



ALTERRA

WAGENINGEN UR



# Recreatief medegebruik van ecoducten

Effecten op het functioneren als faunapassage

Alterra-rapport 2097  
ISSN 1566-7197

E.A. van der Grift, J. Dirksen, F.G.W.A. Ottburg en R. Pouwels



---

## Recreatief medegebruik van ecoducten

---

---

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, uitgevoerd in het cluster Ecologische Hoofdstructuur, thema Ruimtelijke kwaliteit EHS en NATURA 2000.  
Projectcode BO-02-005. Cofinanciering is ontvangen van Stichting Het Gooisch Natuurreservaat.

---

---

# Recreatief medegebruik van ecoducten

Effecten op het functioneren als faunapassage

E.A. van der Grift, J. Dirksen, F.G.W.A. Ottburg, R. Pouwels

**Alterra-rapport 2097**

Alterra Wageningen UR  
Wageningen, 2010

---

## Referaat

Van der Grift, E.A., J. Dirksen, F.G.W.A. Ottburg en R. Pouwels, 2010. *Recreatief medegebruik van ecoducten; effecten op het functioneren als faunapassage*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2097. 130 blz.; 54 fig.; 9 tab.; 23 foto's; 46 ref.

In opdracht van het ministerie van LNV is door Alterra, onderdeel van Wageningen UR, onderzoek gedaan naar de effecten van recreatief medegebruik van ecoducten op het ecologisch functioneren van deze ontsnipperende maatregelen. Het onderzoek laat zien dat recreatief medegebruik van een ecoduct voor veel algemeen voorkomende soorten niet leidt tot onverwacht lage gebruiksfrequenties en geen of slechts een beperkt effect heeft op het tijdstip en de manier waarop de ecoducten worden gebruikt, mits het ecoduct voldoende breed is en het ecoduct zorgvuldig is ingericht. Op basis van het onderzoek zijn richtlijnen geformuleerd voor de besluitvorming over het al dan niet openstellen van ecoducten voor recreanten. Tevens zijn richtlijnen opgesteld waaraan het ontwerp en de inrichting van een ecoduct minimaal moet voldoen om recreatief medegebruik mogelijk te maken. Het onderzoek signaleert kennisleemten en doet aanbevelingen voor verder onderzoek.

Trefwoorden: barrièrewerking, ecoduct, fauna, faunapassage, natuurbrug, ontsnippering, recreatie, spoorlijn, verkeersweg, versnippering

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van [www.alterra.wur.nl](http://www.alterra.wur.nl) (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra Wageningen UR verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op [www.boomblad.nl/rapportenservice](http://www.boomblad.nl/rapportenservice).

© 2010 Alterra Wageningen UR, Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland  
Telefoon 0317 48 07 00; fax 0317 41 90 00; e-mail [info.alterra@wur.nl](mailto:info.alterra@wur.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 Wageningen UR.

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

**Alterra-rapport 2097**

Wageningen, november 2010

# Inhoud

Voorwoord	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
1.1 Achtergrond	13
1.2 Bestaande kennis	13
1.3 Doel van het onderzoek	14
1.4 Onderzoeksvragen	14
1.5 Aanpak van het onderzoek	15
1.6 Afbakening onderzoek	16
2 Onderzoekslocaties	19
2.1 Inleiding	19
2.2 Natuurbrug Zanderij Crailoo	19
2.3 Natuurbrug Slabroek	25
3 Methoden	31
3.1 Monitoren gebruik ecoducten door fauna	31
3.2 Monitoren gebruik ecoducten door recreanten	33
3.3 Monitoren zoogdieren in de omgeving	35
3.4 Monitoren tijdstip van passage	40
3.5 Monitoren gebruik faunatunnels door fauna	41
4 Dataverwerking	43
4.1 Soortensamenstelling	43
4.2 Frequentie van het gebruik per soort	43
4.3 Analyse diergedrag op de ecoducten	47
4.4 Correlatie gebruiksfrequentie door recreanten en fauna	48
4.5 Temporele veranderingen in het gebruik door fauna	48
5 Recreatief medegebruik ecoducten	51
5.1 Passages van recreanten op de paden	51
5.2 Recreanten in gesloten deel natuurbrug	55
5.3 Huisdieren op de natuurbrug	57
5.4 Vergelijking met ecoduct zonder recreatief medegebruik	59
6 Resultaten	61
6.1 Soortensamenstelling op de ecoducten	61
6.2 Frequentie van het gebruik per soort	62
6.3 Trefkans per soort	70
6.4 Vergelijking met ecoducten elders in Nederland	72
6.5 Gevonden versus verwacht aantal loopsporen	74

6.6	Stuwingsindex	77
6.7	Looppatronen van soorten	78
6.8	Plaats van passeren op de natuurbrug	84
6.9	Correlatie gebruiksfrequentie door recreanten en fauna	90
6.10	Temporele veranderingen in het gebruik door fauna	93
7	Conclusies	97
8	Richtlijnen recreatief medegebruik op ecoducten	99
8.1	Richtlijnen voor de besluitvorming over het al dan niet openstellen van een ecoduct voor recreanten	99
8.2	Richtlijnen voor ontwerp en inrichting van een ecoduct met recreatief medegebruik	100
9	Aanbevelingen voor verder onderzoek	103
	Dankwoord	105
	Literatuur	107
	<b>Bijlagen</b>	
1	Literatuuronderzoek	111
2	Lengte sporenbedden	115
3	Beslisregels interpretatie diersporen op sporenbedden	117
4	Beslisregels interpretatie diersporen op inktbedden	123
5	Passagefrequenties op ecoducten in Nederland	125



# Voorwoord

Dit rapport richt zich op het vraagstuk in welke mate de functionaliteit van ecoducten als faunapassage verandert als gevolg van recreatief medegebruik. Vooralsnog zijn er in Nederland drie ecoducten waar - overigens nog maar kort - recreatief medegebruik is toegestaan en gefaciliteerd. De maatschappelijke roep om recreatief medegebruik van ecoducten te bevorderen wordt echter steeds sterker. Immers, niet alleen heeft infrastructuur de laatste decennia gezorgd voor toenemende versnippering van leefgebieden van fauna (en ook flora), ook zijn hierdoor steeds meer barrières ontstaan in vooral wandel-, fiets- en ruiterroutes. Bij verschillende nieuw aan te leggen ecoducten worden inmiddels maatregelen genomen om aan die roep tegemoet te komen.

Vanuit de Tweede Kamer is verzocht om recreatief medegebruik van ecoducten toe te staan. De motie van de leden Jacobi en Van Gent verzoekt de regering recreatief medegebruik van ecoducten toe te staan, tenzij zwaarwegend en aantoonbaar natuurbelang zich daartegen verzet. Het is dus goed om vast te stellen wanneer natuur- en recreatief belang met elkaar conflicteren en zich niet te baseren op gevoelsmatige of vooringenomen standpunten. Kennis over de effecten van recreatief medegebruik op het gebruik van de ecoducten door de fauna is daarom onontbeerlijk. Dit onderzoek hoopt bij te dragen aan het vergroten van die kennis.

J.H.H. Reijke en H.C. Visser

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit  
Directie Natuur, Landschap en Platteland



# Samenvatting

## Waarom dit onderzoek?

Ecoducten zijn inmiddels een beproefd middel om de versnippering van de natuur tegen te gaan. Dergelijke faunapassages stellen dieren in staat om wegen en spoorwegen veilig te passeren. Recentelijk dringt zich hierbij steeds vaker de vraag op of dergelijke maatregelen die voor het verbinden van de natuur worden genomen ook voor extensief recreatieve functies, zoals wandelen, fietsen en paardrijden, kunnen worden benut. Om hierover een afgewogen besluit te kunnen nemen is het nodig om inzicht te verkrijgen in de effecten van recreatief medegebruik op het ecologisch functioneren van deze faunavoorzieningen. Tot op heden is hiernaar nog maar weinig onderzoek gedaan. Alle bestaande studies hebben bovendien betrekking op situaties waar de intensiteit van het medegebruik door mensen zeer laag is. Deze studies zijn dan ook niet zomaar te vertalen naar situaties waar sprake is van intensievere vormen van medegebruik.

## Doel van het onderzoek

Het doel van dit onderzoek is om vast te stellen of er een effect is van recreatief medegebruik van ecoducten op het gebruik door dieren. Een tweede doel is om maatregelen te identificeren hoe eventuele negatieve effecten van recreatief medegebruik van ecoducten kunnen worden voorkómen of verminderd. De wens is dat dit een betere onderbouwing mogelijk maakt van keuzes voor het al dan niet, c.q. op welke wijze en onder welke voorwaarden openstellen van ecoducten voor recreanten.

## Scope van het onderzoek

Het onderzoek heeft zich gericht op twee bestaande ecoducten - Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek - waar nu recreatief medegebruik in de vorm van wandelen, fietsen en paardrijden plaatsvindt. Het onderzoek heeft zich beperkt tot de effecten van recreatief medegebruik van ecoducten op middelgrote en grote zoogdieren. We hebben ons daarbij uitsluitend gericht op de direct meetbare effecten van recreatief medegebruik op (1) het aantal passages van de dieren per tijdseenheid, (2) het tijdstip waarop de dieren passeren en (3) de manier waarop de dieren passeren. Lange-termijn effecten, zoals effecten op de overlevingskansen van populaties, blijven buiten beschouwing.

## Bevindingen

*De studies op Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek laten zien dat voor veel algemeen voorkomende soorten recreatief medegebruik van een ecoduct niet leidt tot onverwacht lage gebruiksfrequenties en geen of slechts een beperkt effect heeft op het tijdstip en de manier waarop de ecoducten worden gebruikt, mits het ecoduct voldoende breed is en het ecoduct zorgvuldig is ingericht.*

De bevindingen in meer detail zijn:

*Zijn er soorten aan te wijzen die wel (algemeen) in de omgeving van de ecoducten met recreatief medegebruik voorkomen, maar deze ecoducten toch niet gebruiken?*

Nagenoeg alle soorten die in de omgeving van de Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek zijn waargenomen, zijn ook waargenomen op de ecoducten. Een uitzondering vormt de Steenmarter, die (incidenteel) wel in de omgeving van Natuurbrug Slabroek is geregistreerd maar niet op het ecoduct zelf. Op Natuurbrug Zanderij Crailoo is één soort - de Hermelijn - geregistreerd die niet in de omgeving is

waargenomen. Er zijn geen soorten aan te wijzen die in de omgeving van de ecoducten frequent zijn aangetroffen, maar op de ecoducten ontbreken.

*Wat is de frequentie van het gebruik van de ecoducten met recreatief medegebruik per soort?*

De trefkansen van de soorten op de natuurbruggen met recreatief medegebruik zijn niet per definitie laag. Op Natuurbrug Zanderij Crailoo is de trefkans voor Ree, Konijn en Vos circa 100%. Dit betekent dat deze soorten dagelijks op de natuurbrug kunnen worden aangetroffen. De trefkans voor Haas is op Natuurbrug Zanderij Crailoo circa 80%. Op Natuurbrug Slabroek is de trefkans van Das en Konijn circa 80%.

