Loofbos bij Rijkswegen omdat die bij autosnelwegen niet significant bijdroeg (Tabel 4).

Variant 1

Bij de provinciale wegen is er een zeer sterk positief effect (veel slachtoffers) voor de totale hoeveelheid bos en heide langs de weg ($P=0.000$). Het negatieve effect (minder slachtoffers) van de overgang van bos naar geen-bos (index_overgang) is hier minder uitgesproken ($P=0.055$).

Bij de autosnelwegen is er voor de totale hoeveelheid opgaande vegetatie (bos + heide) een positief effect (meer slachtoffers). Dit effect is statistisch niet heel erg sterk, maar nog wel duidelijk aanwezig ($P=0.057$). Een nog iets duidelijker negatief effect (minder slachtoffers; $P=0.037$) heeft de overgang van bos naar geen-bos. Een zeer sterk positief effect ($P=0.017$) heeft de hoeveelheid verkeer. Alle overige factoren scoren bij de autosnelwegen negatief, hetgeen betekent dat er minder slachtoffers zijn. Bij de provinciale wegen scoren de overige termen wisselend.

Tabel 3. Resultaten van de regressies van het aantal dode marters per hectometer op de fractie opgaande vegetatie, de index overgang en verkeer (rij 1-3) met daaraan afzonderlijk toegevoegd elk van de structuren genoemd in de overige rijen (rij 4-13) van de tabel voor provinciale wegen (kolom 1-4) en autosnelwegen (kolom 5-8). Effect = regressiecoëfficiënt op log-schaal; s.e. = standaardfout van het effect; t-value = effect/s.e.; Wald prob = significantie (P-waarde) op basis van de Wald toets met nulhypothese 'effect = 0'.

Name	Provinciale wegen				Autosnelwegen			
	effect	s.e.	t-value	Wald pr.	effect	s.e.	t-value	Wald pr
T_Opgaand	0.204	0.050	16.740	0.000	0.103	0.054	3.630	0.057
Index_overgang	-0.084	0.043	3.670	0.055	-0.101	0.048	4.330	0.037
Verkeer					1.670	0.699	5.710	0.017
T_Bouwland	-0.060	0.055	-1.100	0.272	-0.171	0.098	-1.75	0.081
T>Weiland	0.038	0.027	1.390	0.164	-0.074	0.03	-2.45	0.014
T_Hoofdwegen	0.016	0.033	0.460	0.643	-0.102	0.111	-0.92	0.356
T_Locaal_weg	-0.022	0.027	-0.840	0.404	-0.039	0.038	-1.01	0.311
T_Water	0.024	0.088	0.270	0.785	-1.183	1.474	-0.8	0.422
T_Rijwielpad	0.029	0.032	0.910	0.362	-0.019	0.068	-0.28	0.776
T_Zandweg	0.014	0.027	0.500	0.616	-0.043	0.043	-1.01	0.311
T_Overigen	-0.024	0.028	-0.860	0.393	-0.037	0.042	-0.89	0.374
Verkeer	0.105	0.199	0.530	0.599				
Rijwielpad	0.319	0.269	1.190	0.236				

Variant 2

Ook bij de provinciale wegen is er een positieve correlatie tussen de hoeveelheden naald- en gemengd bos en het aantal doodgereden boomarters (P=0.010 / 0.009). In mindere mate gold dit ook voor loofbos (P=0.052). Evenals in het vorige model scoren alle overige termen negatief bij de autosnelwegen en geven de provinciale wegen weer een wisselend beeld.

Bij de autosnelwegen blijken de hoeveelheid naald- en gemengde bossen beide in ongeveer gelijke mate duidelijk positief gecorreleerd te zijn met het aantal gevonden aangereden boomarters (P=0.002 / 0.005). Met betrekking tot de hoeveelheid heide is er wel een positief effect, maar dat is statistisch niet sterk. Ook in dit model is het effect van verkeer weer sterk (P=0.041).

