

Handleiding



natuurpunt

2015

Eekhoornbruggen aanleggen

Inhoudsopgave

1	Ten geleide	4
2	Dankwoord	4
3	Verkeersslachtoffers in Vlaanderen	5
4	Eekhoorns en wegen	7
	4.1 Ecologie van de eekhoorn	7
	4.2 Verspreiding van de eekhoorn in Vlaanderen	8
	4.3 Knelpunten: hotspots van verkeersslachtoffers	9
	4.3.1 Types knelpunten	9
	4.3.2 Kenmerken van knelpuntlocaties	10
	4.3.2.1 Eigenschappen van de weg(rand)	10
	4.3.2.2 Seizoenale pieken	11
	4.3.2.3 De rol van fragmentatie	12
	4.3.2.4 Verkeer versus predatie	12
5	Boombruggen als ontsnipperingsmaatregel voor eekhoorns	13
	5.1 Ontsnippering	13
	5.2 Boombruggen	13
	5.3 Doelsoorten	15
	5.4 Ervaringen	15
	5.5 Effectiviteit	16
6	Aanleg	17
	6.1 Ontwerp en types	18
	6.1.1 Materiaalkeuze	18
	6.1.2 Installateur	19
	6.2 Geschatte kostprijs	19
	6.3 Vergunningen	20
	6.4 Locatie	20
	6.4.1 Verkeersslachtoffer hotspots als aanwijzing	20
	6.4.2 Habitats verbinden	22
	6.4.3 Een of meerdere bruggen?	23
	6.4.4 Lichtvervuiling vermijden	23
	6.5 Aandachtspunten bij de constructie	23
	6.5.1 Veiligheid	23
	6.5.2 Hoogtes, breedtes en diktes	24
	6.5.3 Spanning bij een hangbrug	24
	6.5.4 Steunpaal in middenberm	25
	6.5.5 Bevestiging van de boombrug	26
	6.5.6 Aansluiting met de omgeving verzekeren	26
	6.5.7 Gebruik van de boombrug stimuleren en verkeersslachtoffers vermijden	28
	6.5.8 Predatie	28

6.6 Inspectie en onderhoud.....	29
6.7 Monitoring.....	29
6.7.1 Monitoring van het gebruik.....	30
6.7.2 Telemetrie.....	30
6.7.3 Monitoring van de effectiviteit in het verminderen van verkeersslachtoffers.....	30
6.7.4 Deel uw ervaringen.....	31

7 Bronnen..... 32

Bijlage 1 Overzicht van de belangrijkste types boombruggen.....	34
Type 1: Enkelvoudige touwbrug.....	34
Type 2: Ladderbrug.....	35
Type 3: Tunnelbrug.....	36
Type 4: Portaal of boomgoot.....	37

© 2015

Natuurpunt Studie • Coxiestraat 11 • 2800 Mechelen •
+32(0)15 – 29 72 20
studie@natuurpunt.be • www.natuurpunt.be

Correspondentie i.v.m. dit project:
dierenonderdewielen@natuurpunt.be

Tekst: Maaike Vercauteren,
uitgevoerd in het kader van een MSc stage bij Natuur-
punt Studie

Tekstrevisie: Katrien Geurts, Dirk Criel, Kris Boers
(Natuurpunt Zoogdierenwerkgroep Vlaanderen)

Stagebegeleiding en eindredactie: Diemer Vercayie

Foto's: Marc Herremans, Hans Claes, Paul Wouters,
Marianne Horemans, Dany Thielens, Willy Ronsmans,
Robin Vanheeuverswyn, Tim tkint, Diemer Vercayie,
shutterstock.com

Wijze van citeren:
Vercauteren M., Geurts K., Boers K., Criel D. & Vercayie,
D. (red.) 2015.
Handleiding eekhoornbruggen aanleggen 2015.
Natuurpunt Studie, Mechelen.

1 Ten geleide

Dit document is bedoeld als praktische handleiding voor het installeren van boombruggen voor eekhoorns, een relatief eenvoudige maatregel om het aantal verkeersslachtoffers van eekhoorns te verminderen. Er wordt uitgebreid ingegaan op het hoe én het waarom van het installeren van boombruggen.

De handleiding is geschreven voor ieder die in samenwerking met een gemeente of andere wegbeheerder een boombrug wil installeren. We raden gemeenten ook aan om contact op te nemen met de provincie en met het Regionaal Landschap (indien de gemeente in het werkingsgebied daarvan ligt) om de mogelijkheden rond samenwerking te bespreken. Soms zijn er naburige gemeenten die gelijkaardige plannen hebben en kan de uitvoering bijvoorbeeld gezamenlijk aanbesteed worden.

2 Dankwoord

Maaïke Vercauteren stelde deze handleiding op in het kader van haar MSc Biologie stage bij Natuurpunt Studie vzw. Ze baseerde zich daarvoor voornamelijk op kennis uit de literatuur en studies uitgevoerd door Natuurpunt. Het document werd nagelezen en aangevuld door verschillende vrijwilligers van de Natuurpunt Zoogdierenwerkgroep Vlaanderen. Natuurpunt wenst zowel Maaïke als de verschillende vrijwilligers van de Zoogdierenwerkgroep te bedanken voor hun inzet, die ongetwijfeld zal bijdragen aan het verminderen van het aantal eekhoorns dat onder de wielen terecht komt.

We willen hier ook van de gelegenheid gebruik maken om de duizenden vrijwilligers te bedanken die hun waarnemingen van verkeersslachtoffers invoeren via www.dierenonderdewielen.be of www.waarnemingen.be. Via het project Dieren onder de wielen worden de gegevens van verkeersslachtoffers samen gebracht. Dit project werd in 2008 opgestart door Natuurpunt, Vogelbescherming Vlaanderen en de Vlaamse overheid en in 2013 voortgezet door de Vlaamse overheid en Natuurpunt onder de naam Dieren onder de wielen 2.0. Via de website dierenonderdewielen.be kan men sinds oktober 2013 raadplegen waar reeds verkeersslachtoffers gerapporteerd werden. De inspanningen die bovenstaande vrijwilligers en organisaties reeds leverden om knelpunten op onze wegen in kaart te brengen en oplossingen aan te reiken, zal ongetwijfeld helpen om gemeenten of andere wegbeheerders te overtuigen om mee op de kar te springen om eekhoornbruggen aan te leggen en het aantal verkeersslachtoffers te verminderen.



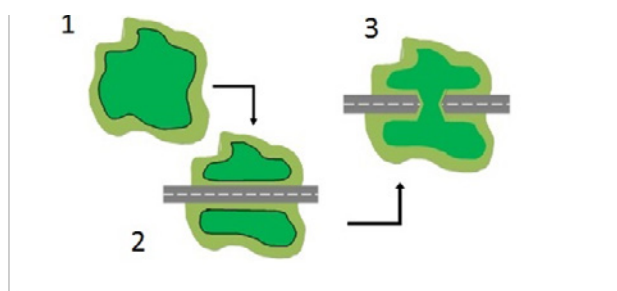
3 Verkeersslachtoffers in Vlaanderen



Van 2008 tot 2012 voerde Natuurpunt in samenwerking met de Vlaamse overheid en Vogelbescherming Vlaanderen onderzoek uit naar de invloed van het verkeer op de fauna. Gedurende dit project, dat de naam 'Dieren onder de wielen' mee kreeg, werden mensen opgeroepen om verkeersslachtoffers te melden op de website www.dierenonderdewielen.be of www.waarnemingen.be. Bij opmaak van het rapport in 2012 stond de teller op meer dan 23.000 gemelde verkeersslachtoffers van 201 verschillende soorten of soortgroepen (Vercayie et al., 2012). In 2013 startte Natuurpunt in opdracht van de Vlaamse overheid met een vervolgproject, genaamd Dieren onder de wielen 2.0 en intussen (december 2014) werden reeds meer dan 58.000 verkeersslachtoffers gemeld. Lang niet alle verkeersslachtoffers worden gemeld en dit is dus slechts het topje van de ijsberg.

De enorme dichtheid aan wegen (meer dan 5 km weg per vierkante kilometer) en de hoge verkeersintensiteit (6 861 777 officieel ingeschreven auto's) in België hebben een impact op fauna en flora (Vercayie et al., 2012). Daarbij kunnen drie grote categorieën onderscheiden worden: biotoopverlies, versnippering en verstoring (Rodts et al. 1998). Deze handleiding beoogt een bijdrage te leveren aan het beperken van de versnipperende werking van wegen. We gaan daarom nog kort even in op die versnipperende werking.

Versnippering is een fenomeen waarbij habitats in kleinere, geïsoleerde fragmenten worden opgesplitst. Dit heeft een isolerende werking op verschillende populaties aangezien er barrières worden aangebracht in een voordien aaneengesloten habitat (Haasnoot, 2013). Wegen zijn een gekende oorzaak van versnippering. Versnippering zorgt algemeen voor een kleinere oppervlakte, dalende kwaliteit van het leefgebied (door vervuiling en verstoring), stijgend randeffect (door meer randgebied), hogere mortaliteit tijdens dispersie (o.a. faunaslachtoffers), minder (genetische) uitwisseling, meer kans op inteelt, etc. Samenvattend kunnen we stellen dat het een gevaar inhoudt voor het voortbestaan van de soort. Het installeren van faunapassages kan helpen bij het ontsnipperen van habitats. Diersoorten worden op die manier geholpen om de barrières over te steken (Figuur 1).



Figuur 1 - Schematische weergave van versnippering en ontsnippering.

1: aaneengesloten gebied. 2: versnipperd gebied. 3: door ecoduct terug aaneengesloten gebied. De twee gebieden zijn weer verbonden, maar de randeffecten blijven groter dan voor de aanleg van de barrière.

Wegen kunnen op diverse manieren een barrière vormen. De meest gekende zijn letterlijke barrière voor dispersie (bv door een betonnen stootrand in het midden van de weg), verhoogde mortaliteit en afschrikking. Met het project Dieren onder de wielen werd het mortaliteitsverhogende effect van wegen onder de loep genomen. In Tabel 1 zijn de tien meest gevonden slachtoffers onder de zoogdieren (anno 2012) opgelijst, naast een top tien uit het onderzoek van Vogelbescherming Vlaanderen dat liep van 1995-1996.

Top 10 zoogdieren 2008-2012		Top 10 zoogdieren 1995-1996	
soort	slachtoffers	soort	slachtoffers
egel	3446	egel	1281
vos	1407	konijn	1039
eekhoorn	952	haas	313
bunzing	912	eekhoorn	219
konijn	765	bunzing	197
steenmarter	758	bruine rat	121
haas	505	muskusrat	115
bruine rat	498	vos	63
huiskat	406	mol	47
ree	148	wezel	31
totaal	9797	totaal	3426

Tabel 1 - Top tien verkeersslachtoffers van 1995-1996 en 2008-2012 uit de onderzoeken van Vogelbescherming Vlaanderen en 'Dieren onder de wielen' respectievelijk (uit Vercayie et al., 2012)

De absolute cijfers kunnen niet vergeleken worden tussen de twee onderzoeken aangezien de methodes sterk verschillend waren tussen de twee onderzoeken, maar de rangschikking geeft wel een beeld van de soorten die we in beide periode meest als verkeersslachtoffer vonden. Uit de rangschikking is duidelijk dat eekhoorns gevoelig zijn voor aanrijdingen in het verkeer. Het feit dat de eekhoorn van de vierde naar de derde plaats is gestegen, kan verschillende oorzaken hebben. De populatie is de laatste decennia toegenomen en ze komen nu ook steeds meer in parken en tuinen voor. Er kunnen nu meer slachtoffers zijn dan in de periode 1995-1996, maar het zou ook kunnen dat andere soorten zoals de vos of het konijn een groter of kleiner effect ondervonden van het verkeer. Het hoge aantal slachtoffers van eekhoorns in beide onderzoeken is zonder meer alarmerend genoeg om hier verder onderzoek over te doen en naar oplossingen te streven.