*Hoe verhoudt deze gebruiksfrequentie zich tot die op ecoducten zonder recreatief medegebruik elders in Nederland?*

Ecoducten met recreatief medegebruik functioneren wat betreft het absolute aantal passages van een soort niet per definitie minder goed als ecoducten zonder recreatief medegebruik. Op Natuurbrug Zanderij Crailoo is het gemiddeld aantal passages per jaar van Ree en Vos hoger dan het landelijk gemiddelde. Ree passeert hier zelfs vaker dan op ieder ander ecoduct in Nederland. Ook Boommarter, Hermelijn en Eekhoorn passeren deze natuurbrug vaker dan gemiddeld. De aantallen zijn voor deze laatste soorten echter (zeer) beperkt waardoor de schattingen van de passagefrequenties een grote mate van onzekerheid kennen. Op Natuurbrug Slabroek is het gemiddeld aantal passages per jaar van Das hoger dan het landelijk gemiddelde. De Das passeert hier zelfs vaker dan op ieder ander ecoduct in Nederland. Ook de Bunzing passeert deze natuurbrug vaker dan gemiddeld. De aantallen zijn voor deze laatste soort echter (zeer) beperkt waardoor de schattingen van de passagefrequenties een grote mate van onzekerheid kennen. Natuurbrug Slabroek functioneert voor veel soorten, behalve Das en Bunzing, minder goed dan Natuurbrug Zanderij Crailoo. Indicierend voor een mogelijk effect van het recreatief medegebruik zijn de lagere passagefrequenties op deze natuurbrug van een aantal soorten, zoals Ree, Konijn en Haas, in vergelijking met ecoducten zonder recreatief medegebruik van dezelfde breedte.

*Hoe verhoudt deze gebruiksfrequentie zich tot het verwachte gebruik op basis van de relatieve dichtheden van de soort in de omgeving?*

Een aantal soorten doen de ecoducten vaker aan dan men zou verwachten op basis van de relatieve dichtheden van de soorten in de omgeving. Op Natuurbrug Zanderij Crailoo betreft dit Ree, Vos, Konijn, Haas, Bunzing en Egel. Op Natuurbrug Slabroek betreft dit Das en Bunzing. Er is voor al deze soorten, hoewel verschillend in omvang, sprake van 'stuwings' van faunabewegingen: er zijn meer dieren op de natuurbrug dan men op basis van toevalligheid zou verwachten. Een aantal andere soorten doen de natuurbrug juist minder vaak aan dan men zou verwachten op basis van de relatieve dichtheden van de soorten in de omgeving. Dit is alleen waargenomen op Natuurbrug Slabroek en betreft Ree, Vos, Haas en Eekhoorn. Er is voor al deze soorten, hoewel verschillend in omvang, sprake van het 'vermijden' van de natuurbrug: er zijn minder dieren op de natuurbrug dan men op basis van toevalligheid zou verwachten. Het optreden van stuwings komt overeen met de verwachtingen en doelstelling om faunabewegingen die vóór de aanleg van de infrastructurele barrière(s) over een groter gebied plaatsvonden te concentreren op het ecoduct. Het optreden van vermijdingsgedrag op Natuurbrug Slabroek indiceert dat de faunapassage voor de betreffende soorten niet optimaal functioneert.

*Leidt recreatief medegebruik van de ecoducten tot veranderingen in de wijze - het looppatroon - waarop de dieren het ecoduct passeren?*

Recreatief gebruik van een natuurbrug kan effect hebben op de manier waarop dieren de natuurbrug passeren. Een vergelijking van de twee onderzoekslocaties met de situatie op Natuurbrug Groene Woud suggereert dat het Ree zich op ecoducten met recreatief medegebruik vaker in draf of galop voortbeweegt dan op een ecoduct zonder recreatief medegebruik. De mate waarin dit gebeurt, lijkt mede bepaald te worden door de dimensies en inrichting van het ecoduct: hoe smaller het ecoduct en hoe minder afscherming van het recreatiedeel, hoe vaker de dieren in draf of galop passeren. De Bunzing lijkt een natuurbrug eerder als

onderdeel van zijn jachtterrein te zien - geïndiceerd door het in sluiptgang passeren - wanneer deze geen recreatief medegebruik kent.

*Leidt recreatief medegebruik van de ecoducten tot veranderingen in de plaats waar de dieren het ecoduct passeren?*

Er is geen effect van recreatief medegebruik van ecoducten aangetoond op de plaats van passeren door de dieren. Er zijn geen indicaties dat de dieren zones vermijden die het dichtst bij het voet-, fiets- en/of ruiterspad liggen of een voorkeur hebben voor zones die juist zo ver mogelijk af liggen van dergelijke paden.

*Is er een verandering in de gebruiksfrequentie door dieren waar te nemen bij een verandering in de intensiteit van het recreatief medegebruik?*

Er is geen sterke correlatie, positief of negatief, tussen het aantal geregistreerde loopsporen van de soorten Ree, Vos, Konijn en Haas op Natuurbrug Zanderij Crailoo en het aantal recreanten dat gebruik maakt van deze natuurbrug. Op drukke dagen zijn er dus min of meer net zo veel dieren op de natuurbrug geregistreerd als op rustige dagen. Een mogelijke verklaring van de zwak positieve correlatie tussen het aantal loopsporen van Ree en het aantal recreanten is dat de dieren in de omgeving van de natuurbrug op drukke dagen naar verwachting vaker verstoord worden, met als gevolg dat de dieren actiever zijn en meer bewegen. Dit kan er wellicht toe leiden dat ook de natuurbrug op dagen met veel recreanten vaker wordt gepasseerd.

*Leidt recreatief medegebruik van de ecoducten tot temporele veranderingen in het gebruik van de ecoducten door dieren?*

Zowel het Ree als middelgrote zoogdieren verschijnen gemiddeld enkele uren later op Natuurbrug Zanderij Crailoo dan op een willekeurig referentieplot in de omgeving van deze natuurbrug. Op dagen met veel recreanten verschijnen de dieren enkele uren later op de natuurbrug dan op dagen met weinig recreanten. Zowel het Ree als de middelgrote zoogdieren lijken dus het moment waarop ze gebruik maken van een natuurbrug te veranderen als gevolg van recreatief medegebruik.

### **Richtlijnen besluitvorming openstellen ecoducten voor recreanten**

Voor de doelsoorten Das, Ree, Vos, Bunzing, Egel, Haas, Konijn is de richtlijn: Verken of aan de randvoorwaarden wat betreft ontwerp en inrichting van een ecoduct met recreatief medegebruik kan worden voldaan. Indien dit zo is, kan recreatief medegebruik als optie in het planproces worden meegenomen. Voor de doelsoorten Boomarter, Eekhoorn, Hermelijn, Steenarter is de richtlijn: Maak een (locatiespecifieke) expertinschatting van het risico dat bij recreatief medegebruik de gestelde doelen voor het gebruik van het ecoduct door de doelsoorten niet worden gehaald. Verken of aan de randvoorwaarden wat betreft ontwerp en inrichting van een ecoduct met recreatief medegebruik kan worden voldaan. Indien de risico's als gering worden geschat en aan de randvoorwaarden voor het ontwerp en de inrichting kan worden voldaan, kan recreatief medegebruik als optie in het planproces worden meegenomen. Voor alle soorten geldt: monitor het gebruik van het ecoduct door de doelsoorten, indien voor recreatief medegebruik wordt besloten.

### **Richtlijnen ontwerp en inrichting**

Voor een ecoduct met recreatief medegebruik zijn de volgende richtlijnen voor ontwerp en inrichting te geven: (1) Stem de breedte van de natuurzone op het ecoduct af op de in de literatuur en handboeken aanbevolen breedte voor ecoducten: 40-60 m; (2) Verbreed het ecoduct met de ruimte die nodig is voor de recreatiezone; (3) Plaats de recreatiezone aan één van de zijanten van het ecoduct; (4) Leg altijd een pad aan voor het recreatief gebruik van het ecoduct - indien meerdere paden nodig zijn, bundel de paden dan; (5) Plaats een menswerend maar faunadoorlatend raster tussen het recreatieve pad en de natuurzone op het ecoduct; (6) Realiseer een goede visuele afscherming tussen het recreatieve pad en de rest van het ecoduct; (7) Realiseer voldoende dekkingbiedende structuren (o.a. stobbenwal) en vegetaties op het ecoduct die schuilmogelijkheden bieden aan passerende dieren.

### **Aanbevelingen voor verder onderzoek**

Wij doen zes aanbevelingen voor verder onderzoek: (1) Het uitvoeren van experimenteel onderzoek op enkele Veluwe ecoducten, waarbij per ecoduct het ecologisch functioneren in de situatie *met* en *zonder* recreanten wordt vergeleken; (2) Het onderzoek herhalen op andere ecoducten - in binnen- en buitenland - met recreatief medegebruik; (3) Het onderzoek uitbreiden naar andere soorten en diergroepen; (4) Het onderzoek op de natuurbruggen Zanderij Crailoo en Slabroek na vijf jaar herhalen; (5) Vergelijkbaar onderzoek doen naar het ecologisch functioneren van ecoducten zonder recreatief medegebruik; (6) Vergelijkbaar onderzoek doen in faunatunnels *met* en *zonder* recreatief medegebruik.

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

Een belangrijk onderdeel voor het succesvol realiseren van de Ecologische Hoofdstructuur en de robuuste verbindingen is het tegengaan van versnippering van de natuur, bijvoorbeeld als gevolg van infrastructuur. Eén van de maatregelen is het aanleggen van ecoducten. Dergelijke faunapassages stellen dieren in staat om wegen en spoorwegen veilig te passeren. Tegelijkertijd is het beleid gericht op het bevorderen van een adequaat aanbod aan mogelijkheden voor openluchtrecreatie (Ministerie van LNV) en het bevorderen van sport en 'bewegen' bij burgers (Ministerie VWS), onder andere door realisatie en beheer van een fijnmazig, landsdekkend netwerk aan wandel-, fiets- en ruiterroutes en het vergroten van de openstelling van natuurgebieden voor recreanten, waar dat verantwoord is (Ministerie van LNV, 2004). Steeds vaker dringt zich hierbij de vraag op of maatregelen die voor het verbinden van de natuur worden genomen, zoals de aanleg van ecoducten, ook voor extensief recreatieve functies, zoals wandelen, fietsen en paardrijden, kunnen worden benut. Om hierover een afgewogen besluit te kunnen nemen is het nodig om inzicht te verkrijgen in de effecten van het openstellen van ecoducten voor recreanten op het ecologisch functioneren van deze faunavoorzieningen.

## 1.2 Bestaande kennis

De manier waarop recreatief medegebruik ingrijpt op het gebruik van ecoducten door dieren is naar verwachting divers en verschilt per diergroep. De belangrijkste aspecten zijn (1) verstoring, (2) beperking van de ruimte voor de dieren door het ruimtebeslag van de recreatieve voorzieningen, (3) aantasting van de kwaliteit van het habitat door betreding, en (4) aantasting van de kwaliteit van het habitat door het toevoegen of onttrekken van stoffen (zie ook Veer en Bregman, 1999).