Tabel 4. Resultaten van de regressies van het aantal dode marters per hectometer op de fracties van de opgaande vegetaties en verkeer (rij 1-5) met daaraan afzonderlijk toegevoegd elk van de structuren genoemd in de overige rijen (rij 6-17) van de tabel voor provinciale wegen (kolom 1-4) en autosnelwegen (kolom 5-8). Effect = regressiecoëfficiënt op log-schaal; s.e. = standaardfout van het effect; t-value = effect/s.e.; Wald prob = significantie (P-waarde) op basis van de Wald toets met nulhypothese 'effect = 0'.

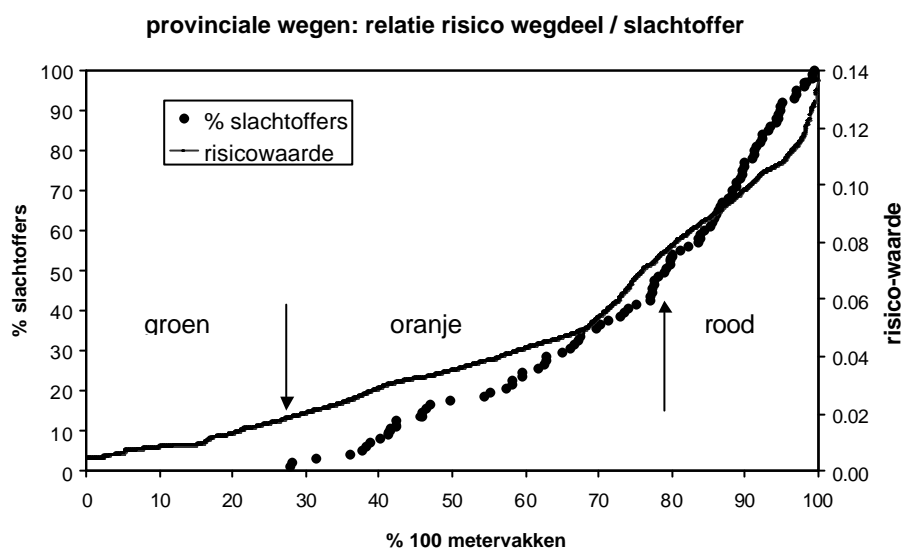
Name	Provinciale wegen				Autosnelwegen			
	effect	s.e.	t -value	Wald prob	effect	s.e.	t -value	Wald prob
T_Naaldbos	0.062	0.024	6.580	0.010	0.102	0.033	9.500	0.002
T_Loofbos	0.051	0.026	3.760	0.052				
T_Gemengd_bos	0.062	0.024	6.820	0.009	0.093	0.033	8.050	0.005
T_Heide	0.035	0.035	0.960	0.328	0.046	0.031	2.110	0.146
Verkeer					1.425	0.699	4.160	0.041
Index_overgang	-0.064	0.044	-1.430	0.152	-0.039	0.051	-0.760	0.447
T_Loofbos					-0.003	0.037	-0.090	0.927
T_Bouwland	-0.089	0.059	-1.500	0.133	-0.108	0.099	-1.090	0.277
T>Weiland	0.013	0.031	0.440	0.662	0.016	0.045	0.360	0.723
T_Hoofdwegen	0.025	0.044	0.570	0.570	-0.179	0.342	-0.530	0.599
T_Locaal_weg	-0.031	0.032	-0.970	0.331	-0.024	0.042	-0.590	0.558
T_Water	0.007	0.094	0.080	0.940	-1.094	1.513	-0.720	0.470
T_Rijwielpad	0.054	0.038	1.440	0.150	-0.020	0.070	-0.280	0.781
T_Zandweg	0.016	0.033	0.480	0.633	-0.087	0.047	-1.830	0.067
T_Overigen	-0.042	0.031	-1.340	0.181	0.006	0.046	0.130	0.898
Verkeer	-0.015	0.204	-0.070	0.942				
Rijwielpad	0.356	0.271	1.320	0.188				