4 Eekhoorns en wegen

Om het aantal verkeersslachtoffers onder eekhoorns terug te dringen is het belangrijk om enige kennis te hebben van de ecologie van eekhoorns, hun verspreiding in Vlaanderen en waar knelpunten ontstaan.

4.1 Ecologie van de eekhoorn

De eekhoorn (*Sciurus vulgaris*), soms ook wel rode eekhoorn genoemd, is van zonsopgang tot zonsondergang actief in zowel naald-, loof- als gemengde bossen en gaat tijdens die periode op zoek naar eten zoals zaden (o.a. zaden van naaldbomen, hazelnootjes en beukenootjes). In de lente, bij gebrek aan zaden en na uitputting van de voorraden zullen ze overschakelen op scheuten, knoppen, gallen, insecten, bloemblaadjes en soms zelfs een vogeleitje. Steeds meer zijn ze ook te zien in parken en tuinen in stedelijke gebieden. In de winter zijn ze minder actief en blijven ze langer in hun nest. Ze leggen een wintervoorraad aan in kleine hoeveelheden op verschillende plaatsen. De dichtheid van het aantal eekhoorns per hectare bos hangt sterk af van het soort bos, de grootte van het bos en de mate van isolatie. In Vlaanderen worden dichtheden waargenomen tussen 1,1 exemplaren/ha in kleinere, geïsoleerde bossen tot 2,2 exemplaren/ha in grotere bossen (Verkem et al. 2003).

Het leefgebied van een eekhoorn is in naaldbossen tussen de twee en vijf hectaren maar in loofbossen kan het tot 10 hectaren bos beslaan. Dit verschil is te wijten aan een meer onregelmatige verspreiding van het voedsel in loofbossen waardoor er meer afstand afgelegd moet worden om voldoende voedsel te verzamelen. Ook is er een verschil waar te nemen tussen leefgebieden van mannetjes en die van vrouwtjes. De leefgebieden van vrouwtjes zullen onderling niet overlappen om hun kroost optimaal te kunnen beschermen, de leefgebieden van mannetjes kunnen onderling overlappen en zullen ook overlappen met zoveel mogelijk leefgebieden van vrouwtjes om zoveel mogelijk potentiële partners te hebben voor nakomelingen (Verkem et al. 2003).

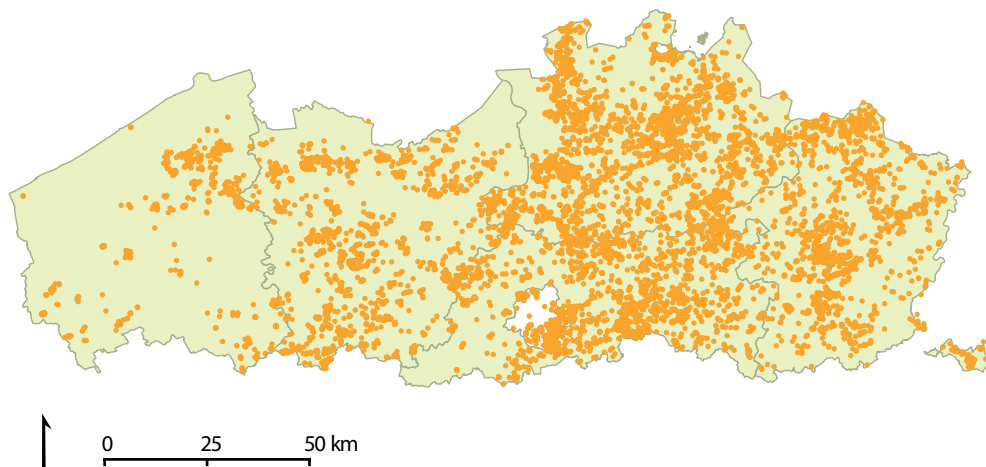


Eekhoorns vertonen twee duidelijke pieken in de voortplanting namelijk in januari en mei. In slechte voedsel jaren slaan de vrouwtjes de eerste periode vaak over (Zoogdiervereniging Nederland, 2014). Bij de keuze van partners gaan twee tot vier mannetjes een vrouwtje achterna zitten en het mannetje dat de achtervolging het langst volhoudt krijgt toestemming van het vrouwtje om met haar te paren. Dit wordt in de Engelse literatuur de 'mating chase' genoemd. De jongen gaan na 3 maand op zoek naar hun eigen leefgebied (Verkem et al. 2003).

4.2 Verspreiding van de eekhoorn in Vlaanderen

De eekhoorn heeft door zijn minieme habitatvereisten een vrij algemene verspreiding in Vlaanderen (Figuur 2). Ze komen algemeen voor in bosrijke omgevingen en recent passen ze zich aan meer verstedelijkte gebieden en handhaven ze zich ook in tuinen en parken.

Enkel in bosarme gebieden in grote delen van West-Vlaanderen en in het noorden van Oost-Vlaanderen komen er minder eekhoorns voor door het ontbreken van een geschikt habitat. Door het grote aanbod aan naaldbossen worden in Antwerpen en Limburg de grootste aantallen gesignaleerd (Verkem et al. 2003).



Figuur 2 - Verspreiding van de eekhoorn op basis van de waarnemingen tot juli 2013
(bron: waarnemingen.be)



De ongelijke verspreiding van eekhoorns in Vlaanderen wordt ook weerspiegeld in het aantal slachtoffers dat tot nu toe ingevoerd werd per provincie (Tabel 2). Hierin zijn alle verkeersslachtoffers van het Vlaams gewest opgenomen van het begin van het project ‘Dieren onder de wielen’ tot 31 juli 2013. Het valt duidelijk af te lezen dat de meeste slachtoffers gemeld worden in de provincies Limburg, Vlaams-Brabant en Antwerpen.

Tabel 2 - Alle gemelde verkeersslachtoffers in de periode 2008-2013
(bron: waarnemingen.be).

Provincie	Aantal gemelde slachtoffers
Limburg	418
Vlaams-Brabant	301
Antwerpen	245
Oost-Vlaanderen	78
West-Vlaanderen	23
Totaal	1065

4.3 Knelpunten: hotspots van verkeersslachtoffers

4.3.1 Types knelpunten

Als het gaat over dierlijke verkeersslachtoffers op wegen, kunnen verschillende types knelpunten onderscheiden worden:

1. Verkeersslachtoffers van soorten die reeds zeldzaam zijn of waar het verkeer een ernstige bedreiging is voor het voortbestaan van de (lokale populatie) van de soort. In zo'n geval moet getracht worden om ieder verkeersslachtoffer te vermijden.
2. Sommige diersoorten wordt niet meteen in hun voortbestaan bedreigd door het verkeer, maar vallen wel massaal ten prooi aan het drukke verkeer. Denk

bijvoorbeeld aan paddenoversteekplaatsen. Lokale populaties kunnen daardoor wel degelijk uitgeroeid worden, maar er speelt ook het ethische aspect van de enorme hoeveelheid dierenleed.

3. Een derde type knelpunt vertrekt vanuit het antropocentrische perspectief: plaatsen waar aanrijdingen met (grotere) dieren een gevaar vormen voor de bestuurder en inzittenden van het voertuig.

De eekhoorn past niet meteen in de eerste categorie van knelpunten. In de Rode lijst™ van de 'International Union for the Conservation of Nature' (IUCN) is de eekhoorn in de categorie 'least concern' geplaatst (Shar et al., 2008). Ook op de Vlaamse Rode Lijst van zoogdieren (Maes et al. 2014) staat de eekhoorn in de categorie 'momenteel niet bedreigd'. Door het hoge aantal eekhoorns dat jaarlijks onder de wielen terecht komt behoren plaatsen waar eekhoorns slachtoffer worden van het verkeer tot het tweede type knelpunten. In totaal werden er over de periode van 2008 tot 2012 niet minder dan 952 eekhoorns als verkeersslachtoffers gemeld op waarnemingen. Dit is een minimum aantal slachtoffers. Wellicht is het werkelijke aantal slachtoffers veel hoger. Er kunnen veel slachtoffers en dus enorm veel dierenleed vermeden worden door het invoeren van mitigerende maatregelen.

4.3.2 Kenmerken van knelpuntlocaties

Verskillende factoren kunnen een rol spelen in het aantal dierlijke slachtoffers dat het verkeer maakt: de dichtheid van het wegennet, verkeersdruk, snelheid van het verkeer, de breedte van de weg, voedselbronnen in de nabijheid van de weg, verplaatsingen bij hun zoektocht naar een partner of eigen territorium en dergelijke meer (Laurance et al. 2009). We gaan hier nog wat dieper in op een aantal van die factoren omdat het belangrijk is te begrijpen in welke omstandigheden veel eekhoorns onder de wielen zullen terechtkomen.

4.3.2.1 Eigenschappen van de weg(rand)

De meeste dieren vertonen een aversie tegenover de aanwezigheid van de weg, waardoor de weg voor hen een sterke barrière vormt (Goosem, 2012; Goosem et al., 2008; Laurance et al., 2009). Sommige dieren zullen zelfs wegen opnemen in de grenzen van hun territoria (Goosem et al., 2008). Wanneer wegen smal zijn, omgeven door natuurlijke vegetatie en de boomkruinen aan beide kanten van de weg elkaar bijna raken, zullen bosbewonende dieren meer geneigd zijn om de weg over te steken (Goosem et al., 2008; Laurance et al., 2009). Wanneer de afstand tussen de bomen te groot is, zullen boomklimmers (zoals eekhoorns) ook vaak de weg via de grond oversteken (Goosem et al., 2008; Laurance et al., 2009). Hoewel eekhoorns snel kunnen rennen, hebben ze de neiging bij het oversteken van de weg wanneer er gevaar dreigt, stil te gaan zitten 'als een bolletje' (Zoogdierverseniging, 2014).

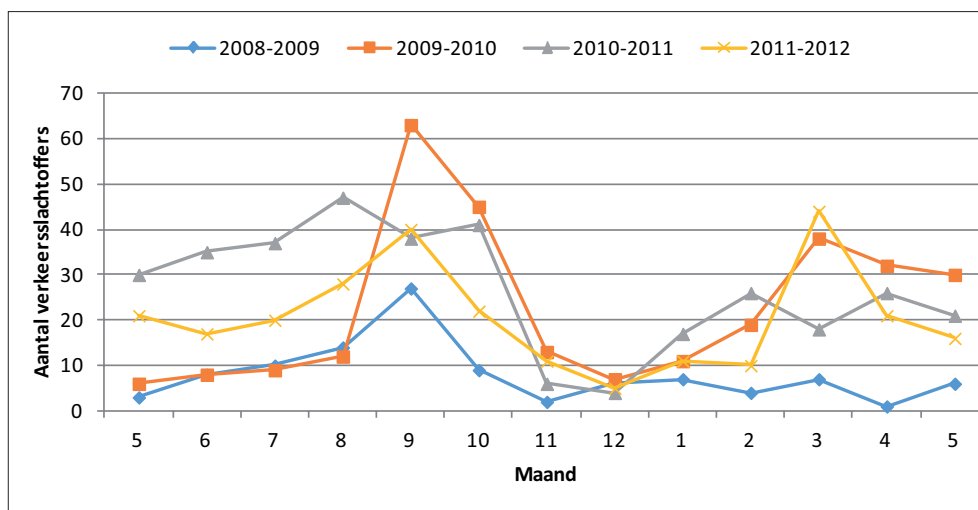
Zaadbomen

Vaak vangen bomen die langs de weg staan meer licht, waardoor ze meer bloei vertonen en later meer vrucht zetten (Turton & Freiburger, 1997; Goosem & Tucker, 1995). Hierdoor kunnen zaadeters zoals eekhoorns aangetrokken worden tot de rand van de weg.