Uit de wetenschappelijke literatuur blijkt dat er nog weinig bekend is over de effecten van het openstellen van faunapassages voor recreanten op het ecologisch functioneren van deze voorzieningen. Een verkenning van de literatuur leverde acht publicaties op waarin originele onderzoeksresultaten over faunapassages en het effect van recreatief medegebruik zijn gepresenteerd (zie bijlage 1). Het betreft drie studies uit Noord-Amerika en vijf studies uit Europa, waarvan één uit Nederland.

Alle gevonden studies betreffen correlatief onderzoek, waarbij getracht is relaties te leggen tussen het functioneren van een faunapassage en het medegebruik van de voorziening door mensen. De experimentele opzet van deze studies heeft meestal het karakter van een *Control-Impact*-studie: Een vergelijking van het gebruik van faunapassages zonder (of: relatief weinig) recreatief medegebruik (*Control*-situatie) en met (of: relatief veel) recreatief medegebruik (*Impact*-situatie). Experimenteel onderzoek, bij voorkeur in de vorm van een *BACI*-studie (*Before-After-Control-Impact*), ontbreekt voornamelijk.

Alle studies hebben betrekking op situaties waar de intensiteit van het medegebruik door mensen (zeer) laag is (gemiddeld maximaal 2,2 mensen/dag). Deze situaties zijn daarom niet eenvoudig te vergelijken met situaties in Nederland, waar het recreatief medegebruik van voor mensen opengestelde ecoducten gemiddeld enkele tientallen tot enkele honderden passages van mensen per dag betreft.

Ondanks de lage intensiteit van recreatief medegebruik in de gevonden studies zijn er in drie van de acht studies significante negatieve effecten van dit medegebruik op het gebruik door zoogdieren vastgesteld. Bij twee van deze studies is dat negatieve effect overigens van secundair belang; andere factoren, zoals de fysieke kenmerken van de faunapassage en de inrichting van de directe omgeving van de faunapassage, hebben een groter effect op het gebruik van de voorziening door de fauna. In één studie is voor sommige soorten een negatief effect geconstateerd en voor andere soorten geen effect. In drie studies zijn geen effecten (positief of negatief) aangetoond, terwijl in één Noord-Amerikaanse studie een positieve correlatie tussen het gebruik door mensen en het gebruik door een roofdier (Coyote) is vastgesteld.

Hoewel de studies veelal soorten betreffen die niet in Nederland voorkomen en, zoals al opgemerkt, de intensiteit van menselijk medegebruik van de faunapassages in veel gevallen niet vergelijkbaar is met de intensiteit van het medegebruik door mensen in Nederland, geven de studies een indicatie dat wanneer faunapassages voor menselijk gebruik worden opengesteld de kans bestaat dat dit effecten heeft op de mate waarin sommige soorten de faunapassage gaan gebruiken.

### **1.3 Doel van het onderzoek**

Doel van dit onderzoek is om vast te stellen of er een effect is van recreatief medegebruik van ecoducten op het gebruik door dieren. Doel van het onderzoek is tevens om maatregelen te identificeren hoe eventuele negatieve effecten van recreatief medegebruik van ecoducten kunnen worden voorkómen of verminderd.

Het onderzoek sluit aan op vragen in de 'Wandelnota' (Duijvendak, 2004) en Kamervragen van Duijvendak (d.d. 15 april 2005), Kruijssen (d.d. 8 november 2005) en Koopmans en Schreijer-Pierik (d.d. 15 februari 2008) omtrent het opheffen van de barrièrewerking van rijksinfrastructuur voor wandelaars en de mogelijkheden voor recreatief medegebruik van ecoducten (zie ook Bertola, 2006). Vanuit de Tweede Kamer is inmiddels verzocht om recreatief medegebruik van ecoducten toe te staan. De motie van de leden Jacobi en Van Gent (d.d. 8 december 2009) verzocht de regering recreatief medegebruik van ecoducten toe te staan, tenzij zwaarwegend en aantoonbaar natuurbelang zich daartegen verzet. Ook vanuit de plan- en besluitvormingspraktijk van (robuuste) faunamaatregelen bij spoor- en verkeerswegen, al dan niet in het kader van het Meerjarenprogramma Ontsnippering (Anonymus, 2004), is meer kennis over de effecten van recreatief medegebruik urgent. De wens is dat het onderzoek een betere onderbouwing mogelijk maakt van keuzes voor het al dan niet, c.q. op welke wijze en onder welke voorwaarden openstellen van ecoducten voor recreanten.

### **1.4 Onderzoeksvragen**

Op basis van de gekozen aanpak - een *beschrijvende* in plaats van een *experimentele* studie op twee ecoducten waar recreatief medegebruik inmiddels plaatsvindt (zie paragraaf 1.5) - zijn de volgende specifieke onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Zijn er soorten aan te wijzen die wel (algemeen) in de omgeving van de ecoducten met recreatief medegebruik voorkomen, maar deze ecoducten toch niet gebruiken?
2. Wat is de frequentie van het gebruik van de ecoducten met recreatief medegebruik per soort?
3. Hoe verhoudt deze gebruiksfrequentie zich tot die op ecoducten zonder recreatief medegebruik elders in Nederland?
4. Hoe verhoudt deze gebruiksfrequentie zich tot het verwachte gebruik op basis van de relatieve dichtheden van de soort in de omgeving?
5. Leidt recreatief medegebruik van de ecoducten tot veranderingen in de wijze - het looppatroon - waarop de dieren het ecoduct passeren?



6. Leidt recreatief medegebruik van de ecoducten tot veranderingen in de plaats waar de dieren het ecoduct passeren?
7. Is er een verandering in de gebruiksfrequentie door dieren waar te nemen bij een verandering in de intensiteit van het recreatief medegebruik?
8. Leidt recreatief medegebruik van de ecoducten tot temporele veranderingen in het gebruik van de ecoducten door dieren?
9. Welke richtlijnen zijn er te geven voor de besluitvorming over het al dan niet openstellen van een ecoduct voor recreanten?
10. Welke richtlijnen zijn er te geven voor het ontwerp en de inrichting van een ecoduct als deze voor recreatief medegebruik zal worden opengesteld?

## 1.5 Aanpak van het onderzoek

Om de vragen omtrent de effecten van recreatief medegebruik van ecoducten op het ecologisch functioneren van deze faunapassages te beantwoorden is idealiter een experimentele aanpak gewenst conform het BACI-principe (*Before-After-Control-Impact*). In een dergelijk experiment wordt het gebruik door fauna op één of meerdere ecoducten gedurende een periode *zonder* en een periode *met* recreatief medegebruik gemeten, terwijl één of meerdere andere ecoducten als controle dienen, d.w.z. geen recreatief medegebruik kennen voor de hele onderzoeksperiode. Door vergelijking van de gegevens kan aldus een effect, indien aanwezig, van recreatief medegebruik op het gebruik van de ecoducten door fauna worden aangetoond. Dergelijk experimenteel onderzoek zou binnen Nederland goed kunnen worden uitgevoerd op de Veluwe (zie ook hoofdstuk 9), echter, het tijdelijk openstellen van deze ecoducten stuitte tijdens de voorbereidingen van dit onderzoek vooralsnog op bezwaren bij één van de betreffende terreinbeheerders (zie ook Anonymus, 2009).

Als studieopzet is daarom gekozen voor het monitoren van twee bestaande ecoducten waar in de huidige situatie recreatief medegebruik - in de vorm van wandelen, fietsen en paardrijden - plaatsvindt. De monitoring richt zich hierbij primair op het vaststellen welke diersoorten gebruik maken van het ecoduct en hoe frequent dit gebruik is. Deze informatie over het gebruik op de voor recreanten opengestelde ecoducten wordt vergeleken met bestaande gegevens over het gebruik van voor recreanten gesloten ecoducten elders in het land. Dit om een indicatie te krijgen hoe het gebruik op de ecoducten met recreatief medegebruik zich verhoudt tot het gebruik in min of meer ongestoorde situaties. Daarnaast zijn de looppatronen onderzocht van de dieren die de ecoducten met recreatief medegebruik passeren. Deze looppatronen op de ecoducten zijn vergeleken met de looppatronen in de omgeving van de ecoducten om te achterhalen of de dieren zich tijdens het passeren van de ecoducten anders gedragen. Tevens zijn de looppatronen op de ecoducten met recreatief medegebruik vergeleken met de looppatronen van dezelfde soorten op een ecoduct - Natuurbrug Groene Woud - dat voor recreanten gesloten is. Tenslotte is ook onderzocht of er een wetmatigheid te ontdekken is in de plaats waar de dieren de ecoducten met recreatief medegebruik passeren. Opnieuw wordt hierbij een vergelijking gemaakt met een voor recreanten gesloten ecoduct: Natuurbrug Groene Woud.

Door niet alleen het gebruik door dieren te monitoren, maar ook het gebruik door recreanten is tevens onderzocht of er een correlatie is tussen het gebruik door dieren van de ecoducten met recreatief medegebruik en de intensiteit van de recreantenstroom over de ecoducten. Men kan immers veronderstellen dat ingeval diersoorten hinder ondervinden van het medegebruik door recreanten de passagefrequentie van dieren toeneemt als die van de recreanten afneemt. In de studieopzet is tevens voorzien in het vergelijken van het tijdstip waarop dieren gebruik maken van de ecoducten en het tijdstip waarop dieren actief zijn in de omliggende terreinen. De gedachte hierbij is dat het gebruik van de ecoducten door de dieren vooral zal plaatsvinden op momenten dat er geen recreanten passeren en dat dit later in de avond c.q. vroeger in de ochtend is dan het gebruik van de omliggende terreinen waar de afstand tussen dier en recreant veelal groter is dan op het ecoduct. Tevens is onderzocht of er een correlatie is tussen het tijdstip dat de dieren de

ecoducten passeren en de intensiteit van de recreantenstroom over de ecoducten. De veronderstelling hierbij is dat de dieren op een later tijdstip passeren op dagen dat er veel recreanten zijn in vergelijking met dagen waarop weinig recreanten gebruik maken van de ecoducten.

Op basis van de onderzoeksresultaten is vervolgens een aantal praktische richtlijnen geformuleerd die tijdens de plan- en besluitvorming van toekomstige ecoducten moeten helpen bij het maken van afgewogen keuzes voor het al dan niet, c.q. op welke wijze en onder welke voorwaarden openstellen van de ecoducten voor recreanten. Tenslotte is een korte analyse gemaakt van de belangrijkste beperkingen van dit onderzoek en zijn aanbevelingen voor verder onderzoek uitgewerkt.

## **1.6 Afbakening onderzoek**

### **Afbakening effecten**

We beperken ons in dit onderzoek tot de direct meetbare effecten van recreatief medegebruik op het aantal passages van de dieren per tijdseenheid, het tijdstip waarop de dieren passeren en de manier waarop de dieren passeren. Lange-termijn effecten blijven buiten beschouwing. Zo kan verstoring van de dieren leiden tot energieverlies, bijvoorbeeld wanneer de dieren vluchtgedrag vertonen, of een vermindering van de energieopname, bijvoorbeeld als de verstoring leidt tot het onderbreken van foerageergedrag of een verschuiving in terreingebruik naar minder optimaal foerageergebied veroorzaakt. De verstoring kan er ook toe leiden dat sommige delen van het terrein, wellicht essentieel voor bepaalde activiteiten (e.g. voortplanting, grootbrengen jongen, mineralenopname), minder of helemaal niet meer (kunnen) worden gebruikt. Een verminderde uitwisseling tussen (deel)populaties kan leiden tot een verlies aan genetische uitwisseling, waardoor de genetische variatie in de populatie afneemt. Dit alles kan leiden tot een aantasting van de conditie van de dieren en daarmee de overlevingskans en het voortplantingssucces verkleinen. Uiteindelijk kan dit effect hebben op de levensvatbaarheid van de (lokale) populatie en het voortbestaan van de soort in het betreffende gebied. Het lokaal verdwijnen van een soort kan vervolgens weer consequenties hebben voor de soortengemeenschap en processen in het ecosysteem (zie ook Joslin en Youmans, 1999; Taylor en Knight, 2003).