3.3 Voorspelling

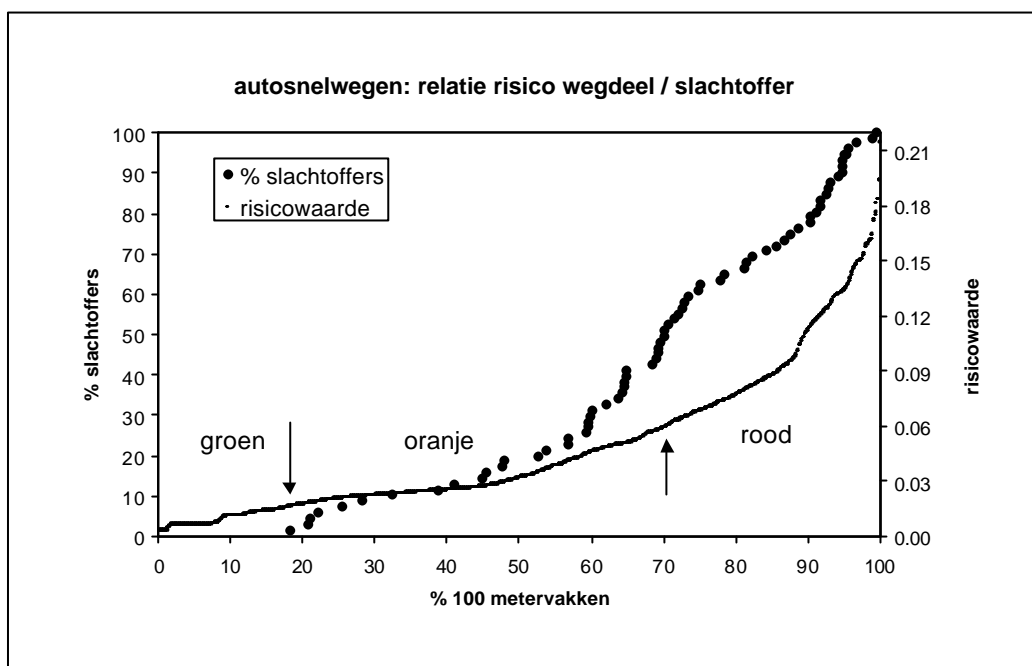
Op basis van een regressiemodel kan het verwachte aantal dode marters worden berekend bij elke combinatie van de verklarende variabelen. Dit verwachte aantal noemen we in deze sectie het risico om overreden te worden. Als voorbeeld is in figuur 12 voor elk wegdeel van 100 meter de hoogte van het risico om overreden te worden aangegeven. Gekozen is voor een gradatie in drie klassen, waarbij rood het

gevaarlijkst is en groen het minst gevaarlijk. De risico's zijn berekend op basis van de uitgangsmoedellen in variant 1 (rij 1-3 in Tabel 3).

In figuur 10 en 11 is voor respectievelijk de provinciale- en de autosnelwegen aangegeven bij welke waarde van de risico-index de klassegrenzen zijn gekozen. Ter verduidelijking is in tabel 5 voor beide wegtypen aangegeven welk deel van de 100meter vakken binnen de gekozen risico-klasse vallen.



Figuur 10: Het cumulatieve percentage verkeersslachtoffers onder de boomarmen op provinciale wegen uitgezet tegen het cumulatieve percentage 100metervakken met oplopende risicowaarden per vak. Ter verduidelijking zijn de berekende risicowaarden toegevoegd. Met de 100metervakken wordt het gebied bedoeld dat valt binnen een straal van 50 meter rondom de hectometerpaaltjes. Met pijlen zijn de risicowaarden aangegeven op de klassegrenzen bij >0% slachtoffers (groen-oranje) en >50% (oranje-rood).



Figuur 11. Het cumulatieve percentage verkeersslachtoffers onder de boommarters op autosnelwegen uitgezet tegen het cumulatieve percentage 100metervakken met oplopende risicowaarden per vak. Ter verduidelijking zijn de berekende risicowaarden toegevoegd. Met de 100metervakken wordt het gebied bedoeld dat valt binnen een straal van 50 meter rondom de hectometerpaaltjes. Met pijlen zijn de risicowaarden aangegeven op de klassegrenzen bij >0% slachtoffers (groen-oranje) en >50% (oranje-rood).