4.3.2.2 Seizoenale pieken

In de literatuur rond eekhoorns lezen we dat jonge dieren en dieren tijdens de paringstijd een grotere kans hebben om aangereden te worden omdat deze perioden gepaard gaan met grotere verplaatsingen (Van Dyck & Baguette 2005). Bij eekhoorns haalt slechts een kwart van de jongen het eerste levensjaar en 1% van alle eekhoorns wordt 5 jaar of ouder (Zoogdiervereniging, 2014). Daarenboven zijn tijdens de eerder genoemde 'mating chase' de eekhoorns niet erg gefocust op hun omgeving waardoor ze meer risico zouden kunnen lopen om overreden te worden (Vercayie et al., 2012). Uit de gegevens van Dieren onder de wielen blijken de pieken in het aantal verkeersslachtoffers echter vooral in maart-april en september te liggen.

Uit de data van 'Dieren onder de wielen' is een duidelijke seizoenale variatie te zien in het aantal verkeersslachtoffers. Er is een minimum aantal slachtoffers tussen november en februari, hierna volgt een stijging in maart en april gevolgd door een stabilisatie tijdens de zomermaanden en een lichte piek rond september.



Figuur 3 - Seizoenale variatie in het aantal verkeersslachtoffers van eekhoorns (Vercayie et al., 2012).

Uit deze gegevens blijkt dat de pieken in aantallen slachtoffers (in tegenstelling tot wat in de literatuur beweerd wordt) niet samenvallen met de verhoogde activiteit van de eekhoorns tijdens de paartijd (januari en mei), maar wel met de perioden waarin de jongen op zoek gaan naar een nieuw territorium. Dat is ongeveer 3 à 4 maanden na hun geboorte in januari of in mei, dus respectievelijk de periode maart-april en augustus-september. Ook in Nederland en Groot-Brittannië werd er over verschillende jaren een duidelijke piek in het aantal verkeersslachtoffers waargenomen tijdens de maanden augustus en september (Shuttleworth, 2001; Waarneming.nl, 2014).

Een andere of bijkomende verklaring voor de pieken in het aantal verkeersslachtoffers is een verandering in foerageergedrag en voedselaanbod rond de maand september zoals gesuggereerd in het onderzoek van Shuttleworth (2001). Adulte eekhoorns weten waar de beste locaties zijn om voedsel

te vergaren. Bijvoorbeeld vanaf half augustus zijn de eerste eikels rijp en adulte eekhoorns gaan zich in die periode verplaatsen naar plaatsen waar veel eiken te vinden zijn (Shuttleworth, 2001; Vercayie et al., 2012). Het lage aantal slachtoffers in de winter is te verklaren door de verlaagde en meer plaatselijke activiteit van de eekhoorns (Shuttleworth, 2000), die dan terug verhoogd wordt tijdens de lente.

4.3.2.3 De rol van fragmentatie

Uit de gegevens die via het project Dieren onder de wielen verzameld worden, kan ook geconcludeerd worden dat eekhoorns vooral worden doodgedreden op wegen in de nabijheid van tuinen, parken of kleine stukken bos.

In kleinere stukken bos die kunnen ontstaan door versnippering of in tuinen is de kans groter dat de dieren meermaals de weg moeten oversteken om voldoende voedsel te vergaren om aan hun noden te voldoen. De kans op aanrijding is hier dus groter. Ook zal het hier gaan om kleinere populaties waardoor de impact van een verkeersslachtoffer op de daar aanwezige populatie veel groter zal zijn in vergelijking met grotere stukken bos (Vercayie et al., 2012). In grote aaneengesloten bossen, is de impact van een kruisende weg kleiner. Het sterven van een individu in een grote oppervlakte bos zal een plaats vrijmaken voor een ander waardoor de populatie stabiel kan blijven.

4.3.2.4 Verkeer versus predatie

We vermelden nog even een belangrijk verschil tussen natuurlijke predatie en de mortaliteit die het verkeer veroorzaakt. Het verkeer kan de populaties direct beïnvloeden door individuen weg te halen maar ook op indirecte manier heeft het verkeer een invloed doordat het niet werkt zoals natuurlijke selectie (bv predatie). Het verkeer verwijdert niet alleen de zwakke dieren, maar even goed gezonde en sterke individuen uit de populatie (Simpson et al., 2006).





5 Boombruggen als ontsnipperingsmaatregel voor eekhoorns

5.1 Ontsnippering

De beste oplossing voor het vermijden van verkeersslachtoffers of versnippering van habitats is vermijden dat er een weg komt (Selva et al. 2011, SCB 2012). In België is slechts één voorbeeld gekend waarbij een gewestelijke weg afgesloten werd voor verkeer, in het Nationaal Park Hoge Kempen. Een voorbeeld dat in ons land, met het dichtste wegennet van Europa, misschien wel meer navolging mag krijgen. In de meeste gevallen wordt dit niet gezien als een realistische oplossing en worden de versnipperende effecten van de weg gemilderd met andere (ontsnippering)maatregelen. In de meeste gevallen gaat het om maatregelen die een ecologische verbinding trachten te maken tussen de twee kanten van de weg. Die maatregelen moeten de migratiemogelijkheden voor allerlei soorten verbeteren en tegelijkertijd het aantal verkeersslachtoffers terugdringen. Bekende voorbeelden hiervan zijn ecoducten en faunatunnels in combinatie met wilddrasters.

5.2 Boombruggen

Boombewonende dieren zoals de eekhoorn hebben het voordeel dat zij via de boomkronen een weg kunnen oversteken en niet per se via de grond moeten gaan. In het geval dat de weg te breed is en de boomkruinen van de bomen aan weerskanten van de weg elkaar niet raken, kunnen deze soorten simpelweg geholpen worden door het verbinden van de boomkronen (Criel, 2009). Deze verbinding gebeurt uiteraard liefst op een natuurlijke manier: er voor zorgen dat de boomkruinen aan beide kanten van de weg elkaar kunnen raken. Dat kan bijvoorbeeld door bomen tot dicht tegen de weg



te laten groeien, wegen niet te breed te maken, eventueel bomen aanplanten in de middenberm (voorzien van stamkragen) en dergelijke meer.

Wanneer het echt niet mogelijk is om boomkruinen op een natuurlijke manier met elkaar te verbinden over de weg, zal een kunstmatige ingreep nodig zijn. Als eekhoorns en andere boombewonende zoogdieren echter voor de keuze staan zullen ze altijd de natuurlijke verbinding kiezen (Goosem et al., 2008; Criel, 2009). Als kunstmatige maatregel kan een zogenaamde boombrug geïnstalleerd worden, dit is een constructie die de boomkruinen verbindt, waardoor eekhoorns een weg kunnen oversteken ter hoogte van de boomkruinen en dus zonder risico op aanrijding.

Eekhoorns blijken niet veeleisend te zijn voor dergelijke constructies. Zo wordt er wel vaker een eekhoorn gezien die gebruik maakt van de elektriciteitskabels om de weg over te steken (Bekker, 2002). Het spannen van een dik touw kan al voldoende zijn om de eekhoorns te assisteren om de weg over te steken. Maar ook bestaande wegportalen kunnen aangepast worden en dienst doen als boombrug. We gaan hieronder nog verder op de types in.

Voor de meeste wildsoorten wordt er aangeraden om een faunapassage te installeren in combinatie met een afsluitend raster aan de kant van de weg om de dieren naar de veilige oversteek te begeleiden. Gewone wildrasters zijn niet aan te raden in het geval van de eekhoorns aangezien ze er gewoon over kruipen, maar ze kunnen op zijn minst voorkomen dat de dieren over de weg lopen als ze mekaar achterna zitten. Om zoveel mogelijk verkeersslachtoffers tegen te gaan, kan wel een omheiningen uit gladde materialen zoals kunststoffen platen (vb. gladde geluidsschermen) geplaatst worden. Zo worden de eekhoorns weggehouden van de baan en begeleid naar een veilige

oversteekplaats (Wansink et al., 2013). Zo'n afgesloten scherm betekent echter ook dat andere niet klimmende dieren niet meer kunnen oversteken. Zo'n ondoordringbaar scherm moet dus op plaatsen waar ook andere diersoorten voorkomen steeds geplaatst worden in combinatie met een faunapassage (brug of tunnel) voor andere diersoorten. Ook bepaalde landschapselementen zoals steile hellingen en regelmatig gemaaide bermen op een helling verminderen het aantal overstekende zoogdieren, terwijl doorlopende topografie en vegetatie langs beken en rivieren die vaak als routes gebruikt worden, dieren naar de weg leiden (Goosem, 1997).

5.3 Doelsoorten

Boombruggen kunnen in principe gebruikt worden door alle (boombewonende) soorten die gebruik maken van het uitgebreide takkennetwerk voor hun verplaatsingen (Criel, 2009).

De voornaamste doelsoort is uiteraard de eekhoorn maar afhankelijk van het type boombrug kan deze ook gebruikt worden door andere zoogdieren. In België denken we dan aan boommarter, steenmarter, eikelmuis, relmuis, hazelmuis, bosmuis en rosse woelmuis (Criel, 2009).

Er worden momenteel ook onderzoeken uitgevoerd om na te gaan in welke mate vleermuizen boombruggen gebruiken als leidraad bij hun vliegroute (Wansink et al., 2013).



eikelmuis

5.4 Ervaringen

Algemeen is er nog een beperkte ervaring met boombruggen, zowel in België als in het buitenland. Zoals Criel (2009) in zijn rapport vermeldt: “over boombruggen is reeds meer geschreven dan dat er zijn gebouwd”.

In België zijn er, voor zover wij konden nagaan, slechts een handvol voorbeelden beschikbaar. In Antwerpen is er sinds 1988 een ladderbrug die de Beukenlaan kruist (Criel, 2009). In 2013 werd een bestaand wegportaal over de ring rond Brussel in Hoeilaart voorzien van een metalen koker en verbonden met de bomen in de nabijheid zodat ze als eekhoornbrug kan dienen. In Brecht bracht men in 2013 dikke koorden aan over de Andrélaan, bij een positieve evaluatie zullen er meer worden aangelegd (Het Nieuwsblad, 12-12-2013). In Geel werd in december 2014 een touwbrug aangelegd over de straat Kievermont (Het Laatste Nieuws, 13/12/2014). Enkele andere gemeenten hebben plannen om eekhoornbruggen aan te leggen. In de gemeente Schoten wordt er een eekhoornbrug gepland over de Botermelkbaan (Milieujaarprogramma 2013, Gemeente Schoten).