### **Afbakening onderzoeksoorten**

We beperken ons in dit onderzoek tot de effecten van recreatief medegebruik van ecoducten op middelgrote en grote zoogdieren. Soorten uit deze diergroep zijn gevoelig gebleken voor de aanwezigheid van mensen in natuurgebieden (Van den Ham en Peltzer, 1995, Smit, 2001, De Boer et al., 2004, Stankowich, 2008). De vluchtinitiatie-afstand van deze soorten - i.e. de afstand van mens tot dier waarbinnen de dieren vluchtgedrag vertonen - is relatief groot en overstijgt veelal de breedte van een ecoduct (tabel 1.1). Dier en mens tegelijkertijd op een ecoduct lijkt voor deze soorten dan ook een probleem. Daarnaast is er voor deze groep van soorten - en dan vooral de hoefdieren - vastgesteld dat de dieren gebieden mijden die (intensief) recreatief worden gebruikt, zelfs als dat gebruik zich beperkt tot de dag en de dieren vooral actief zijn gedurende de nacht (zie Ten Hoedt, 2001). In dit verband ligt het voor de hand dat als er een effect is van recreatief medegebruik van ecoducten op het gebruik door dieren, dit effect het eerst kan worden aangetoond voor deze (gevoelige) diergroep.

**Tabel 1.1**

Vluchtinitiatie-afstanden (in meters) voor recreanten van enkele middelgrote en grote zoogdiersoorten in verschillende terreintypen (bron: Uittenboogaard, 1970 in Van den Ham en Peltzer 1995; De Boer et al., 2004).

Soort	Open terrein	Halfopen terrein	Gesloten terrein
<i>Grote zoogdieren</i>			
Edelhert	150	50-75	
Damhert	40		30
Ree	50-100*	40	30-80*
<i>Middelgrote zoogdieren</i>			
Konijn	100		30
Haas	55		
Eekhoorn			12

\* Afhankelijk van wel of geen jacht (zie De Boer et al., 2004).

Hiermee willen wij niet impliceren dat recreatief medegebruik geen effect heeft op andere diergroepen, zoals kleine zoogdieren, reptielen, amfibieën en insecten. Zo kan betreding van een ecoduct door mensen leiden tot aantasting van de bodem en vegetatie, waardoor het gebruik van de faunapassage door de soorten uit deze diergroepen afneemt of zelfs geheel wordt verhinderd. Verstoring speelt voor deze diergroepen naar verwachting een ondergeschikte rol (zie ook Smit, 2001). De vluchtinitiatie-afstanden van deze soorten zijn vele malen kleiner dan die voor middelgrote en grote zoogdieren - tot enkele meters. Het gelijktijdig gebruik van een ecoduct door mens en dier is voor deze soorten naar verwachting dan ook een minder groot probleem mits betreding van het natuurlijk biotoop wordt tegengegaan en er voldoende afstand kan worden gecreëerd tussen de plek waar mens en dier passeren. In dit onderzoek is er daarom de voorkeur aan gegeven om ons te richten op de groep middelgrote en grote zoogdieren.



## 2 Onderzoekslocaties

### 2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de onderzoekslocaties beschreven. Als onderzoekslocaties zijn gekozen *Natuurbrug Zanderij Crailoo* en *Natuurbrug Slabroek*. Bij aanvang van het onderzoek (januari 2007) waren dit de enige ecoducten in Nederland die recreatief medegebruik kenden.<sup>1</sup> Tabel 2.1 geeft een overzicht van de belangrijkste kenmerken van beide onderzochte ecoducten.

**Tabel 2.1**

*Kenmerken van de geselecteerde onderzoekslocaties.*

Onderzoekslocatie	Jaar van opening	Barrières die worden gepasseerd	Aantal kunstwerken	Lengte (m)	Breedte (m)	Recreatief medegebruik
Natuurbrug Zanderij Crailoo	2006	1. Tweebaans provinciale weg (N254) met fietspad 2. Spoorlijn Hilversum-Bussum (dubbelspoor) 3. Bedrijventerrein 4. Ontsluitingsweg sportpark	2	800	50	1. Wandelaars 2. Fietsers 3. Ruiters  <i>Voorziening:</i> - Halfverhard voet-/fietspad - Onverhard ruiterspad
Natuurbrug Slabroek	2003	1. Vierbaans snelweg (A50) 2. Tweebaans provinciale weg (N265) met fietspad 3. Onverharde bosweg	1	100	15	1. Wandelaars 2. Fietsers 3. Ruiters  <i>Voorziening:</i> - Verhard voet-/fiets-/ruiterspad

### 2.2 Natuurbrug Zanderij Crailoo

Natuurbrug Zanderij Crailoo ligt tussen Hilversum en Bussum in de provincie Noord-Holland. De natuurbrug heeft als doel de natuurgebieden van de Vechtstreek, de 's-Gravelandse Buitenplaatsen en het Spanderswoud te verbinden met de heidevelden van het Gooi en de natuurgebieden van de Utrechtse Heuvelrug. Natuurbrug Zanderij Crailoo en de omliggende natuurterreinen zijn alle in beheer bij het Goois Natuurreservaat.

#### 2.2.1 Ontwerp en inrichting

De natuurbrug is, inclusief de toelopen, circa 800 m lang en varieert in breedte van circa 50 tot 100 m. De natuurbrug bestaat feitelijk uit twee kunstwerken die precies in het verlengde van elkaar liggen (figuur 2.1; foto 1). Eén daarvan overbrugt de provinciale weg N524 (Naarderweg) (30 m lang, 50 m breed), terwijl het

<sup>1</sup> In 2007 is een derde ecoduct gereed gekomen, waar behalve fauna ook recreanten gebruik van kunnen maken: Natuurbrug Waterloo over de A73-Zuid nabij Beesel.

andere kunstwerk over de spoorlijn Hilversum-Bussum en een bedrijventerrein (spoorassemblage) gaat (130 m lang, 50 m breed). Het eerstgenoemde kunstwerk duiden we verder in deze rapportage aan als *Ecoduct Naarderweg*; het laatstgenoemde kunstwerk als *Ecoduct Spoor*. Op beide kunstwerken zijn langs de noord- en zuidrand van de natuurbrug circa zes m brede grondwallen aangelegd om licht- en geluidverstooring vanaf de provinciale weg, de spoorlijn en het bedrijventerrein te beperken. Op het bedrijventerrein zijn de lichtarmaturen die het dichtst bij Ecoduct Spoor zijn gesitueerd, voorzien van kappen om directe bestraling van het Ecoduct Spoor tegen te gaan.

Tussen beide kunstwerken ligt een 'tussengebied' dat als natuurgebied is ingericht met waterpartijen, grasland en bos (figuur 2.1). Ter hoogte van het tussengebied is een 1 m hoog draadraster aangebracht als afscheiding tussen de natuurbrug en het noordelijk deel van het tussengebied. Een 2 meter hoog wildraster (maaswijdte 15x15 cm) vormt een afscheiding tussen de natuurbrug en het zuidelijk deel van het tussengebied. Een insprongvoorziening maakt het hier mogelijk dat Reeën die in het zuidelijke tussengebied terecht zijn gekomen, de natuurbrug kunnen bereiken.



**Foto 1**

*Natuurbrug Zanderij Crailoo kort na de aanleg (© Goois Natuurreservaat).*



**Figuur 2.1**

*Natuurbrug Zanderij Crailoo. A = Eoduct Naarderweg; B = Eoduct Spoor; T = Tussengebied.*

Over de gehele lengte van 800 m, is de noordelijke helft voorzien van een leeflaag van zwarte grond (humushoudend) en de zuidelijke helft van zand. Zand en grond zijn afkomstig uit het Gooi: respectievelijk Zanderij Crailoo en Zanderij Cruijsbergen. Het natuur- en landschapsplan voor Zanderij Crailoo, waar de natuurbrug onderdeel van uitmaakt, gaat uit van een toekomstige bosbedekking aan de noordzijde van de

natuurbrug - vandaar de toepassing van een leeflaag van zwarte grond - en een mozaïek van heide, heischraal grasland en open zand op de zuidelijke helft. Ter vergroting van de variatie aan milieumomstandigheden zijn ook leemplekken aangebracht op de zuidhelling westelijk van Ecoduct Naarderweg evenals over de gehele breedte westelijk van Ecoduct Spoor.

Op zowel de oostelijke als westelijke toeloop is een poel aangelegd (respectievelijk met oppervlak van circa 200 m<sup>2</sup> en 400 m<sup>2</sup>; diepte circa 1,5 m) die jaarrond waterhoudend is (foto 2). Deze poelen liggen langs de noordelijke rand van de natuurbrug. Ook in het zandlichaam tussen Ecoduct Spoor en Ecoduct Naarderweg is een poel aangelegd, maar deze is niet permanent waterhoudend. Tussen de poelen aan de oost- en westkant van de natuurbrug is over de gehele lengte van de natuurbrug een leemgreppel (breedte 0,4-0,8 m; diepte 0,05-0,25 m) aangebracht om zodoende een doorlopende zone met vochtige tot natte biotopen te creëren.



**Foto 2**

*Natuurbrug Zanderij Crailoo in augustus 2007, gezien vanuit het westen, met op de voorgrond de poel op de toeloop naar het ecoduct over de Naarderweg (© F. Ottburg).*

Met de aanleg van lage zandheuvels (tot 0,5 m hoog) is op de natuurbrug microreliëf aangebracht (foto 3). De vegetatie op de natuurbrug bestaat voornamelijk uit open zand, droog grasland, vochtige ruigten en lage struweelvegetatie. Verspreid over de natuurbrug zijn boomstobben neergelegd om kleine diersoorten schuilplaatsen te bieden. Het aanbrengen van stobben en zandheuvels op de ecoducten Naarderweg en Spoor is beperkt door de belastingseisen van de brugdekken.

Op de noordelijke helft van de natuurbrug - in de bodem van zwarte grond - heeft bosaanleg plaatsgevonden en is struweel van struiksoorten aangebracht. Deze begroeiingen zijn van recente datum en nog beperkt ontwikkeld tot een hoogte van maximaal 2-3 m. In de zuidelijke zandige zone is maaisel van een naburig heidegebied uitgestrooid en licht ingewerkt. Tijdens de looptijd van dit onderzoek is hier vooral sprake van een begroeiing van een heischrale graslandvegetatie met plaatselijk brem. Ook is er nog sprake van onbegroeide



delen. De recreatieve paden - een combinatiepad voor wandelaars en fietsers en ernaast een ruitpad - zijn gebundeld en aangelegd in de te ontwikkelen bos- en struweelzone aan de noordzijde van de natuurbrug en aan weerszijden voorzien van een circa 1 m hoog raster. Op de westelijke toeloop was tijdens de gehele looptijd van het onderzoek een uitkijktoren aanwezig (foto 3). In de zomer 2008 is deze gesloten voor gebruik door het publiek en naderhand afgebroken.