In tabel 5 valt op dat op de autosnelwegen maar 18% van de 100meter-vakken onder de risicowaarde van 0% (groen) ligt waar binnen de onderzoekperiode geen enkel slachtoffer is gevallen. Bij de provinciale wegen is dat 28%. Dit geeft aan dat een goter deel van de provinciale wegen of niet gebruikt wordt om over te steken of dat er 'veilig' kan worden overgestoken.

Iets meer dan de helft van de 100metervakken heeft een risicowaarde waarop ook de helft van de boommarters is overreden (oranje). Van deze weggedeelten kan dus met de uitgevoerde analyse niet aangegeven worden waarom er specifiek op die plaatsen een marter is overreden.

Bij autosnelwegen valt op 30% van de 100metervakken 50% van de slachtoffers, bij provinciale wegen is dat zelfs op 21% van de 100vakken. Dit betekent dat er op 30% van de autosnelwegen een verhoogde kans is om overreden te worden. Op provinciale wegen is dit effect nog veel sterker: op 21% van de provinciale wegen vallen 50% van de slachtoffers. Blijkbaar betreft het hier extra gevaarlijke plaatsen.

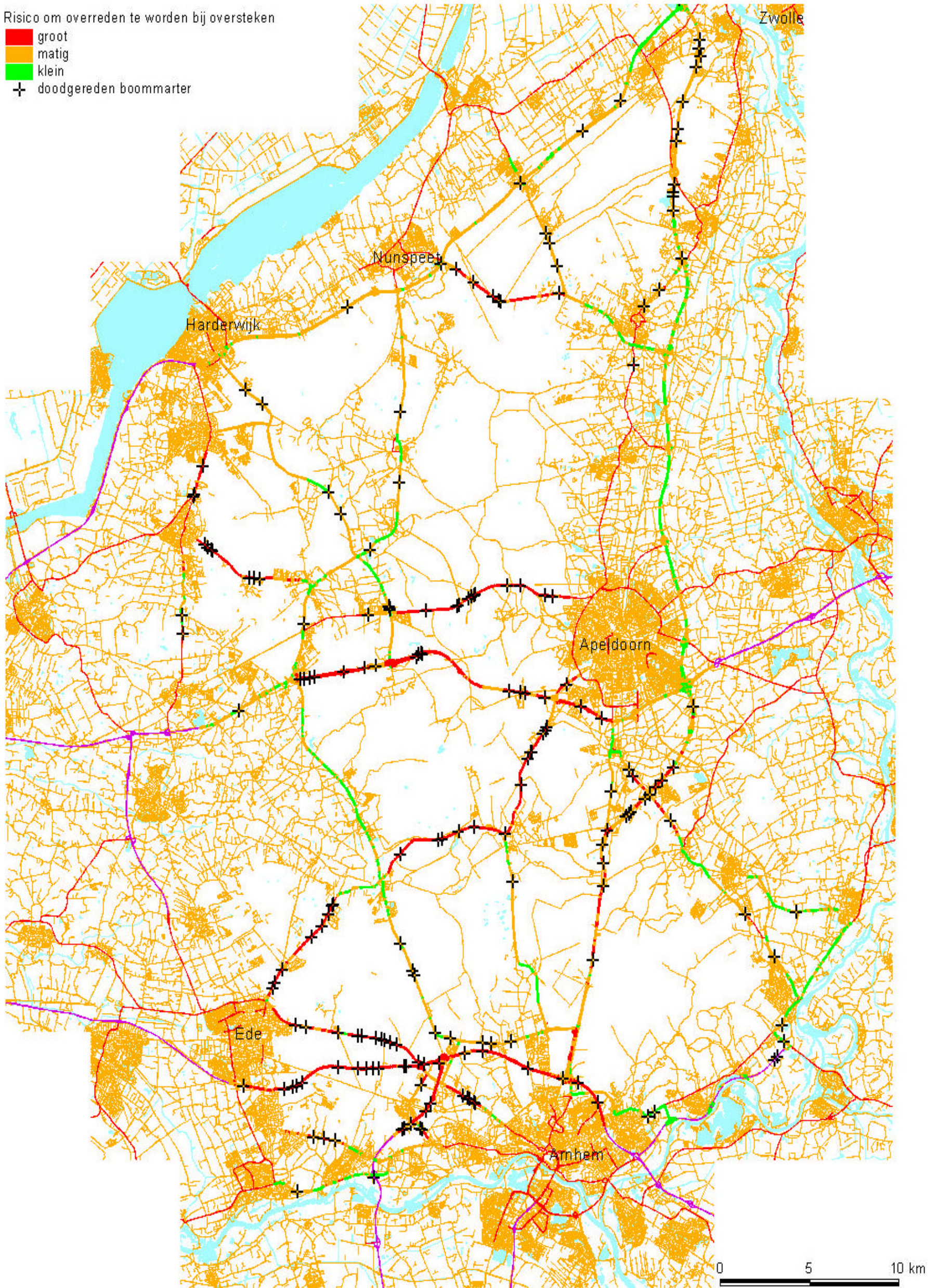
Risico om overreden te worden bij oversteken