In het buitenland zijn er voorbeelden van eekhoornbruggen in o.a. Den Haag (Nederland), Jersey (V.K.), Wight (V.K.) en Japan. Verder werden er tot nu toe in Australië, Azië en Afrika boombruggen gebouwd voor niet-Europese zoogdieren zoals apen, buideldieren en slaapmuizen (Criel, 2009). Onder andere in een studie van Mulder (2012) in Nederland is bewezen dat de eekhoorns gebruik maken van de geplaatste faunavoorziening en er zijn camerabeelden beschikbaar van een eekhoorn die een

eekhoornbrug in Utrecht gebruikt (Landgoedvollenhoven.nl, Nieuwsbrief december 2011: www.youtube.com/watch?v=LdgYPXz97P0). Ook uit Duitsland, Frankrijk en Schotland zijn voorbeelden bekend. Wie wat zoekt op internet vindt heel wat filmpjes terug van eekhoorns die gebruik maken van een eekhoornbrug:

- <https://www.youtube.com/watch?v=LdgYPXz97P0&feature=related>
- http://www.wat.tv/video/passage-pieton-pour-ecureuil-ipvu_2f1rz_.html
- <https://www.youtube.com/watch?v=L7DhH0yP2tQ>
- <https://www.youtube.com/watch?v=OlMpTlloakI>
- <https://www.youtube.com/watch?v=UNkGtjeFsMU>
- <https://www.youtube.com/watch?v=OUfc2NfC29k>
- <https://www.youtube.com/watch?v=vVVpJs-OcGo>
- <http://piratenpartei-herford.de/?p=11>

5.5 Effectiviteit

Zijn de faunapassages en meer bepaald de boombruggen effectief om het aantal verkeersslachtoffers te verminderen? Deze vraag kan op twee verschillende niveaus bekeken worden namelijk, dat van individuen enerzijds en op het niveau van populaties anderzijds. Voor individuen zouden faunapassages effectief zijn indien ze de mortaliteit verlagen en de kansen van een individu om veilig de overkant te bereiken zou vergroten. Hiervoor moet er gekeken worden of de eekhoorns de boombruggen effectief gebruiken. Dit is al een aantal keer bewezen voor boomklimmende zoogdieren, o.a. in het onderzoek van Bax (2006), Goosem et al. (2008), Mulder (2012) en Soanes et al. (2013). Daaruit bleek echter ook dat het gebruik sterk afhankelijk is van een aantal factoren zoals gewenning, type brug, locatie en de doelsoort (sommige soorten wennen sneller dan andere). Ook uit een onderzoek in Schotland, waarin vier boombruggen opgevolgd werden, bleek dat vooral de locatie een grote invloed had op het gebruik ervan door eekhoorns (Lockwood, 2008). Sommige bruggen werden binnen enkele dagen in gebruik genomen, bij andere werd er maar weinig passage waargenomen. Het feit dat de bruggen gebruikt worden, wil zeggen dat ze effectief zijn om de impact van het verkeer te verzachten voor het individu (Haasnoot, 2013).

Faunavoorzieningen zijn effectief op populatieniveau indien ze de migratie, mortaliteit, habitatbeschikbaarheid, populatiegrootte en/of de genetische samenstelling van populaties verbeteren in vergelijking met de situatie zonder voorzieningen. Op dit niveau zijn echter onvoldoende bewijzen doordat de onderzoeken over de geïnstalleerde boombruggen voornamelijk gericht waren op monitoring van het gebruik van de constructies en minder of helemaal niet op de vraag of ze effectief het aantal verkeersslachtoffers verminderen en de connectiviteit verhogen. Aangezien er een positief effect is op individuen mag volgens de eiland- en metapopulatietheorie ook een positief effect verwacht worden op populatieniveau maar hiervoor ontbreken nog directe bewijzen (Haasnoot, 2013).

Verder onderzoek zal hierin meer klaarheid moeten brengen. Belangrijk daarbij is dat niet enkel de frequentie van het aantal succesvolle overtochten als indicator voor de efficiëntie van boombruggen mag gebruikt worden, maar dat ook het aantal individuen geïdentificeerd kan worden (Soanes et al., 2013). Het is namelijk mogelijk dat enkele individuen verantwoordelijk zijn voor het veelvuldig gebruik van de brug en dat er dus op het niveau van de populatie geen significante verhoging van connectiviteit waar te nemen is (Soanes et al., 2013).

Er zijn dus aanwijzingen, maar nog geen directe, wetenschappelijke bewijzen om een uitspraak te kunnen doen over het effect op populatieniveau. Op individueel niveau mogen we echter wel een positief effect verwachten van de boombruggen (Haasnoot, 2013). Sowieso is er meer kwalitatief en lange termijn onderzoek nodig via verdere opvolging en monitoring om de effectiviteit op populatieniveau te kunnen bewijzen.

Als de boombrug effectief is kunnen een dalende mortaliteit, stijgende connectiviteit en een betere genetische uitwisseling tussen verschillende populaties verwacht worden. Ook de veiligheid van de automobilisten zou moeten verbeteren omdat er minder individuen zich op de baan zullen begeven.



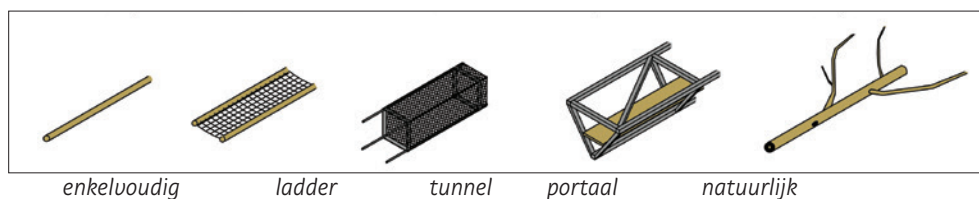
Foto boven: Boombrug in Kalmthout, aangelegd in 2015.

6.1 Ontwerp en types

Er bestaan verschillende types boombruggen die variëren van een simpel touw tot een uitgebouwd portaal dat volledig is afgeschermd. Naarmate de afstand tussen de boomkruinen groter wordt, moeten er stevigere constructies gebruikt worden (Wansink et al., 2013). Voorbeelden van constructies over brede wegen zijn het voor eekhoorns aangepaste wegportaal over de Brusselse ring in Hoeilaart of de complexe portaalbrug in Den Haag (55 meter lang). Alle types zijn gebaseerd op hetzelfde concept namelijk boomkruinen aan weerszijde van de weg verbinden en zo een veilige oversteekplaats aanbieden voor de doelsoort(en) (Criel, 2009).

Indien de boomkruinen boven de weg niet meer op een natuurlijke manier met elkaar in verbinding staan of kunnen gebracht worden, dan zijn er vier typen kunstmatige boombruggen te onderscheiden (Criel, 2009) (Figuur 4):

- Enkelvoudige boombrug
- Ladderbrug
- Tunnelbrug
- Portaal of boomgoot



Figuur 4 - Verschillende types boombruggen (Uit Criel, 2009).

Een bespreking van de verschillende types met de belangrijkste kenmerken en aandachtspunten is terug te vinden in Bijlage 1.

6.1.1 Materiaalkeuze

Voor het materiaal moet er rekening gehouden worden met een aantal voorwaarden rond veiligheid en functionaliteit. De constructie moet bestand zijn tegen allerlei harde weersomstandigheden. Dit geldt zowel voor de brug zelf als de verankeringspunten. Indien de brug aan bomen vast gemaakt wordt, moeten deze ook bestand zijn tegen de trekkrachten die de brug kan veroorzaken in ruige weersomstandigheden. De materialen van de brug moeten slijtvast zijn en bijvoorbeeld een goede rotbestendigheid en hoge UV-bestendigheid hebben.

Om een goede functionaliteit te verzekeren mag de boombrug niet uit te gladde materialen vervaardigd zijn. Het oppervlak moet ruw genoeg zijn om voldoende grip te bieden en in de mate van het mogelijke ook natuurlijk aanvoelen.

In het geval van een touwbrug of ladderbrug wordt meestal gebruik gemaakt van kunstvezels of metaal. Deze zijn sterker dan natuurlijke vezels, rotten niet en hebben minder de neiging om sterk door te hangen bij vochtig weer (Criel, 2009). Vaak worden – al dan niet gerecycleerde – scheepstouwen gebruikt.

6.1.2 Installateur

Wie instaat voor de installatie van de boombrug hangt af van het type boombrug waarvoor gekozen wordt. Voor een eenvoudige boombrug kan meestal beroep gedaan worden op boomsnoeiërs, boomverzorgers of het klimteam in dienst van de gemeente. Deze mensen beschikken normaal gezien over al het nodige materiaal en knowhow (bv. rond spankrachten) om een boombrug te installeren. Als er geen boomverzorgers in dienst zijn van de gemeente kan er ook beroep gedaan worden op de brandweer om de brug te installeren. Indien het om een complexer type boombrug gaat kan een externe firma ingeschakeld worden.

Tot nu toe hebben we één firma gevonden die gespecialiseerd is in het aanleggen van touwbruggen voor eekhoorns: Arboréale uit Parijs (www.arboreale.com/ecuroduc/).

6.2 Geschatte kostprijs

De kostprijs voor de bouw van een boombrug kan zeer variabel zijn en hangt af van welk type brug geïnstalleerd wordt, welke afstand overbrugd moet worden, wie de installatie uitvoert (gemeentepersoneel of extern bedrijf) en dergelijke meer.

Naarmate de te overspannen weg breder wordt, wordt ook het prijskaartje duurder. Vooral veiligheidsmaatregelen bij de bouw zijn daar niet vreemd aan. Enkele voorbeelden.

- Een portaalbrug in Roermond, bestaande uit stalen kabels met een net, lengte ca 15 m, kostte 2.480 euro (RTL Nieuws, 24-01-2014).
- Voorbeelden uit Australië waarbij tunnelbruggen (stalen draden met vlechtwerk van scheepstouwen) werden aangelegd over een afstand van 40-70 m toonden aan dat een dergelijke brug kon aangelegd worden voor de totale kost van ongeveer 10.400 euro voor 4 bruggen (Bax, 2006; Goosem et al., 2008).
- De constructie van 6 ladderbruggen (ca 20 m) in Amsterdam, bestaande uit dikke touwen met een net, kostte ca 20.000 euro.
- De bouw van de boommarterbrug (houten boomgoot) over de autosnelweg A12 tussen Maarn en Driebergen (Utrecht) door de firma Gebroeders van Doorn kostte ongeveer 25.000 euro (inclusief veiligheidsmaatregelen) en is bedoeld om ongeveer 15 jaar mee te gaan (Criel, pers. med.).
- De eekhoornbrug (stalen driehoekige loopbrug, 55 m lang) die in Den Haag werd gebouwd had een prijskaartje van 144.000 euro.

Hieruit blijkt duidelijk dat de kosten zullen afhangen van de te overspannen afstand, het type boombrug, het gebruikte materiaal, de installateur en dergelijke meer. Enkelvoudige touwbruggen of ladderbruggen over een smalle gemeentelijke weg zijn een pak goedkoper dan metalen constructies over brede snelwegen.

Arboréale (www.arboreale.com/ecuroduc/) geeft bijvoorbeeld een totale kostprijs van €1.200 op voor de aanleg van een touwbrug met een overspanning van 20 meter (zie Tabel 3). Typisch aan de touwbrug-



gen die zij aanleggen is dat ze door een takelsysteem steeds zeer strak blijven staan, onafhankelijk van de weersomstandigheden (zie paragraaf 6.5.3, pagina 21).

Tabel 3 Kostprijs aanleg van een touwbrug met overspanning van 20 meter (Arboréale.com)

Kostenplaats	Prijs	Opmerking
Transport	€400	Parijs – Antwerpen, heen en terug (€0,5 per km)
Materiaal	€200	
Installatie	€600	Twee personen, 1 dag.
Totaal	€1.200	

Tabel 4 Kostprijs jaarlijks nazicht van een boombrug van 20 meter (Arboréale.com)

Kostenplaats	Prijs	Opmerking
Transport	€400	Parijs – Antwerpen, heen en terug (€0,5 per km)
Controle	€300	Eén persoon, 1 dag.
Totaal	€700	

6.3 Vergunningen

In het geval van een eenvoudige boombrug over een niet al te brede gemeenteweg is voor de constructie geen stedenbouwkundige vergunning nodig aangezien het over redelijk eenvoudige constructies gaat. Wel is er toestemming nodig van de wegbeheerder (Criel, 2009).

6.4 Locatie

Het kiezen van een goede locatie voor een boombrug is uiterst belangrijk. Wordt de boombrug niet op de juiste plaats geïnstalleerd, dan zullen eekhoorns nog steeds de weg oversteken en doodgereden worden.