**Foto 3**

*Het ecoduct over de Naarderweg, gezien vanuit het oosten. Op de achtergrond de uitkijktoren (© F. Ottburg).*

Zowel aan de oost- als westzijde van de kunstwerken zijn zandlichamen aangebracht die ervoor zorgen dat de natuurbrug, gelegen in een voormalige zandafgraving (Zanderij Crailoo), op maaiveldniveau aansluit op de omliggende bos- en heidegebieden. Aan de oostkant sluit de natuurbrug aan op de Bussummerheide. Aan de westkant sluit de natuurbrug aan op het Spanderswoud. Aan de oostkant doorsnijdt de toeloop van de natuurbrug een sportpark met tennis-, hockey- en golfterreinen. Een deel van het golfterrein is in de lage delen van de oostelijke toeloop van de natuurbrug geïntegreerd. Aan de westkant doorsnijdt de toeloop van de natuurbrug een natuurontwikkelingsgebied met waterpartijen en graslanden (foto 4). Dit gebied is ten zuiden van de westelijke toeloop naar de natuurbrug opengesteld voor publiek. Het terrein aan de noordzijde van de westelijke toeloop is gesloten voor publiek.



**Foto 4**

*Natte natuur in ontwikkeling rondom de natuurbrug in Zanderij Crailoo (© J. Nicolay).*

Op circa 100 m afstand van de westelijke toeloop van de natuurbrug ligt een lokale weg (Bussummergrintweg). Direct in het verlengde van de natuurbrug is onder deze weg een buisvormige faunatunnel aangebracht (diameter 0,85 m; lengte 26 m). Daarnaast is deze weg voorzien van twee brede faunapassages voor amfibieën, reptielen en kleine zoogdieren en vier smalle amfibietunnels. Rond zowel de oostelijke als westelijke toeloop is een 1 m hoog draadraster aangelegd om betreding van de natuurbrug te voorkomen door de runderen en heideschappen die in de aanliggende bos- en heideterreinen uit beheersoverwegingen worden ingezet. Ter afscherming van de Naarderweg, de spoorlijn en het bedrijfsterrein zijn 2 m hoge wildkerende rasters geplaatst.

### **2.2.2 Recreatief medegebruik**

De natuurbrug is opengesteld voor wandelaars, fietsers en ruiters tussen zonsopkomst en zonsondergang. Honden zijn niet toegestaan. Aan de noordzijde van de natuurbrug is een halfverhard voet-/fietspad (breedte 2,7 m) en een onverhard ruiterspad (breedte 1,6 m) aangelegd (foto 5). Tussen deze paden en de rest van de natuurbrug is een smalle strook (2,5-6 m) met struweelbeplanting en een circa 1 m hoog draadraster aangebracht. In het tussengebied is in deze strook tevens een aardenwal (hoogte 1 m) aangebracht ter afscheiding van de recreatieve paden en de natuurzone op de natuurbrug.



**Foto 5**

*Het fiets-voetpad en ruiterspad op Natuurbrug Zanderij Crailoo in juli 2009 (© E. van der Grift).*

## **2.3 Natuurbrug Slabroek**

Natuurbrug Slabroek ligt tussen Uden en Nistelrode in de provincie Noord-Brabant. De natuurbrug heeft als doel de heide-, bos- en graslandgebieden van de Maashorst aan weerszijden van rijksweg A50 met elkaar te verbinden. Natuurbrug Slabroek en de omliggende natuurterreinen van de Maashorst zijn in beheer bij Staatsbosbeheer.

### **2.3.1 Ontwerp en inrichting**

De natuurbrug bestaat uit één kunstwerk dat, behalve de A50, ook een parallel gelegen provinciale weg (Udenseweg - N265) en een onverharde bosweg overbrugt (foto 6). Het kunstwerk is 100 m lang en 15 m breed. De toelopen van de natuurbrug zijn circa 200 m lang, 70 m breed en hebben een helling van circa 1:20. Op circa 250 m afstand van de natuurbrug is aan de voet van de oostelijke toeloop een poel aangelegd (oppervlak 50 m<sup>2</sup>; diepte 1,5 m) die jaarrond waterhoudend is. Over de gehele lengte van de natuurbrug en toelopen is een leemgreppel (breedte 0,4-0,8 m; diepte 0,05-0,25 m) aangebracht om zodoende een doorlopende zone met vochtige tot natte biotopen te creëren. De natuurbrug kent verder weinig microreliëf. De vegetatie op de natuurbrug bestaat voornamelijk uit grasland en vochtige tot droge ruigten (foto 7). Verspreid over de natuurbrug zijn op vier plaatsen houten barrières gemonteerd om betreding van de natuurzone door twee- en vierwielers te belemmeren. Op het kunstwerk zijn op de betonnen noord- en zuidrand circa 1,5 m hoge houten schermen geplaatst om licht- en geluidversterking vanaf de rijksweg en provinciale weg te beperken.



**Foto 6**

*Natuurbrug Slabroek overspant de Udenseweg, A50 en een onverharde bosweg (© E. van der Grift).*

Aan beide zijden van de natuurbrug zorgen wildkerende rasteren voor geleiding van de dieren richting de natuurbrug en afscherming van de verkeerswegen. Aan de oostzijde van de natuurbrug betreft het een 1,7 m hoog combinatieraster: tot 1 m hoogte een fijnmazig kleinwildraster (maaswijdte 2,5x5,1 cm) en daarboven een grofmazig reewildraster (maaswijdte 15x15 cm). Het kleinwildraster is tot 0,3 m beneden maaiveld ingegraven en buigt op die diepte circa 0,3 m terug richting de wildzijde. Aan de westzijde van de natuurbrug betreft het een 1,7 m hoog reewildraster (maaswijdte 15x15 cm) ten westen van de Udenseweg. Aan de westzijde van de natuurbrug is een apart kleinwildraster (maaswijdte 2,5x5,1 cm) aangelegd tussen de Udenseweg en A50. Ook dit kleinwildraster is tot 0,3 m beneden maaiveld ingegraven en buigt op die diepte circa 0,3 m terug richting de wildzijde.



**Foto 7**

*De begroeiing op Natuurbrug Slabroek is laag en bestaat vooral uit grasland en droge tot vochtige ruigtevegetaties (© E. van der Grift).*

### **2.3.2 Recreatief medegebruik**

De natuurbrug is opengesteld voor wandelaars, fietsers en ruiters tussen zonsopkomst en zonsondergang. Honden zijn toegestaan. Aan de oostkant passeert de toeloop van de natuurbrug een hondentrainingsterrein. Op de natuurbrug is aan de zuidzijde van het kunstwerk een verhard voet-/fiets-/ruiterpad (breedte 2 m) aangelegd (foto 8). Tussen dit pad en de rest van de natuurbrug ligt de vochtige leemgreppel. Er is geen afscheiding in de vorm van opgaande beplanting en/of een raster tussen het recreatieve pad en de natuurzone op de natuurbrug. De bosgebieden die direct aan de oost- en westzijde van de natuurbrug liggen zijn opengesteld voor publiek.



**Foto 8**

*Natuurbrug Slabroek is 15 m breed. Voor recreanten is aan de zuidzijde van het ecoduct een 2 m breed, verhard pad aangelegd (© E. van der Grift).*

### **2.3.3 Overige faunapassages**

Naast de natuurbrug zijn er tussen Uden en Nistelrode onder rijksweg A50 nog zeven andere faunapassages aangelegd, zes dassentunnels en één ecoduiker. De dassentunnels zijn 'H-vormig' met telkens twee buisvormige toegangen (diameter 0,3 m) aan iedere kant van de rijksweg (foto 9). Deze toegangen liggen parallel aan de rijksweg en leiden de dieren omlaag (helling 1:3) naar een inspectieput waarvandaan de dieren via een buis (diameter 0,4 m; lengte 50-70 m) naar de andere kant van de rijksweg kunnen komen. De ecoduiker is een 1,5 m brede en circa 50 m lange betonnen duiker met aan de zuidwand een 0,5 m brede betonnen looprichel, net boven het maximum stuwpeil (foto 10).

In aansluiting op de dassentunnels en ecoduiker onder rijksweg A50 zijn tevens faunapassages aangelegd onder de Udenseweg. Het betreft twee dassentunnels en drie amfibietunnels. De ene dassentunnel is in ontwerp gelijk aan die onder de A50 (H-vormig; lengte circa 40 m), de ander is een rechte buis (diameter 0,4 m; lengte circa 25 m). De amfibietunnels zijn rechthoekig van vorm (0,5 m breed; 0,4 m hoog) en zijn afgedekt met een betonnen rooster (foto 11).



**Foto 9**

*Eén van de toegangen tot een H-vormige dassentunnel onder de A50 (© E. van der Grift).*



**Foto 10**

*De ecoduiker met looprichel onder de A50 (© E. van der Grift).*



**Foto 11**

*Eén van de amfibietunnels onder de Udenseweg (© E. van der Grift).*





## 3 Methoden

### 3.1 Monitoren gebruik ecoducten door fauna

Het gebruik van de ecoducten door middelgrote en grote zoogdieren is op beide onderzoekslocaties onderzocht met behulp van sporenbedden. Een sporenbed is een zandstrook die over de hele breedte van het ecoduct, met uitzondering van de recreatieve paden, is aangebracht en waarin passerende dieren hun pootafdrukken achterlaten (foto 12). De sporenbedden zijn 2 m breed, 15 cm dik en bestaan uit leemloos zand. Onder het zand is worteldoek aangebracht om (snelle) ingroei van kruiden te voorkomen.



**Foto 12**

*Sporenbed aan de oostkant van Natuurbrug Zanderij Crailoo, kort na de aanleg in mei 2007 (© F. Ottburg).*

Op de Natuurbrug Zanderij Crailoo zijn vier sporenbedden aangebracht: twee aan de uiteinden van het kunstwerk over de spoorlijn en het bedrijventerrein (sporenbed A en B) en twee aan de uiteinden van het kunstwerk over de Naarderweg (sporenbed C en D). De sporenbedden zijn geïnventariseerd in de periode 29 mei 2007 - 30 oktober 2008. In deze periode zijn op Natuurbrug Zanderij Crailoo in totaal 347 inventarisatierondes uitgevoerd; gemiddeld vier tot vijf inventarisaties per week (tabel 3.1). De inventarisaties zijn doorgaans op alle weekdays uitgevoerd en tweewekelijks ook op zaterdag.

Op Natuurbrug Slabroek zijn twee sporenbedden aangebracht: één aan de oostkant en één aan de westkant van de natuurbrug. De sporenbedden zijn geïnventariseerd in de periode 23 augustus 2007 - 26 september 2008. In deze periode zijn op Natuurbrug Slabroek in totaal 192 inventarisatierondes uitgevoerd; gemiddeld

drie tot vier inventarisaties per week (tabel 3.1). De inventarisaties zijn doorgaans op alle weekdays en op zondag uitgevoerd. De inventarisaties zijn op beide ecoducten in principe in de ochtend uitgevoerd om het verwaaien/verregenen van sporen zo veel als mogelijk te voorkomen.