groot

matig

klein

+ doodgereden boommarker



Figuur 12. Voorspelde risicokansen per hectometer weg op een aangereiden boommarker op provinciale wegen en autosnelwegen (rood/donkergrijs = groot, groen/lichtgrijs = zeer gering, oranje/tussentint grijs = mediane kans). De zwarte kruisjes geven de vindplaatsen aan van doodgereden boommarkers.

Tabel 5. Overzicht van het aantal en percentage 100metervakken voor autosnelwegen en provinciale wegen die binnen de gekozen risicoklassen groen, oranje en rood vallen.

Autosnelwegen

Kleur	Hm-totaal	Hm-%	Slachtoffers-%
groen	295	18.3	0
oranje	839	52.0	50
rood	480	29.7	50
Totaal	1614	100.0	100

Provinciale wegen

Kleur	Hm-totaal	Hm-%	Slachtoffers-%
groen	743	28.0	0
oranje	1361	51.2	50
rood	554	20.8	50
Totaal	2658	100.0	100

Bij een verdere verfijning van het model is het mogelijk een nauwkeurigere inschatting te maken van de risico's om overreden te worden op bepaalde weggedeelten. Het is daarbij niet van belang of er ooit al eens een boommarker is doodgereden op de betreffende plaats maar of de begroeiing, aanwezigheid van diverse rastertypen, dassentunnels, bruggen en viaducten langs, onder of over de weg een verhoogd risico geven op een verkeersslachtoffer.

De voorspelling in figuur 12 is uitsluitend gebaseerd op de kenmerken van het bodemgebruik van beide bermen tot maximaal 50 meter uit de weg en de intensiteit van het verkeer.

4 Conclusies

4.1 Dassenrasters

De gegevens die er zijn betreffende de relatie boommarker – dassenraster zijn te gering om iets definitiefs over een geleidend effect ervan te kunnen zeggen. Toch suggereren de anecdotische gegevens dat er wellicht een geleidend effect is. Momenteel staat er te weinig dassenraster op de Veluwe om een eventueel geleidend effect van het raster op het loopgedrag van de boommarker statistisch te kunnen onderbouwen.

4.2 Bermen

Uit alle analyses komt duidelijk naar voren dat opgaande begroeiingen in een strook van 45 – 50 meter aan weerszijden van de wegen - met name gemengd bos en naaldbos- een veel hogere kans geven op verkeersslachtoffers onder de boommarkers.

Op autosnelwegen is tevens het aantal passerende auto's in de nachtelijke uren bepalend voor het risico om overreden te worden.

Wegdelen met bermen met een lage begroeiing lijken enigszins gemeden te worden om over te steken.

Op de provinciale wegen valt de helft van de slachtoffers op 18% van de geanalyseerde wegvakken en op autosnelwegen op 28%. Vooral op de provinciale wegen wijst dit op voor boommarkers extra gevaarlijke weggedeelten.