6.4.1 Verkeersslachtoffer hotspots als aanwijzing

Eerst en vooral kunnen we kijken naar plaatsen waar vaak eekhoorns doodgereden worden. Deze clusters of hotspots van verkeersslachtoffers kunnen een aanwijzing zijn voor een goede locatie van een eekhoornbrug. Wellicht ontbreekt op die plaats een verbinding tussen twee belangrijke habitats voor de eekhoorn.

Via het project Dieren onder de wielen 2.0 worden gegevens over verkeersslachtoffers verzameld en die gegevens zijn online raadpleegbaar via www.dierenonderdewielen.be (knop 'Resultaten'). Op die website kan onder meer per gemeente een kaart met locaties van doodgereden eekhoorns opgevraagd worden. Gebruikt u deze tool om locaties voor een eekhoornbrug te vinden, let er dan op dat eenzelfde eekhoorn door



meerdere personen kan gemeld worden. Controleer dus de datum van ieder slachtoffer op de kaart. Liggen die data sterk bijeen, dan gaat het mogelijk om hetzelfde slachtoffer.

Ook bijkomende observaties i.v.m. vaste routes die de dieren volgen, bepaalde landschapselementen die ze vaak gebruiken om zich te verplaatsen kunnen nuttig zijn (Goosem et al. 2008; Criel, 2009).

6.4.2 Habitats verbinden

Het allerbelangrijkste is dat de boombrug geïnstalleerd wordt op een plaats waar hij hoogwaardige habitats voor de eekhoorn verbindt. Er kan bijvoorbeeld een belangrijk voedselgebied aan de ene kant van de weg zijn en een andere voedselbron (bv. vruchtdragend dennenbos) of meer schuilgelegenheid aan de andere kant van de weg (Goosem et al. 2008; Criel, 2009). Deze gebieden hoeven niet noodzakelijk direct aanpalend aan de weg te liggen. Het kan ook zijn dat een bomen- of struikenrij beide gebieden verbindt, maar daarbij de weg kruist. Die bestaande corridors dienen hersteld of behouden te worden.

We zoeken voor de plaatsing van een boombrug naar een aaneengesloten bos of bomenrijen aan beide zijden van de weg. Voor de goede werking van de boombrug is het ook uiterst belangrijk dat dit aaneengesloten bos of deze bomenrij aan beide zijden van de weg behouden wordt na het plaatsen van een boombrug (Criel, 2009; Wansink et al., 2013).

6.4.3 Een of meerdere bruggen?

Eén boombrug is niet in alle omstandigheden voldoende om verkeersslachtoffers te vermijden. We moeten ook rekening houden met de leefgebieden van de eekhoorns, de grootte van het bos en het soort bos.

Eekhoorns verdedigen in meer of mindere mate hun eigen leefgebied tegen soortgenoten. Als de brug gelokaliseerd is in het leefgebied van slechts één individu zullen de anderen nog steeds over de grond gaan om de overkant van de weg te bereiken (Bekker, 2002). In een Australische studie op klimmende buideldieren (koeskoezen en grijze suikereekhoorns) is zelfs gebleken dat één individu van de grijze suikereekhoorn de brug had geïncorporeerd in zijn territorium en andere individuen verhinderde om de brug te gebruiken (Soanes et al., 2013). Doorsnijdt de weg een smalle strook bos, dan ligt de boombrug sowieso in het territorium van één eekhoorn, maar als het om een groter bos gaat, dan is het wenselijk om meerdere boombruggen te installeren. Op die manier is er in alle aanpalende territoria een boombrug. Welke maximale afstand er dan tussen de boombruggen mag liggen is afhankelijk van het type bos.

Het soort bos, de grootte en de vorm van het bos zijn bepalende factoren voor het aantal boombruggen die nodig zijn om een effect te hebben in het verminderen van het aantal slachtoffers. Zoals hierboven vermeld, hebben eekhoorns door de verschillen in voedselaanbod in loofbossen een groter leefgebied (ongeveer 10 ha) dan in naaldbossen (ongeveer 3 à 4 ha) nodig. Bij een naaldbos zal het dus voordeliger zijn om de bruggen dichter bij elkaar te hangen door de kleinere leefgebieden. Ook de vorm van de omliggende bosstructuren zal bepalend zijn voor het aantal boombrug-

gen dat geïnstalleerd moet worden (Figuur 5). Bij een kleine lineaire strook bos die de weg oversteeft, zal één brug voldoende zijn, bij een bredere strook van een kilometer lang zal het niet voldoende zijn om één brug te hebben. Daar zouden ongeveer om de 100 m oversteekmogelijkheden moeten zijn (Criel, 2009; Vercayie et al., 2012).

Het is niet nodig om na te gaan waar de exacte territoriagrenzen op het moment van installatie liggen, omdat die grenzen in de loop van de tijd kunnen wijzigen. We richten ons bij de installatie van een boombrug dus vooral op het voldoende verbinden van hoogwaardige habitats (bv. voedselgebieden).



Figuur 5 - Verschillende vormen van omliggende bosstructuren bepalen het aantal nodige bruggen. De bossen zijn in het groen gearceerd en de bruine streepjes stellen de nodige boombruggen voor (Uit Criel, 2009).

6.4.4 Lichtvervuiling vermijden

Om de kans op het slagen van deze maatregel te vergroten is het aan te raden om de brug zo ver mogelijk van verlichting te plaatsen om afschrikking door lichtvervuiling te vermijden. Een andere mogelijkheid is de brug af te schermen tegen lichtinval (Ouden en Piepers, 2008; Wansink et al., 2013) of de openbare verlichting op de plaats van de boombrug verwijderen. Bij een Australische studie werd donker gaas aangebracht onderaan een ladderbrug om het felle licht van koplampen van auto's af te zwakken, het effect hiervan werd nog niet onderzocht (Bax, 2006).

6.5 Aandachtspunten bij de constructie

6.5.1 Veiligheid

De belangrijkste punten waar op gelet moet worden bij de keuze van een locatie, de constructie en de plaatsing van een boombrug zijn de veiligheid voor dier en mens. De constructie moet daarom degelijk zijn en regelmatig geïnspecteerd en onderhouden worden. Zo mag er geen risico zijn dat er elementen van de boombrug naar beneden komen. De veiligheid van de automobilist mag op geen enkele manier en op geen enkel moment in gevaar gebracht worden door vallende elementen of afleiding van de chauffeurs (Bekker, 2002; Ouden en Piepers, 2008; Wansink et al., 2013). In paragraaf 6.6 komen we terug op het aspect inspectie en monitoring.

6.5.2 Hoogtes, breedtes en diktes

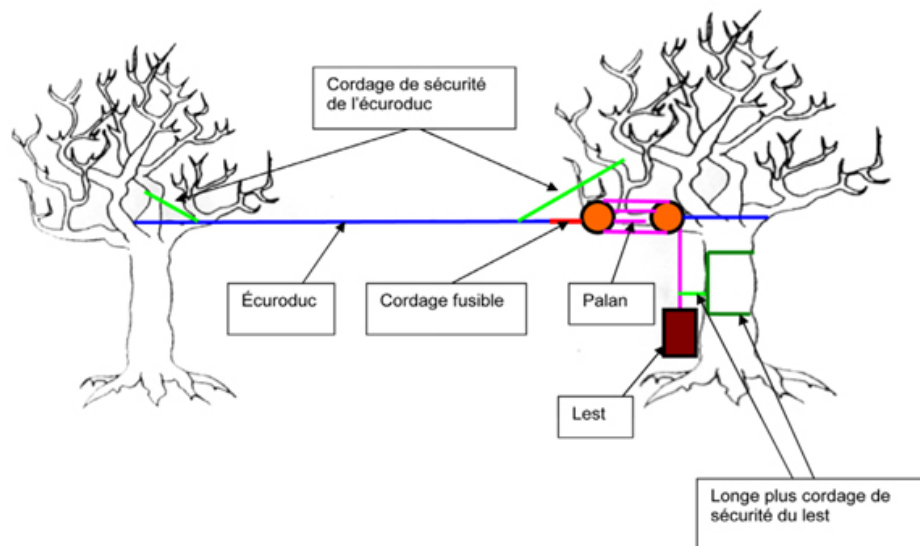
In het geval van een enkelvoudige touwbrug moet het touw minstens 4 cm dik zijn om de doelsoorten te kunnen laten passeren (Ouden en Piepers, 2008; Wansink et al., 2013).

Het touw moet minstens 6 m boven de grond hangen om verstoringen zoals turbulentie van het verkeer onder de brug en de wind te vermijden of voldoende te verminderen (Ouden en Piepers, 2008; Wansink et al., 2013). Bij een eenvoudige touwbrug moet er rekening gehouden worden met een doorzakhoogte van 2 m (Criel, 2009) afhankelijk van de afstand die overbrugd wordt en het type touw, tenzij een automatisch systeem voor spanning gebruikt wordt (zie hieronder).

6.5.3 Spanning bij een hangbrug

In het geval van een boombrug van het type hangbrug, mag de constructie niet te strak gespannen worden om enerzijds de bomen niet te overbelasten, maar anderzijds ook om speling te hebben wanneer de bomen onder ruwe windomstandigheden verder uiteen getrokken worden. Laat de installatie daarom uitvoeren door mensen met de nodige knowhow.

Arboréale (www.arboreale.com/ecuroduc), een Frans bedrijf gespecialiseerd in de aanleg van touwbruggen voor eekhoorns, gebruikt een takelsysteem verbonden aan een gewicht (zie Figuur 6). Dat zorgt er voor dat de eekhoornbrug steeds zeer strak gespannen blijft, onafhankelijk van rek op het touw door vochtige omstandigheden of beweging van de bomen door de wind. Volgens dit bedrijf, dat de touwbrug ontwierp in samenwerking met een Franse organisatie voor de bescherming van eekhoorns, gebruiken de eekhoorns de touwbrug niet als ze niet strak genoeg gespannen staat. Met dit systeem heeft Arboréale reeds boombruggen aangelegd met een overspanning van 20 tot 80 meter!



Figuur 6 - Touwbrug voor eekhoorns. Door het takelsysteem verbonden aan een gewicht blijft de brug steeds strak gespannen. (Ballie, 2011)

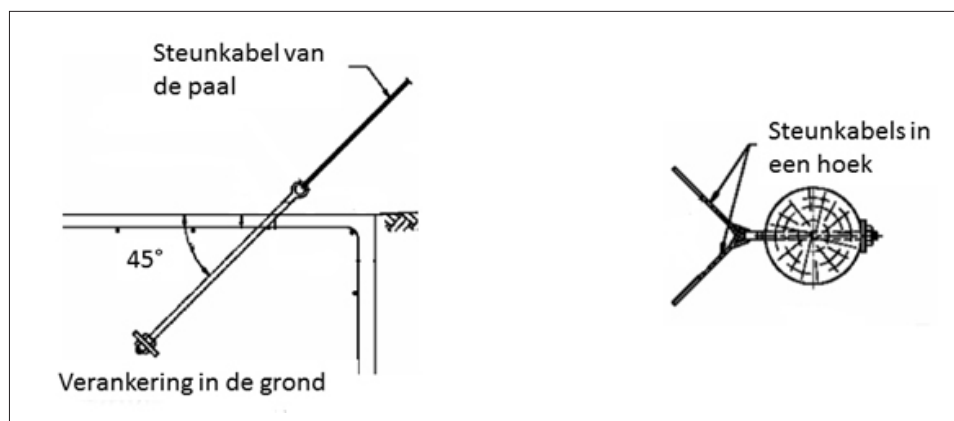
6.5.4 Steunpaal in middenberm

Als de boombrug lange afstanden moet overbruggen is het aan te raden in het midden een extra steunpaal te plaatsen voor de stabiliteit (alhoewel tunnelbruggen tot 70 m



lang zonder tussenpaal al gebouwd en jaren werkzaam zijn (Bax,2006)). Wordt zo'n extra steunpaal in de middenberm geplaatst, dan moet verhinderd worden dat de eekhoorns in het midden van de weg naar beneden kunnen klimmen. Dit kan simpelweg door het installeren van een metalen of plasticen kraagconstructie rond de paal.