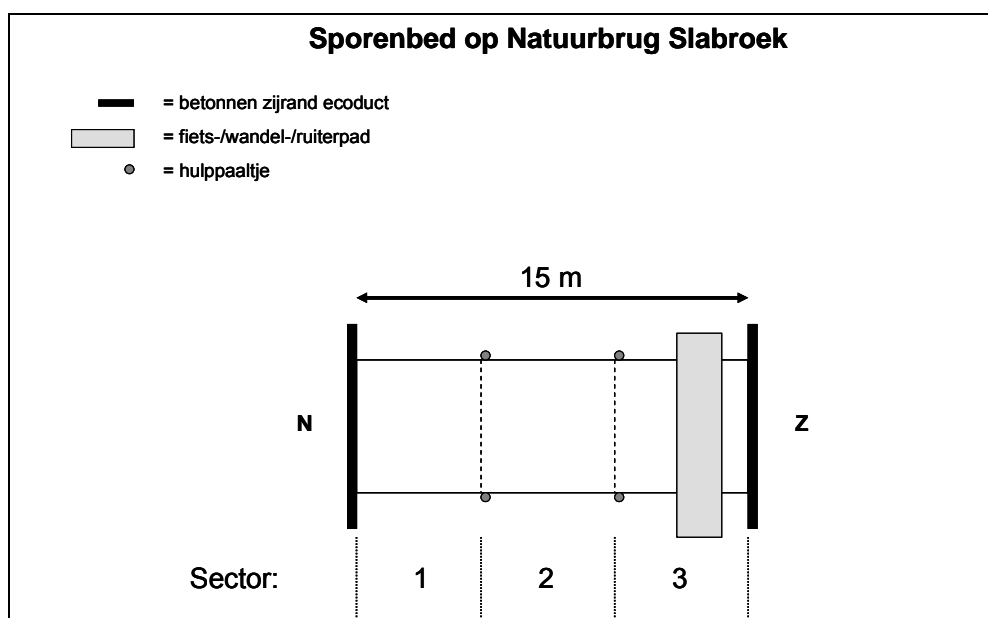
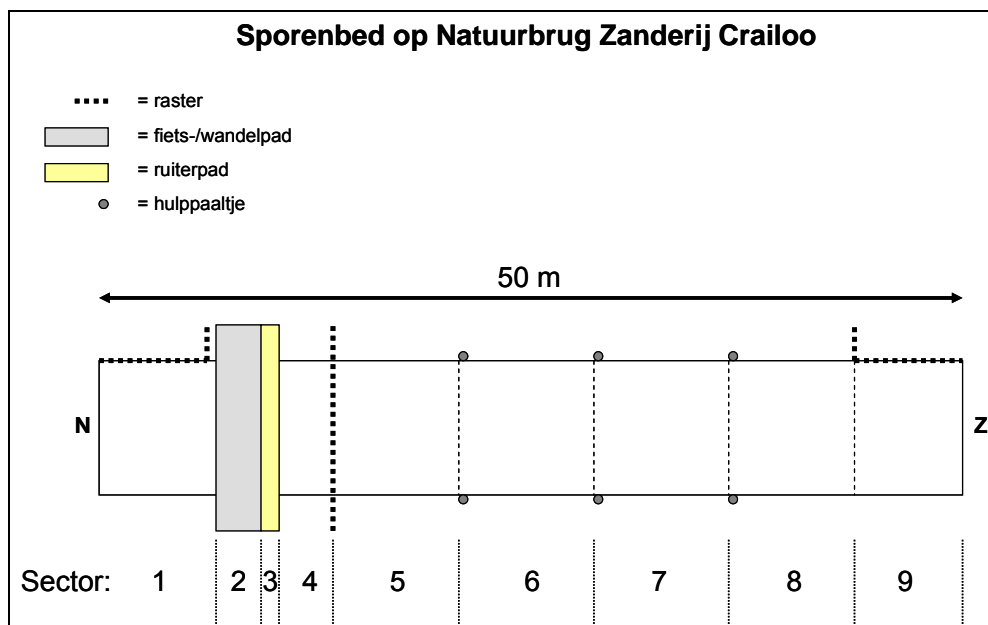
**Tabel 3.1**

*Het aantal opnamen op Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek per jaar en per zoogdiergroep.*

Jaar	Aantal opnamen	Aantal ongeschikte opnamen	Aantal geschikte opnamen grote zoogdieren	Aantal geschikte opnamen middelgrote zoogdieren
<i>Natuurbrug Zanderij Crailoo</i>				
2007	155	1	154	127
2008	192	6	186	168
Alle jaren	347	7	340	295
<i>Natuurbrug Slabroek</i>				
2007	76	3	73	65
2008	116	16	100	86
Alle jaren	192	19	173	151

Tijdens iedere inventarisatieronde zijn de diersporen op de zandbedden tot op soort gedetermineerd en in kaart gebracht. Bij de identificatie van de diersporen is gebruik gemaakt van Lange et al. (2003), Van Diepenbeek (2003) en Bang en Dahlstrøm (2004). Sporen van Hermelijn en/of Wezel bleken niet altijd tot op soortniveau te determineren. In die gevallen zijn de sporen geregistreerd als 'kleine marter'. Bij de kartering is aangegeven in welke richting het dier zich bewoog en in welke sector van het sporenbed het dier passeerde (figuur 3.1). Er zijn vier looprichtingen onderscheiden: oost-west (O-W), west-oost (W-O), oost-oost (O-O) en west-west (W-W). De looprichtingen O-O en W-W zijn toegekend aan sporen van dieren die het sporenbed aan dezelfde zijde verlaten hebben, respectievelijk de oost- en westkant, als waar zij deze betraden. Wanneer een dier tijdens het passeren van een sporenbed meerdere zones heeft aangedaan is de zone genoteerd waar het dier het sporenbed betrad. Tevens is het looppatroon van de soort genoteerd, waarbij de categorieën *sluipgang*, *huppelgang*, *stap*, *draf*, *galop* en *spronggalop* zijn onderscheiden. Behalve alle wilde diersoorten zijn ook over het sporenbed passerende huisdieren (hond, kat) geregistreerd.

De kwaliteit van de sporenbedden kan per inventarisatieronde sterk verschillen door weersinvloeden (neerslag, uitdroging) of menselijke verstoring (betreding). Per inventarisatieronde is er daarom door de waarnemers een kwalificatie gegeven aan de toestand van het sporenbed: *onleesbaar*, *slecht*, *matig*, *goed* en *uitstekend*. Daarnaast is genoteerd welke pootafdrukken (in potentie) leesbaar zijn, gegeven de toestand van het betreffende sporenbed: alleen pootafdrukken van grote zoogdieren, of pootafdrukken van zowel grote als middelgrote zoogdieren. Na iedere inventarisatieronde is het sporenbed opnieuw aangeharkt en glad gestreken, en waar nodig is plantengroei verwijderd.



**Figuur 3.1**

*De sectorindeling van de sporenbedden op Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek.*

### 3.2 Monitoren gebruik ecoducten door recreanten

Bij het monitoren van het gebruik van de ecoducten door recreanten maken we onderscheid tussen het gebruik van het voor recreanten opengestelde deel en het gebruik van het voor recreanten gesloten deel van de ecoducten. Op Natuurbrug Zanderij Crailoo bestaat het voor recreanten opengestelde deel uit het gecombineerde voet-/fietspad en het ruiterspad. Deze paden liggen direct naast elkaar en zijn afgescheiden van de rest van het ecoduct door een raster. Alle terreindelen van het ecoduct buiten de paden zijn voor recreanten gesloten. Op Natuurbrug Slabroek bestaat het voor recreanten opengestelde deel uit het gecombineerde voet-/fiets-/ruiterspad. Dit pad ligt circa 1 m vanaf de zuidelijke rand van het ecoduct. Er is

geen raster aangebracht tussen het pad en de rest van het ecoduct. Alle terreindelen van het ecoduct buiten het pad zijn voor recreanten gesloten.

### **Monitoren recreanten in opengestelde deel natuurbrug**

Het gebruik van de ecoducten door recreanten is onderzocht met elektronische tellers (foto 13). De infraroodtellers (Trailmaster Active Trail Monitors TM1550; Goodson & Associates Inc., USA) bestaan uit een zender en een ontvanger. De zender zendt een infraroodstraal naar de ontvanger. De ontvanger telt een 'gebeurtenis' wanneer deze infraroodstraal wordt doorbroken. Hierbij wordt datum en tijd vastgelegd.

Op Natuurbrug Zanderij Crailoo is één teller opgesteld bij het ruiterspad (hoogte: 1,5 m) en één teller is opgesteld bij het voet-/fietspad (hoogte 1 m). De teller bij het voet-/fietspad maakt geen onderscheid tussen passerende fietsers en wandelaars. Deze zijn hier dus als één groep geanalyseerd. Passerende recreanten zijn met de infraroodtellers geregistreerd voor de periode van één jaar: 12 januari 2008 - 11 januari 2009. De tellers zijn geijkt op basis van directe observaties.

Op Natuurbrug Slabroek is één teller opgesteld bij het gecombineerde voet-/fiets-/ruiterspad (hoogte 1 m). De teller maakt geen onderscheid tussen passerende wandelaars, fietsers en ruiters. Deze zijn hier dus als één groep geanalyseerd. Passerende recreanten zijn met de infraroodtellers geregistreerd voor de periode van twee jaar: 1 september 2008 - 31 augustus 2010. Door vandalisme (spray-paint) en storingen in de zender zijn in de maanden april-augustus 2009 geen tellingen verkregen. De tellingen zijn daarom voortgezet tot eind augustus 2010. De teller is geijkt op basis van directe observaties.



**Foto 13**

*Infraroodteller voor de registratie van passerende voetgangers, fietsers en ruiters (© E. van der Grift).*

### **Monitoren recreanten in gesloten deel natuurbrug**

Met behulp van de voor het monitoren van zoogdieren uitgezette sporenbedden zijn tevens mensen geregistreerd die zich in het voor recreanten afgesloten deel van de ecoducten - d.w.z. buiten de paden - hebben begeven. Hiervoor zijn tijdens iedere opname van de sporenbedden voor het zoogdieronderzoek ook

alle sporen van mensen genoteerd, inclusief het type spoor (*wandelaar, fiets, motor, quad, tractor*), de sector waar het sporenbed is betreden en, ingeval van wandelaars, de looprichting.

### 3.3 Monitoren zoogdieren in de omgeving

Om het gebruik van de ecoducten door middelgrote en grote zoogdieren beter te kunnen interpreteren is tevens onderzocht welke soorten in de aanliggende terreinen aanwezig zijn en in welke relatieve dichtheden deze soorten voorkomen. Weinig passages van een bepaalde soort over de ecoducten betekent immers nog niet dat de faunapassages slecht functioneren voor de soort. Het beperkte aantal passages, of zelfs de afwezigheid van passages van een soort, kan veroorzaakt worden door zeer lage dichtheden waarin de soort in het gebied aanwezig is. Door het monitoren van middelgrote en grote zoogdieren in de omgeving van de ecoducten wordt aldus een referentie verkregen op basis waarvan kwalitatieve uitspraken kunnen worden gedaan over het functioneren van de ecoducten.