4.3 Analyse

De analyse geeft voldoende aanknopingspunten voor verder onderzoek: in eerste instantie voor een verfijning van het model. Dit kan uiteindelijk handvaten geven voor de keuze van een locatie voor het experimenteren met maatregelen die het aantal verkeersslachtoffers kunnen verkleinen.

4.4 Algemeen

Het aantal waarnemingen van doodgereden boommarkers dat voor de analyse beschikbaar was, was vrij gering. Een vergroting van dit aantal zal resulteren in meer mogelijkheden voor statistische analyse en daarmee in meer inzicht in het probleem. Een efficiëntere monitoring van verkeersslachtoffers is hierbij dus van groot belang.

Alle maatregelen die kunnen worden genomen om de sterfte onder de boomarters te verminderen, zullen resulteren in een verhoging van de gemiddelde leeftijd. Dit is van primair belang om de boomarter meer kansen te geven om zich voort te planten voordat hij sterft. Vrouwelijke boomarters kunnen pas op zijn vroegst op tweejarige leeftijd jongen krijgen. Al de vrouwelijke dieren die deze leeftijd niet bereiken, kunnen geen bijdrage leveren aan het in stand houden of het uitbreiden van het areaal.

5 Aanbevelingen

- Het maken van een basiskaart voor de analyse en het ontwikkelen van een statistisch model kostten veel tijd, waardoor een aantal voorgenomen deelanalyses niet meer kon worden uitgevoerd. De verwachting is dat het model te verbeteren is door ook in een bredere strook langs de wegen (tot 500 m) te kijken of deze van invloed is op het oversteken c.q. doodrijden van boommarters. Het is wenselijk dat deze analyse alsnog wordt uitgevoerd. Om praktische redenen (de aanwezigheid van hectometerpaaltjes) is nu gekozen voor een straal van 50 meter rondom de hectometerpaaltjes. Hetzelfde model zou ook voor een straal van 100 meter moeten worden doorgerekend omdat de onderzochte strook langs de wegen met 40 – 50 meter wel erg smal is. Boommarters hebben mogelijk een breder blikveld.
- Bij dit onderzoek bleek dat oude boommarters die territoriaal zijn en jonge dieren die op zoek zijn naar een eigen leefgebied niet gelijkelijk slachtoffer worden van het verkeer. Het model kan helpen het verschil in oversteekgedrag bij beide groepen op te sporen.
- Met enkele aanpassingen (100 m en 500 m analyse) is het met het model waarschijnlijk beter mogelijk om een voorspelling te doen op welke weggedeelten op de Veluwe overstekende boommarters het grootste risico lopen om overreden te worden.
- Op de plaatsen waar boommarters zijn doodgereden zou ter plekke nader gekeken moeten worden naar bosstructuren (vooral van naaldbomen) en de situering ervan, vanwege het sterke effect van deze structuren op het risico om doodgereden te worden. Het is mogelijk dat vegetatieovergangen loodrecht op de weg geleidend werken en daardoor meer slachtoffers geven.
- Het is niet uitgesloten dat zelfs grofwildrasters in zekere mate geleidend werken ten aanzien de looproute van de boommarter. Onderzoek aan andere diersoorten elders geeft hiervoor aanknopingspunten (med. H. Bekker). Het is de vraag of er voldoende situaties op de Veluwe voorhanden zijn om dit aspect te kunnen onderzoeken. In een op te zetten proefopzet dient te worden nagegaan of boommarters zich inderdaad laten geleiden door bepaalde elementen (opgaande dan wel lage begroeiing, rasters) en of het mogelijk is om oversteekplaatsen te maken die minder risico opleveren om doodgereden te worden. Daarin zouden kunstwerken, tunneltjes en – met name op de provinciale wegen - verkeersremmende maatregelen een rol kunnen spelen.
- Brede middenbermen in 4-baanswegen met gesloten, hoog opgaande begroeiing kunnen het risico om te verongelukken bij het oversteken mogelijk vergroten. Binnen het ontwikkelde model zou dit nog kunnen worden getoetst.