In ieder geval moet er voldoende stabiliteit geboden worden voor de dieren die er gebruik van maken. Ook moet rekening gehouden worden met het feit dat langgerekte bruggen een grote invloed ondervinden van de wind waardoor deze op een windluwe locatie gehangen moeten worden of extra gestabiliseerd worden door extra verankering (Criel, 2009). Palen kunnen extra verankerd worden door spandraden van staal die verankerd worden in de grond (Bax, 2006; Goosem et al., 2008).



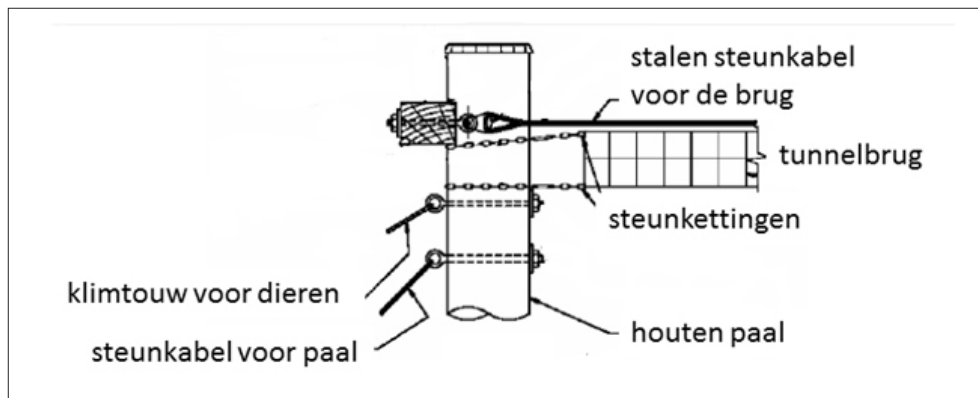
Figuur 7 - verankering in de grond en aanhechting steunkabels aan paal (Bax, 2006)

6.5.5 Bevestiging van de boombrug

Wanneer de bruggen bevestigd worden aan bomen moet schade aan de boom vermeden worden. Vaak wordt hiervoor touw (scheepstouw of synthetische touwen, soms nog extra afgeschermd met een rubberen hoes) gebruikt. Als het gaat om een bevestiging over een langere afstand waarbij staaldraad nodig is, kunnen houten draagbaren

aan iedere kant van de boom de druk en wrijving wegnemen (Goosem et al., 2008). Consulteer hiervoor boomchirurgen die kennis hebben van de recentste boomvriendelijke verankeringsmethoden.

De meeste robuuste optie om boombruggen aan op te hangen is het gebruik van houten palen die met stalen kabels verankerd worden in de grond. In die houten palen kan er wel geboord worden en kan de verankering van de brug op een zeer stevige manier plaatsvinden. Dieren in de Australische studie leken geen duidelijke voorkeur te geven voor de paal of de boomconstructie, maar werden wel meer gezien in de buurt van de ankerboom omdat er voedselbomen rondom aanwezig waren (Goosem et al., 2008). Daarom is het belangrijk dat de dieren die palen kunnen bereiken via bomen of touwen en bij voorkeur wordt de brug dus aangebracht in de buurt van voedselbomen.



Figuur 8 - Constructietekening aanhechting paal (Bax, 2006)

6.5.6 Aansluiting met de omgeving verzekeren

Een goede aansluiting van de boombrug met de omgeving is nodig om te verzekeren dat de eekhoorns en eventueel andere gebruikers van de boombrug de boombrug gemakkelijk weten te vinden, liefst zonder het niveau van de boomkruinen te verlaten (Ouden en Piepers, 2008; Wansink et al., 2013). Moeten de eekhoorns eerst op de grond komen om vervolgens op de eekhoornbrug te klimmen, dan is de kans veel groter dat ze toch de straat op zullen lopen.

De boombrug moet dus zo goed mogelijk in rechtstreekse verbinding staan met aansluitende boomkruinen. Indien nodig kunnen extra (snelgroeiende en liefst voedsel dragende) bomen geplant worden om aansluiting te verbeteren. Als er geen gebruik gemaakt wordt van de bomen zelf om de constructie op te hangen is het aan te raden de paal te verbinden met nabijgelegen bomen via touwen (Goosem et al., 2008).

In omstandigheden waarin het moeilijk is om de boombrug met de aanpalende boomkruinen te verbinden (bv. wanneer de boomkruinen veel hoger zijn dan de boombrug), dient de boombrug ook via de grond zo gemakkelijk mogelijk bereikbaar te zijn. Naast touwen die de boomkruin verbinden met de boombrug kan er dan ook voor gezorgd worden dat de gebruikte palen zo beklimbaar mogelijk zijn: via inkepingen, door de paal te laten begroeien met klimplanten (Criel, 2009), of door er opgaande paal of boomstamfragmenten tegenaan te zetten.



6.5.7 Gebruik van de boombrug stimuleren en verkeersslachtoffers vermijden

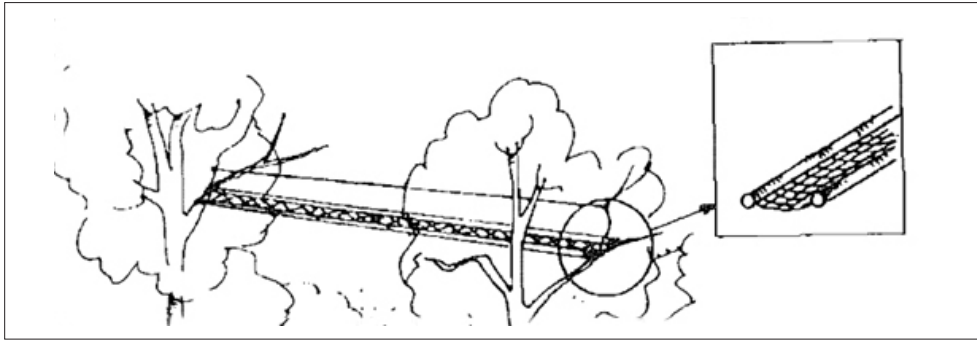
De dieren zullen moeten wennen aan de aanwezigheid en de locatie van de boombrug. Hierbij is een goede plaatsing (bv aan voedselboom) zeer belangrijk om de gewenning zo snel mogelijk te laten verlopen en het gebruik te verzekeren (Bekker, 2002; Haasnoot, 2013). Als een brug geplaatst wordt aan de grens van een habitat zal deze minder gebruikt worden waardoor de gewenning trager zal verlopen (Haasnoot, 2013). Om de gewenning vlotter te laten verlopen kunnen voederplaatsen voorzien worden in de beginfase om de eekhoorns te lokken. Lokaas kan wel verschillende diersoorten aantrekken, waaronder ook roofdieren zoals vossen (indien lokaas op de grond) en boommarters (Landgoedvollenhoven.nl, nieuwsbrief december 2011, verschillende diersoorten bezoeken boom ingesmeerd met pindakaas, www.youtube.com/watch?v=LJnStbruUbU&feature=youtu.be). Van zodra regelmatig gebruik van de brug wordt vastgesteld wordt aangeraden het voederen stop te zetten (Criel, 2009).

Eekhoorns kunnen ook aangetrokken worden door de touwen in te smeren met uitwerpselen en urine van volwassen dieren. Er zijn ook verschillende maatregelen mogelijk waardoor de dieren zich meer beschermt voelen, zoals een donkerkleurig touw gebruiken (zodat de dieren niet zo erg opvallen), voedselbomen aanplanten of de vegetatie laten opgroeien rond de basis van de brugstructuur of de brugtoegang (Goosem et al., 2008).

Om verkeersslachtoffers te vermijden moeten eekhoorns in de eerste plaats naar de boombrug aangetrokken worden met de hierboven vermelde maatregelen, maar daarbovenop kan ook getracht worden om hen de toegang tot de weg te versperren. Omdat eekhoorns zo'n goede klimmers zijn, is een klassiek wildraaster niet voldoende om hen van de weg af te houden. Een hoog en glad scherm (bv geluidsscherm) kan daar wel bij helpen, mits het voldoende ver van overhangende takken verwijderd is.

6.5.8 Predatie

Door het centraliseren van de oversteek van prooidieren kunnen boombruggen 'prey-traps' worden, ook wel gekend als een vorm van 'ecologische val'. Predatoren zoals allerlei roofvogels zouden de boombrug kunnen zien als een gedekte tafel, waardoor prooidieren dus meer kans hebben om gevangen te worden bij het gebruiken van de boombrug (Little et al., 2002). Dit is echter makkelijk te omzeilen door het installeren van een touw boven de voorziening zoals te zien is op Figuur 12 waardoor de predatoren weggehouden of ontmoedigd worden (Bekker, 2002). Als er echter meerdere bruggen aanwezig zijn op korte afstanden kan dit ook voldoende zijn om predatoren te slim af te zijn. Ook kan er gezorgd worden voor natuurlijke bescherming door het zo ver mogelijk laten dicht groeien van de bomenkruinen (Criel, 2009).



Figuur 8 - illustratie van een beschermingsmiddel tegen predatoren, een touw dat op ca 20 cm boven de ladderbrug gespannen is. (Bekker, 2002)

6.6 Inspectie en onderhoud

Het controleren en onderhouden van de boombruggen is zowel nodig om de functionaliteit van de boombrug als de veiligheid van de automobilist te kunnen garanderen. Oudendijk en Piepers (2008) raden aan om minimaal één keer per vier maanden een inspectie en – zo nodig – een onderhoud uit te voeren. Ze stellen een inspectie in maart, juli en november voor. Die periodes komen min of meer overeen met de periodes waarin de meeste verkeersslachtoffers vallen (maart en september). De verantwoordelijkheid voor de constructie en het onderhoud ligt uiteindelijk bij de uitvoerder (Wansink et al., 2013).

De inspectie en het onderhoud is in de meeste gevallen een kleine last en bestaat minimum uit volgende aspecten:

- Afgevallen takken die blijven hangen aan de brug moeten verwijderd worden (Wansink et al., 2013).
- De toegang tot de brug moet vrijgehouden worden waardoor de individuen makkelijk op de brug kunnen geraken. Dit kan simpelweg gebeuren door takken die een belemmering zouden kunnen vormen te verwijderen (Wansink et al., 2013).
- De verankering aan het portaal en aan de bomen moet onderhouden worden en hersteld indien nodig (Ouden en Piepers, 2008).
- De constructie moet stabiel blijven en eventueel extra verankerd worden voor extra stevigheid (Ouden en Piepers, 2008).
- Het materiaal moet gecontroleerd worden op slijtage en indien nodig vervangen worden (Ouden en Piepers, 2008).
- Er moet ook gecontroleerd worden op loshangende onderdelen aangezien deze kunnen vallen en de veiligheid van zowel dier als mens in gevaar kunnen brengen (Criel, 2009).

Afhankelijk van de materialen die gebruikt zijn en de complexiteit van de constructie kunnen boombruggen 7 tot 15 jaar meegaan. Een touwbrug gaat meestal 7 tot 9 jaar mee en de vervanging is eenvoudig en relatief goedkoop (Criel, 2009).

6.7 Monitoring

We raden zeer sterk aan om aan het project direct een monitoring te koppelen. Dit is nuttig voor de verder opvolging van het project zelf (is de brug effectief?) en het zal helpen om de beperkte bestaande kennis rond boombruggen uit te breiden.