De aanwezigheid en relatieve dichtheden van middelgrote en grote zoogdieren is op beide onderzoekslocaties onderzocht met behulp van sporenbedden (foto 14). In de omgeving van Natuurbrug Zanderij Crailoo zijn in 2007 acht sporenbedden aangebracht: vier aan de oostzijde (sporenbed 1-4) en vier aan de westzijde van de faunapassage (sporenbed 23-26). In 2008 zijn er vier sporenbedden aan de oostzijde (sporenbed 5-8) en vier sporenbedden aan de westzijde (sporenbed 27-30) toegevoegd. In de omgeving van Natuurbrug Slabroek zijn 24 sporenbedden aangebracht: twaalf aan de oostzijde en twaalf aan de westzijde van de faunapassage.



**Foto 14**

*Sporenbed op de Bussummerheide ten oosten van Natuurbrug Zanderij Crailoo voor de registratie van zoogdieren (© F. Ottburg).*

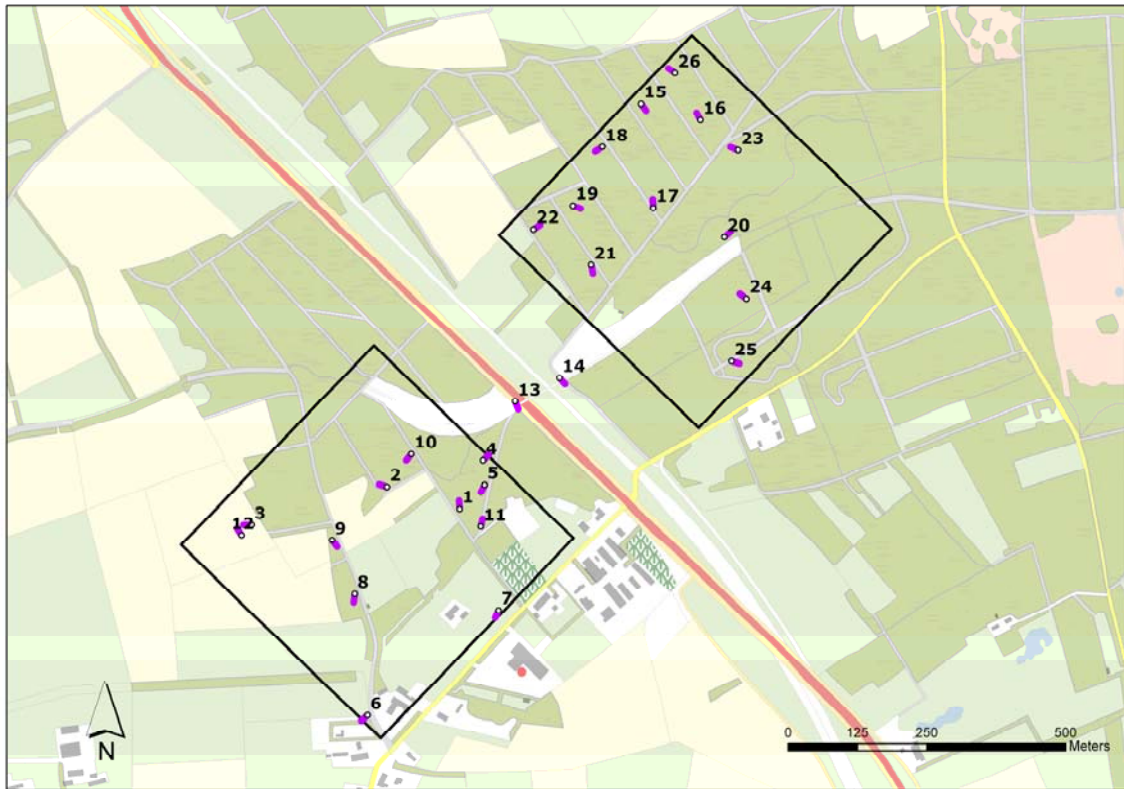
De sporenbedden zijn, per zijde, volledig ad random geplaatst binnen een vak van 500x500 m. Deze vakken liggen aan de oost- en westzijde precies in het verlengde van de natuurbrug (figuur 3.2 en 3.3). De vakken zijn op een afstand van 500 m (Natuurbrug Zanderij Crailoo) en 100 m (Natuurbrug Slabroek) vanaf de toelopen van de natuurbrug geplaatst om randeffecten van de infrastructurele barrières die door de natuurbrug worden

overbrugd te vermijden. Door de versturende werking van de infrastructuur kunnen de (relatieve) dichtheden van soorten dicht bij de infrastructuur immers lager zijn dan op meer ongestoorde locaties verder het natuurgebied in (zie ook Van der Grift, 2010). De oriëntatie van een sporenbed vanaf de ad random geselecteerde puntlocatie is eveneens ad random gekozen. De sporenbedden zijn 2 m breed, 15 cm dik en bestaan uit leemloos zand. Onder het zand is worteldoek aangebracht om (snelle) ingroei van kruiden te voorkomen. De lengte van de sporenbedden is op beide onderzoekslocaties vergelijkbaar met de lengte van de sporenbedden op de desbetreffende natuurbrug, maar varieert enigszins per sporenbed vanwege lokale omstandigheden (zie bijlage 2).



**Figuur 3.2**

*Ligging van de sporenbedden op en in de omgeving van Natuurbrug Zanderij Crailoo. Het betreft zowel de in 2007 aangelegde sporenbedden (paars) als de sporenbedden die in 2008 zijn toegevoegd (bruin).*



**Figuur 3.3**

*Ligging van de sporenbedden op en in de omgeving van Natuurbrug Slabroek. Alle sporenbedden zijn in 2007 aangelegd.*

De sporenbedden in de omgeving van Natuurbrug Zanderij Crailoo zijn geïnventariseerd in de periode 29 mei 2007 - 30 oktober 2008. De sporenbedden die in 2007 zijn aangelegd zijn gemiddeld 308 keer geïnventariseerd. De sporenbedden die in 2008 zijn toegevoegd zijn gemiddeld 61 keer geïnventariseerd. In deze periode zijn in de omgeving van Natuurbrug Zanderij Crailoo in totaal 2950 opnamen van sporenbedden gemaakt (tabel 3.2). De inventarisaties zijn doorgaans op dezelfde dagen uitgevoerd als de inventarisaties op de natuurbrug zelf: alle weekdays en tweewekelijks ook op zaterdag.

De sporenbedden in de omgeving van Natuurbrug Slabroek zijn geïnventariseerd in de periode 23 augustus 2007 - 26 september 2008. De sporenbedden zijn gemiddeld 163 keer geïnventariseerd. In deze periode zijn in de omgeving van Natuurbrug Slabroek in totaal 3913 opnamen van sporenbedden gemaakt (tabel 3.2). De inventarisaties zijn aanvankelijk op dezelfde dagen uitgevoerd als de inventarisaties op de natuurbrug zelf: alle weekdays en tweewekelijks ook op zondag. In de periode mei-september 2008 is slechts eenmaal per week een inventarisatie uitgevoerd.

Tijdens iedere inventarisatieronde zijn de diersporen op de zandbedden in de meeste gevallen tot op soort gedetermineerd en zijn, net als bij de sporenbedden op de ecoducten, de looprichting, de sector van het sporenbed en het looppatroon genoteerd. Tevens is een kwalificatie gegeven aan de toestand van het sporenbed en is de leesbaarheid van sporen van grote en middelgrote zoogdieren geschat. Ten behoeve van de kartering van de looprichting is aan iedere zijde van het sporenbed een code gegeven: A = het beginpunt van het sporenbed, i.e. het punt dat ad random is bepaald om het sporenbed in het 500x500 m-vak te plaatsen; B = het eindpunt van het sporenbed; L = de linkerzijde van het sporenbed, gezien vanuit A; R = de rechterzijde van het sporenbed; gezien vanuit A (figuur 3.4). Op basis van deze codes zijn er zestien looprichtingen te onderscheiden: AB, BA, AL, LA, AR, RA, BL, LB, BR, RB, RL, LR, AA, BB, LL, en RR. Een sporenbed in de omgeving van Natuurbrug Zanderij Crailoo is verdeeld in vijf sectoren. Een sporenbed in de

omgeving van Natuurbrug Slabroek is verdeeld in drie sectoren (figuur 3.4). Wanneer een dier tijdens het passeren van een sporenbed meerdere sectoren heeft aangedaan is de sector genoteerd waar het dier het sporenbed betrad. Behalve alle wilde diersoorten zijn ook over het sporenbed passerende huisdieren (hond, kat), landbouwhuisdieren (rund), grote grazers (Schotse Hooglanders) en mensen geregistreerd. Na iedere inventarisatieronde is het sporenbed opnieuw aangeharkt en glad gestreken, en waar nodig is plantengroei verwijderd.

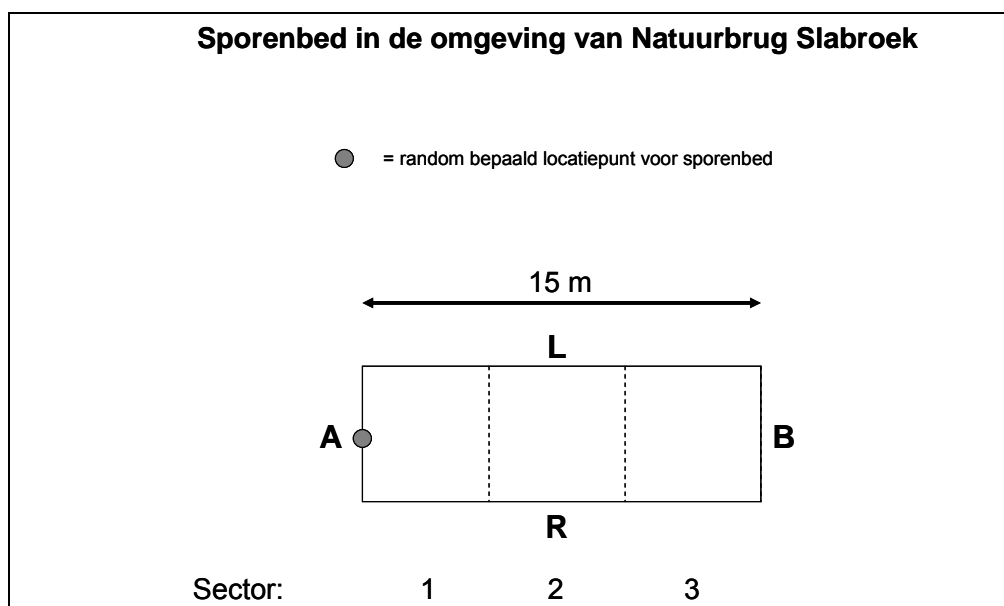
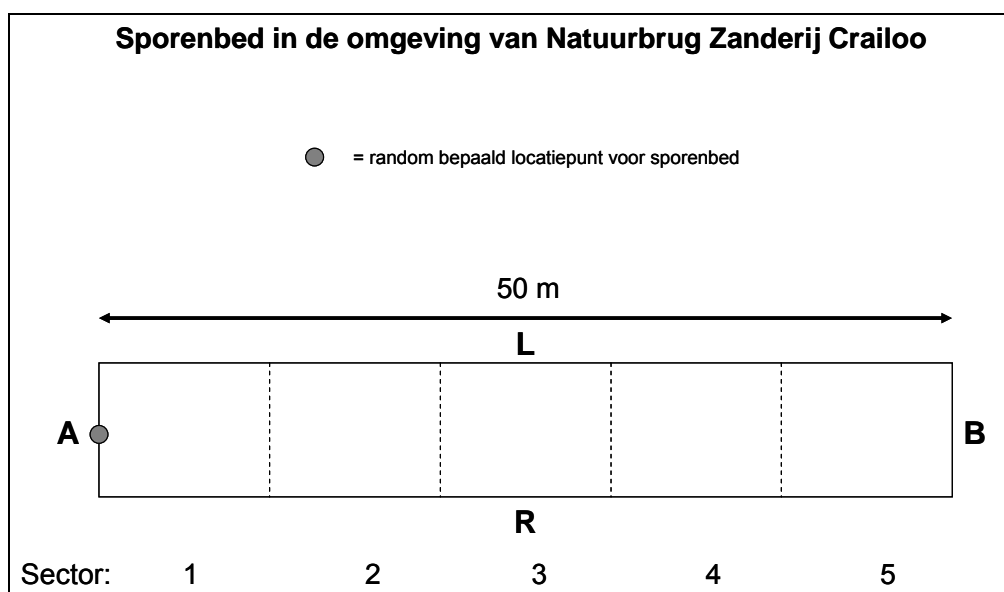
**Tabel 3.2**