- In verband met bermbeheer is het van belang te weten in hoeverre de hoogte van heide en de aanwezigheid van opslag van bomen en struiken erin van belang is met betrekking tot het risico voor boommarters om doodgereden te worden.
- Niet onderzocht, maar wel mogelijk te onderzoeken binnen het ontwikkelde model, is het effect van kunstwerken (bruggen, tunnels etc.). Alvorens dit onderzoek mogelijk is moeten deze kunstwerken wel allemaal als zodanig in de digitale kaart worden aangegeven. Het is mogelijk dat in de nabijheid van deze voorzieningen minder slachtoffers vallen.
- De verkeersintensiteit is slechts heel globaal meegenomen in de uitgevoerde analyse. Daarbij is uitgegaan van het gemiddeld aantal passerende voertuigen per weekdag tussen 22:00 en 6:00 uur. De tellingen zijn echter per uur beschikbaar. Voor de snelwegen zijn ze zelfs nog per dag opgedeeld naar personenauto's en vrachtauto's. Op autosnelwegen worden in het weekend meer boommarters worden doodgereden dan door de week (Muskens & Broekhuizen, 2000). Factoren die hierbij een rol lijken te spelen zijn verschillen in verkeersintensiteit in de nachtelijke uren doordeweeks en in het weekend en het sterk verminderde aanbod van vrachtverkeer op zondag. Dit zou nader kunnen worden uitgewerkt.
- Er bestaat geen kennis over het gedrag van de boommarter op het moment dat hij een weg gaat oversteken. Als bekend is hoe en welke landschapselementen hij daarvoor en daarbij gebruikt, kan dat een belangrijke bijdrage leveren aan het tot stand brengen van veiligere oversteekplaatsen. Het zal echter zeer moeilijk zijn deze gegevens te verzamelen. Een studie met gezenderde dieren zou hiervoor uitkomst kunnen bieden, maar mogelijk kan het gedrag van een dier in gevangenschap in een zeer grote kooi, waar verschillende situaties kunnen worden nagebootst, ook al aanwijzingen geven.

Literatuur

- Anonymous. Rijkswaterstaat verkeerstellingen.
- Anonymous. 1993. Procedure IRREML (Iteratively Reweighted Residual Maximum Likelihood) (Engel and Keen, 1994, Keen, 2000) binnen Genstat 5
- Breslow, N. E., and D. G. Clayton. 1993. Approximate inference in generalized linear mixed models. *Journal of the American Statistical Association* 88:9-25.
- Broekhuizen, S. & G.J.D.M. Müskens, 2000. Geslachtsafhankelijke dispersie bij boommarters *Martes martes* in Midden- en Noord-Nederland. *Lutra* 43: 109-117.
- Canters, K. & H.J. Wijsman (eds). 1997. Wat doen we met de boommarter. Wetenschappelijke Mededelingen KNNV, nr. 219.
- Engel, B., and A. Keen. 1994. A simple approach for the analysis of generalized linear mixed models. *Statistica Neerlandica* 48:1-22.
- Genstat 5 Committee. 1993. Genstat 5 Release 3 Reference manual. Clarendon Press, London.
- Huijser, M.P. 2000. Life on the edge. Hedgehog traffic victims and mitigation strategies in an anthropogenic landscape. 165 pp. PhD thesis, Wageningen University, The Netherlands.
- Jonkers, B. & R. Knoop. 1997. De boommarter en wegbeplanting. 21 pp, 2 bijlagen. Studentenrapport Opleidingcentrum 't Vanck, De Steeg / Instituut voor Bos en Natuurbeheer, Arnhem.
- Keen, A. 2002. Procedure IRREML. Pages 47-50 in P. W. Goedhart and J. T. N. M. Thissen, editors. *Biometris GenStat Procedure Library Manual 6th Edition*. Biometris, Wageningen.
- Müskens, G.J.D.M. & S. Broekhuizen. 2000. De boommarter als verkeersslachtoffer. *Lutra*, 43: 229-236.
- Müskens, G.J.D.M. & S. Broekhuizen & H.J.W. Wijsman. 2000. De verspreiding van de boommarter *Martes martes* in Nederland, in het bijzonder in de periode 1989-1999. *Lutra*, 43: 81-92.