6.7.1 Monitoring van het gebruik

In eerste instantie zal men willen weten of eekhoorns en eventueel andere diersoorten de boombrug effectief gebruiken. Die monitoring kan bijvoorbeeld door cameravallen te plaatsen ter hoogte van de start of het einde van de boombrug. Er zijn cameravallen op batterijen beschikbaar met een lange levensduur (vb. Reconyx en Bushnell camera-vallen gaan tot 12 maanden mee). Het is een relatief kleine extra kost (een cameraval op batterijen kost ca 350 euro) maar het is sowieso een meerwaarde voor het project.

Het is nog interessanter om een webcam te installeren: een camera die aangesloten is op het stroomnet en beelden kan doorsturen. Die beelden kunnen op een website geplaatst worden waardoor de mensen in de gemeente kunnen meegenieten. Dit zorgt ook direct voor sensibilisering rond de problematiek. Ook de beelden van een camera-val kunnen op een website geplaatst worden wanneer de eerste filmpjes van succesvol gebruik van de boombrug gemaakt zijn.

Aangezien er enige gewenning nodig is van de eekhoorns aan de plaats en de aanwezigheid van de brug hoeft het niet te verwonderen als er in het eerste half jaar nog geen eekhoorn gepasseerd is. Een monitoring van het gebruik van de boombrug dient dus ook minstens twee jaar volgehouden te worden. Op zich is het al zeer interessant om te weten te komen hoe snel eekhoorns aan de boombrug wennen.

6.7.2 Telemetrie

Met een cameraval kunnen we nagaan of de boombrug al dan niet gebruikt wordt. Dit kan echter steeds dezelfde eekhoorn zijn. Willen we weten hoeveel eekhoorns van de brug gebruik maken, dan dient gebruik gemaakt te worden van een of andere vorm van telemetrie (tags, radiozenders of gps-zenders). Dit is een meer arbeidsintensieve en duurere onderzoeksmethode, maar er kan heel wat meer informatie uit gehaald worden. De eekhoorns in de nabijheid moeten dan eerst gevangen worden (vergunning noodzakelijk) om ze te voorzien van een vorm van chip of zender (Soanes et al., 2013). Op die manier kan ook het individueel gebruik nagegaan worden en of ze ook nog op andere manieren de weg oversteken.

6.7.3 Monitoring van de effectiviteit in het verminderen van verkeersslachtoffers

De bedoeling van een eekhoornbrug is om habitats terug met elkaar te verbinden en te vermijden dat eekhoorns onder de wielen terecht komen. Daarom is het zeer interessant om zowel voor als na het installeren van een eekhoornbrug het aantal verkeersslachtoffers in de straat waar de brug komt te monitoren. Zo kan nagegaan wor-

den of het aantal verkeersslachtoffers teruggedrongen wordt door de eekhoornbrug.

Men kan bijvoorbeeld een oproep doen naar vrijwilligers (bv. een buurtbewoner) om de betreffende straat regelmatig te controleren op de aanwezigheid van verkeersslachtoffers. Voor de monitoring zelf kan de vrijwilliger gebruik maken van de tool 'Traject telling' op www.dierenonderdewielen.be. Meer informatie over het gebruik van deze tool vindt u in de handleiding op de vernoemde website.

6.7.4 Deel uw ervaringen

Natuurpunt wil graag uw ervaringen met deze boombruggen vernemen. Op die manier kunnen we onze aanbevelingen in deze handleiding aanpassen op basis van uw ervaringen. Wij ontvangen graag opmerkingen, vorderingen of verslagen van uw project via het e-mailadres dierenonderdewielen@natuurpunt.be. Ook voor bijkomende vragen over dit project kunt u op dit adres terecht.



7 Bronnen

- Baillie, D. (2011). Installation d'un passage protégé « Éeuroduc ». Rapport de l'Association SOS Ecureuil et Espèces Sauvages, Pont-Sainte-Maxence, Frankrijk.
- Bax, D. (2006). Karuah Bypass. Fauna Crossing Report. Thiess Pty Ltd. Roads and Traffic Authority New South Wales. Karuah, Australia.
- Bekker, H. (2002). Lopen op hoogte. Hoe steken in bomen levende zoogdieren wegen over? *Zoogdier*, 13(4), 3-8.
- Criel, D. (2009). Boombruggen, Synthese van de beschikbare informatie over passages voor boombewonende zoogdieren. In opdracht van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, dienst Leefmilieu.
- Goosem, M. (1997). Internal Fragmentation: The Effects of Roads, Highways, and Powerline Clearings on Movements and Mortality of Rainforest Vertebrates. In: *Tropical Forest Remnants. Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities* (eds W. F. Laurance and R. O. J. Bierregaard) pp. 241-55. The University of Chicago Press, Chicago, U.S.A.
- Goosem, M. (2012). Mitigating the impacts of rainforest roads in Queensland's Wet Tropics: Effective or are further evaluations and new mitigation strategies required? *Ecological Management & Restoration* 13, 254-258.
- Goosem, S. P. & Tucker, N. (1995). Repairing the Rainforest. Theory and Practice of Rainforest Re-establishment in north Queensland's Wet Tropics. Wet Tropics Management Authority, Cairns, Australia.
- Goosem, M., Wilson, R., Weston, N. & Cohen, M. (2008). Highway Overpass Evaluation of Effectiveness: Kuranda Range Road Upgrade Project. Report to the Marine and Tropical Sciences Research Facility. Reef and Rainforest Research Centre Limited, Cairns, Australia.
- Haasnoot, R. (2013). Faunavoorzieningen: Functionaliteit, Effectiviteit en Toekomstig onderzoek. MSc. Stagerapport. Universiteit Utrecht, Ecologie en Biodiversiteit, Utrecht.
- Laurance, W. F., Goosem, M. & Laurance, S. G. W. (2009). Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology & Evolution* 24, 659-69.
- Little, S. J., Harcourt, R. G., Clevenger, A. P. (2002). Do wildlife passages act as prey-traps? *Biological Conservation*, 107(2), 135-145 Retrieved from [http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00059-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00059-9).
- Lockwood, S. (2008). Can canopy rope bridges provide habitat connectivity for arboreal mammals? A pilot study of rope bridge use by red squirrels, *Sciurus vulgaris*, on the Cowal Peninsula, West Scotland. MSc Biology thesis, University of Leeds, UK.

Maes D, Baert K, Boers K, Casaer J, Criel D, Crevecoeur L, Dekeukeleire D, Gouwy J, Gyselings R, Haelters J, Herman D, Herremans M, Huysentruyt F, Lefebvre J, Lefebvre A, Onkelinx T, Stuyck J, Thomaes A, Van Den Berge K, Vandendriessche B, Verbeylen G & Vercaeyie D (2014). De IUCN Rode Lijst van de zoogdieren in Vlaanderen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2014.1828211. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Mulder, J.L. (2012). De boomarterbrug bij De Bilt – een half jaar monitoring. In opdracht van de Provincie Utrecht, Afdeling Groen. Bureau Mulder-natuurlijk.

Ouden, J.B. den & Piepers, A.A.G. (2008). Richtlijnen voor inspectie en onderhoud van faunavoorzieningen bij wegen. Nieuwland, Wageningen; Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart. Delft.

Rodts, J., Holsbeek, L., & Muyldermans, S. (1998). Dieren onder onze wielen (p. 190). Brussel: VUB-PRESS.

SCB (Society for Conservation Biology), 2012. SCB Roadless Areas Initiative Goes Global. Retrieved 29/12/2014 from <http://www.conbio.org/publications/scb-news-blog/roadless-areas-initiative-goes-global-at-cbd>

Selva, N., Kreft, S., Kati, V., Schluck, M., Jonsson, B.G., Mihok, B., Okarma, H., Ibsch, P.L. (2011). Roadless and Low-Traffic Areas as Conservation Targets in Europe. *Environmental Management*, 48(5), 865–877. <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-011-9751-z>

Shar, S., Lkhagvasuren, D., Bertolino, S., Henttonen, H., Kryštufek, B. & Meinig, H. (2008). *Sciurus vulgaris*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. Retrieved on 10 November 2014 from <www.iucnredlist.org>.

Shuttleworth, C. (2000). The foraging behaviour and diet of red squirrels *Sciurus vulgaris* receiving supplemental feeding. *Wildlife Biology*, 6(3), 149–156. Retrieved from http://www.wildlifebiology.com/Downloads/Article/282/En/6_3_shuttleworth.pdf

Shuttleworth, C. (2001). Traffic related mortality in a red squirrel (*Sciurus vulgaris*) population receiving supplemental feeding. *Urban Ecosystems*, 5, 109–118. Retrieved from <http://www.springerlink.com/index/t2v270068822707k.pdf>

Simpson, V. R., Birtles, R. J., Bown, K. J., Panciera, R. J., Butler, H., & Davison, N. (2006). Hepatozoon species infection in wild red squirrels (*Sciurus vulgaris*) on the Isle of Wight. *Veterinary Record*, 159(7), 202–205. doi:10.1136/vr.159.7.202

Soanes, K., Lobo, M. C., Vesik, P. A., McCarthy, M. A., Moore, J. L. & van der Ree, R. (2013) Movement re-established but not restored: Inferring the effectiveness of road-crossing mitigation for a gliding mammal by monitoring use. *Biological Conservation* 159, 434–41.

Turton, S. M. & Freiburger, H. J. (1997) Edge and Aspect Effects on the Microclimate of a Small Tropical Forest Remnant on the Atherton Tableland, Northeastern Australia. In: *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities* (eds W. F. Laurance and R. O. J. Bierregaard) pp. 45-54. The University of Chicago Press, Chicago, U.S.A.

Van Dyck, H. & Baguette, M. (2005) Dispersal behaviour in fragmented landscapes: Routine or special movements? *Basic and Applied Ecology* 6, 535-45.

Vercayie, D., Herremans, M., Verbeylen, G., Verbelen, D., Lambrechts, J., Smets, L., Degraeve, K., Rodts, J., Gielen, K. & Vanreusel, W. (2012). Monitoring van verkeersslachtoffers langs Vlaamse wegen: “Dieren onder de wielen”. Rapport van de Vlaamse overheid – Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, Natuurpunt Studie vzw en Vogelbescherming Vlaanderen vzw. België.

Verkem, S., De Maeseneer, J., Vandendriessche, B., Verbeylen, G., Yskout, S., (2003). Zoogdieren in Vlaanderen. Ecologie en verspreiding van 1987 tot 2002. Natuurpunt Studie en JNM-Zoogdierenwerkgroep, Mechelen en Gent, België.

Waarneming.nl, 2014. Verkeersslachtoffers per maand van de eekhoorn in Nederland (2008-2014). Retrieved 18 November 2014 from <http://waarneming.nl>

Wansink, D.E.H, Brandjes, G.J., Bekker, G.J., Eijkelenboom, M.J., van den Hengel, B., de Haan M.W., & Scholma, H. (2013). Leidraad Faunavoorzieningen bij Infrastructuur. Rijkswaterstaat, Dienst Water, Verkeer en Leefomgeving, Delft / ProRail, Utrecht.

Zoogdierverseniging Nederland, 2014. Eekhoorn (*Sciurus vulgaris*). Retrieved 18 November, 2014 from <http://www.zoogdierverseniging.nl>

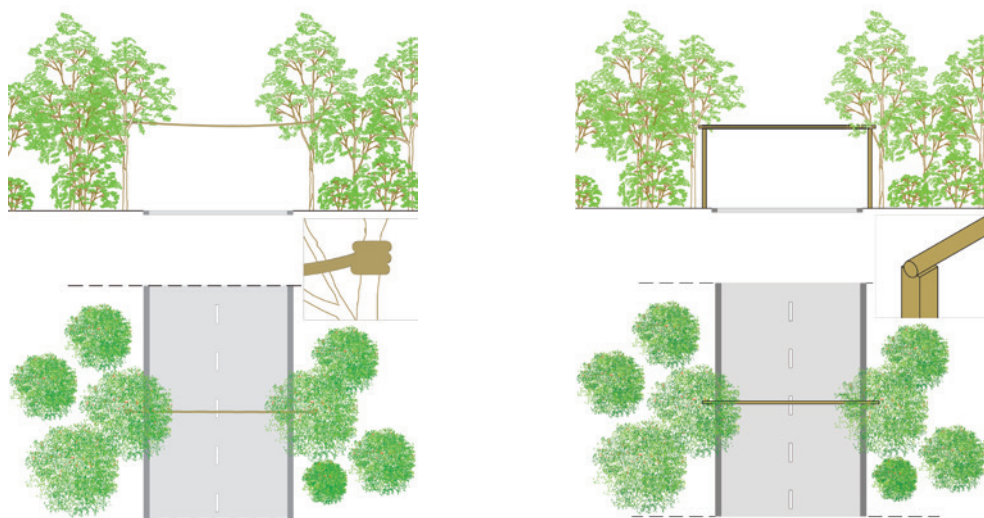
8 Bijlage: Overzicht van de belangrijkste types boombruggen

Hieronder volgt een kort overzicht van de vier belangrijkste types boombruggen. Deze types werden door verschillende ervaringen en experimenten uitgevonden en er zijn vele variaties mogelijk. Ook met de gebruikte materialen kan zeer creatief omgesprongen worden. Zo maakte men in de V.S. een boomgoot met behulp van een oude brandweerladder. Bijgaande beschrijvingen en de figuren die hier afgebeeld zijn komen uit het rapport van een literatuurstudie van Criel (2009), uitgevoerd in opdracht van het Brussels hoofdstedelijk gewest, dienst leefmilieu.

Type 1: Enkelvoudige touwbrug

Dit is een eenvoudige en goedkope constructie waarbij een touw over de weg gespannen wordt. Het wordt aan de bomen zelf of aan palen bevestigd. Het gaat meestal over een gedraaid touw, van natuurlijke of kunststoffen vezels met een diameter van 4 tot 10 cm. De touwen moeten stevig zijn, niet te rekbaar en bestendig tegen gure weersomstandigheden. Het moet ook bestand zijn tegen rotten en zware regenval. Klimtouwen en scheepstouwen worden het vaakst gebruikt, touwen vervaardigd uit kunststof scoren in het algemeen beter dan natuurlijke (Criel, 2009). Touwbruggen gaan meestal 7 tot 9 jaar mee (Criel, 2009).

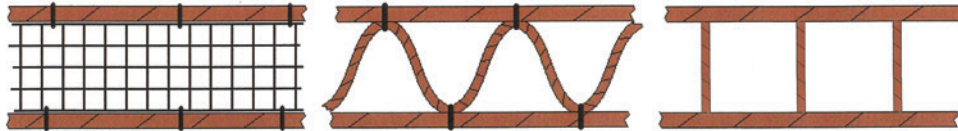
Een variatie op de enkelvoudige touwbrug is de paalbrug waarbij twee palen aan weerszijden van de weg op hoogte van de boomkruinen met elkaar verbonden worden door een derde paal of houten plank. Die constructie kan dan via touwen verbonden worden met de bomen.



Illustratie van een enkelvoudige touwbrug aan de linkerkant en een paalbrug aan de rechterkant.

Type 2: Ladderbrug

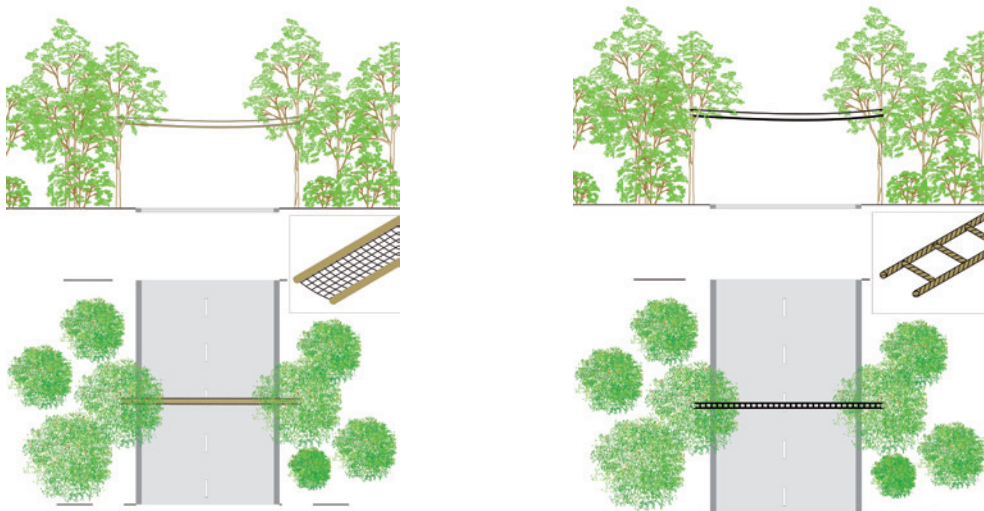
Een ladderbrug bestaat in de vorm van een eenvoudige touwladder maar het kan ook gaan over kabelnet waarbij een net gespannen wordt tussen de twee evenwijdige kabels. Belangrijk is dat dieren niet in de netten verstrikken, daarom moet het net stevig genoeg en lichtjes uittrekbaar zijn en waar touwen gebruikt worden is het net best grootmazig.



Verschillende soorten ladderbruggen met helemaal links een kabelnet, in het midden een variatie op de touwladder en rechts een klassieke touwladder.

De ladderbrug geeft als voordeel dat twee dieren elkaar gemakkelijk kunnen passeren als ze elkaar tegen komen op de brug. Dit is bijvoorbeeld niet mogelijk op een enkelvoudige touwbrug.

Er kan ook een mat gevormd worden tussen twee kabels. In het verleden werd reeds geëxperimenteerd met het bedekken van deze matten met takken. Zo'n takkenmat blijkt echter niet zo efficiënt te zijn aangezien de doelsoorten deze constructie niet lijken te vertrouwen en er het gevaar bestaat dat de takken op voorbijrijdende auto's terecht komen.



Illustratie van een kabelnet aan de linkerkant en een touwladder aan de rechterkant



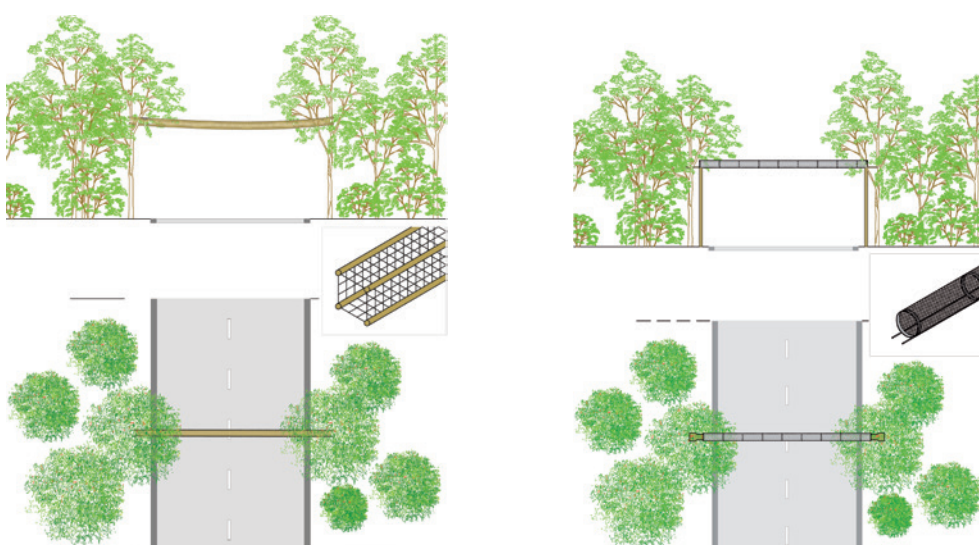
Eenvoudige ladderbrug voor eekhoorns in Roermond (Foto: Steven Jansen)

Type 3: Tunnelbrug

Een tunnelbrug bestaat in de vorm van een touwtunnel of een kokerbrug. Bij dit type bruggen wordt een afgesloten tunnel gecreëerd, met de bedoeling de doelsoorten tegen predatoren te beschermen. Vele dieren blijken echter boven op de tunnels te lopen zodat deze hun beschermingseffect verliezen (Bax, 2006; Goosem et al., 2008).

Deze tunnels of kokers kunnen opgevuld worden met klimplanten of boomschors om de constructie een natuurlijk karakter te geven. Wordt daarvoor geopteerd, dan moet er voor gezorgd worden dat geen van deze elementen naar beneden kunnen vallen aangezien dit de veiligheid van de automobilisten in gevaar zou brengen. De vulling mag ook niet te zwaar worden zodat de bestaande constructie zijn stabiliteit behoudt (Criel, 2009) en mag een vlotte passage niet verhinderen.

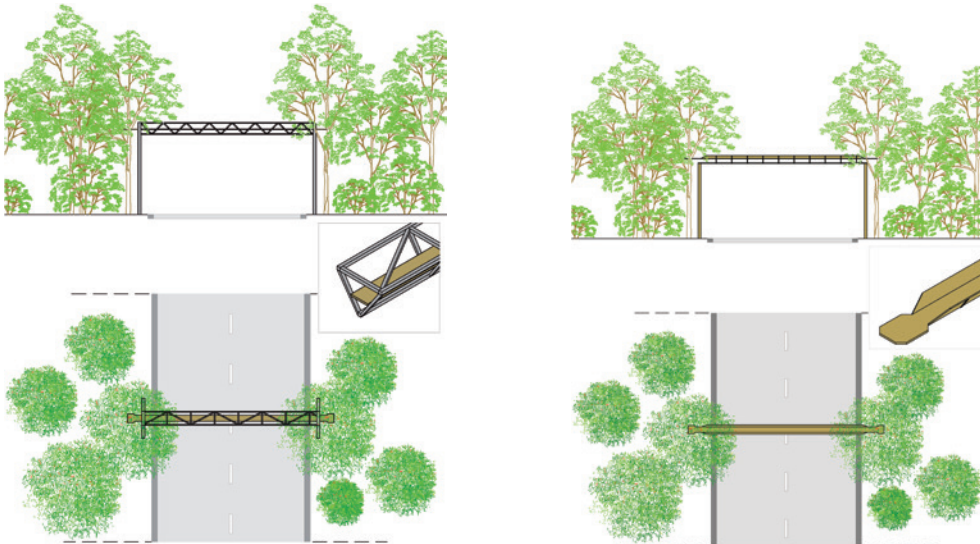
Reeds gebruikte dimensies voor de tunnelbrug zijn 20 op 30 cm (Bax, 2006).



Illustratie van een touwtunnel aan de linkerkant en een kokerbrug aan de rechterkant.

Type 4: Portaal of boomgoot

Dit zijn afgesloten, complexere structuren die beter geschikt zijn voor het overspannen van grotere afstanden. Dit type constructie beschermt de doelsoorten ook het best tegen verstoring door het verkeer: ze hebben meestal een gesloten ondergrond en opstaande randen, waardoor het kunstlicht minder zal binnenvallen. Dit type is eenvoudig te installeren op bestaande portalen over de weg.



Illustratie van een boomgoot aan de linkerkant en een portaal aan de rechterkant.



Complexe portaalbrug voor eekhoorns in Den Haag (Foto: Haasnoot Bruggen B.V. Nederland)