*Aantal opnamen in 2007-2008 per soortgroep en sporenbed in de omgeving van Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek.*

Sporenbed	Aantal opnamen	Aantal onbruikbare opnamen	Aantal bruikbare opnamen grote zoogdieren	Aantal bruikbare opnamen middelgrote zoogdieren
<i>Natuurbrug Zanderij Crailoo</i>				
1	326	7	319	288
2	305	10	295	248
3	305	2	303	259
4	326	9	317	231
5	61	1	60	45
6	63	2	61	49
7	62	0	62	35
8	62	1	61	43
23	300	1	299	188
24	301	0	301	194
25	301	0	301	165
26	300	1	299	126
27	60	1	59	24
28	61	0	61	30
29	58	1	57	34
30	59	0	59	46
Totaal	2950	36	2914	2005
<i>Natuurbrug Slabroek</i>				
1	160	10	150	138
2	160	11	149	128
3	159	24	135	125
4	157	10	147	123
5	159	10	149	131
6	159	16	143	133
7	159	30	129	114
8	159	12	147	117
9	159	11	148	124
10	159	12	147	127
11	159	11	148	130
12	159	23	136	110
15	168	7	161	128
16	167	6	161	127
17	168	6	162	127
18	167	5	162	131



Sporenbed	Aantal opnamen	Aantal onbruikbare opnamen	Aantal bruikbare opnamen grote zoogdieren	Aantal bruikbare opnamen middelgrote zoogdieren
19	168	10	158	127
20	167	13	154	130
21	163	6	157	137
22	168	9	159	125
23	169	17	152	118
24	168	9	159	137
25	167	12	155	139
26	165	7	158	131
Totaal	3913	287	3626	3057



**Figuur 3.4**

De sectorindeling van de sporenbedden in de omgeving van Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek.

### 3.4 Monitoren tijdstip van passage

Om een indruk te krijgen van het tijdstip waarop de dieren het ecoduct passeren zijn op onderzoekslocatie Natuurbrug Zanderij Crailoo bij twee sporenbedden infraroodtellers geplaatst. De infraroodtellers (Trailmaster Active Trail Monitors TM1550; Goodson & Associates Inc., USA) bestaan uit een zender en een ontvanger. De zender zendt een infraroodstraal naar de ontvanger. De ontvanger telt een 'gebeurtenis' wanneer deze infraroodstraal wordt doorbroken. Hierbij wordt datum en tijd vastgelegd. De tellers zijn op twee hoogten ingesteld: één op een hoogte van 0,6 m voor het monitoren van Reeën en één op een hoogte van 0,15 m voor het monitoren van middelgrote zoogdieren (o.a. Egel, Konijn, Haas, Vos). De teller voor Reeën is op Natuurbrug Zanderij Crailoo bij het meest oostelijke sporenbed (sporenbed A; zie figuur 3.2) geplaatst. De teller voor middelgrote zoogdieren is hier bij het meest westelijke sporenbed (sporenbed D; zie figuur 3.2) geplaatst. Passerende dieren zijn met de infraroodtellers geregistreerd in de periode januari-december 2008 (365 teldagen). Door storingen in de zender en fouten tijdens het uitlezen van de data met een datalogger zijn niet op alle dagen geschikte tellingen verkregen (tabel 3.3). Het aantal volledige teldagen is 130 en 177 voor respectievelijk Ree en overige (middelgrote) zoogdieren. Het aantal onvolledige teldagen - waarbij dus slechts voor een deel van de dag correcte tellingen zijn verkregen - is 77 en 38 voor respectievelijk Ree en overige (middelgrote) zoogdieren. Op de overige dagen zijn geen tellingen verkregen: 158 en 150 dagen voor respectievelijk Ree en overige (middelgrote) zoogdieren.

**Tabel 3.3**

*Het aantal volledige en onvolledige teldagen in 2008 per teller en per maand op Natuurbrug Zanderij Crailoo en in de omgeving van de natuurbrug.*

Teller	Aantal volledige teldagen / Aantal onvolledige teldagen												Totaal
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<i>Op Natuurbrug Zanderij Crailoo</i>													
Ree	12	0	8	8	11	6	1	30	30	24	0	0	130
	4	1	14	22	15	9	11	1	0	0	0	0	77
Overige zoogdieren	5	1	16	19	12	2	6	30	30	31	21	4	177
	1	2	6	9	9	3	4	1	0	0	0	3	38
<i>In de omgeving van Natuurbrug Zanderij Crailoo</i>													
Ree	-	-	-	-	-	-	-	21	30	30	24	27	132
								0	0	0	0	0	0
Overige zoogdieren	-	-	-	-	-	-	-	25	26	26	26	30	133
								4	0	0	0	0	4

Om het tijdstip van passeren op de natuurbrug te kunnen vergelijken met het tijdstip dat de dieren actief worden in de gebieden rondom de natuurbrug zijn ook bij twee sporenbedden in de omgeving infraroodtellers geplaatst. De tellers zijn, net als op de natuurbrug, op twee hoogten ingesteld: één op een hoogte van 0,6 m voor het monitoren van Reeën en één op een hoogte van 0,15 m voor het monitoren van middelgrote zoogdieren. De teller voor Reeën is bij sporenbed 4 geplaatst (zie figuur 3.2). De teller voor middelgrote zoogdieren is bij sporenbed 1 geplaatst (zie figuur 3.2). Passerende dieren zijn met de infraroodtellers geregistreerd in de periode augustus-december 2008 (153 teldagen). Door storingen in de zender en fouten tijdens het uitlezen van de data met een datalogger zijn ook hier niet op alle dagen geschikte tellingen verkregen (tabel 3.3). Het aantal volledige teldagen is 132 en 133 voor respectievelijk Ree en overige (middelgrote) zoogdieren. Het aantal onvolledige teldagen is nul en vier voor respectievelijk Ree en overige (middelgrote) zoogdieren. Op de overige dagen zijn geen tellingen verkregen: 21 en 16 dagen voor respectievelijk Ree en overige (middelgrote) zoogdieren.

### 3.5 Monitoren gebruik faunatunnels door fauna

Op onderzoekslocatie Natuurbrug Slabroek kunnen de dieren niet alleen via het ecoduct maar ook via de faunatunnels de infrastructurele barrières A50 en Udenseweg passeren. Om een volledig beeld te krijgen van de soorten die deze barrières passeren en de frequentie waarin zij dit doen, is ook het gebruik van de twaalf faunatunnels door middelgrote en grote zoogdieren onderzocht. Het gebruik van de faunatunnels is onderzocht met behulp van de inktbed-methode.

De inktbed-methode bestaat uit het 'vangen' van pootafdrukken van passerende dieren op papier, nadat de dieren over een inktbed zijn gelopen (foto 15 en 16). Hiervoor zijn in iedere tunnelingang 2,4 m lange houten planken geschoven met in het midden een 0,6 m lang inktbed en aan beide uiteinden een 0,9 m lang papiervel. De 'inkt' bestaat uit een mengsel van paraffine en koolstofpoeder. In de buisvormige dassentunnels varieert de breedte van het inktbed en papier van 0,2-0,3 m, afhankelijk van het type tunnel (tabel 3.4). In deze buisvormige faunatunnels is de ruimte tussen plank en tunnelvloer opgevuld met grond om te voorkomen dat dieren onder het inktbed en papier zouden doorkruipen. In de amfibietunnels en de ecoduiker is de breedte van het inktbed en papier gelijk aan de breedte van respectievelijk de tunnel en loopriichel.



**Foto 15**

*Inktbed met aan beide zijde papier voor de registratie van pootafdrukken van passerende dieren in één van de dassentunnels onder de A50 (© B. Batema).*



**Foto 15**

Afdrukken van Dassen in één van dassentunnels onder rijksweg A50 die met de inktbed-methode zijn geregistreerd (© E. van der Grift).

**Tabel 3.4**

Per faunatunnel de breedte van het inktbed.

Tunnelnummer	Barrière	Type faunatunnel	Aantal ingangen	Breedte inktbed (cm)
10	Udenseweg	dassentunnel	2	30
30	Udenseweg	amfibietunnel	2	48
40	Udenseweg	amfibietunnel	2	48
50	Udenseweg	amfibietunnel	2	48
70	Udenseweg	dassentunnel	4	20
11	A50	dassentunnel	4	20
21	A50	ecoduiker	2	50
31	A50	dassentunnel	4	20
41	A50	dassentunnel	4	20
51	A50	dassentunnel	4	20
61	A50	dassentunnel	4	20
71	A50	dassentunnel	4	20

De faunatunnels zijn gedurende een periode van circa tien maanden continu gemonitord (4 juli 2007 - 14 april 2008). De papieren vellen met pootafdrukken zijn gemiddeld na zeven dagen vervangen. De diersporen op de papieren vellen zijn tot op soort gedetermineerd met gebruikmaking van Lange et al. (2003), Van Diepenbeek (2003) en Bang en Dahlstrøm (2004). Per dierspoor is genoteerd in welke richting het dier zich bewoog - de tunnel in of uit. Behalve alle wilde diersoorten zijn ook door de tunnels passerende huisdieren (hond, kat) geregistreerd.

## 4 Dataverwerking

### 4.1 Soortensamenstelling

De soortensamenstelling van de dieren die van de ecoducten gebruik maken is gemaakt op basis van alle individuele loopsporen op respectievelijk de vier (Natuurbrug Zanderij Crailoo) en de twee (Natuurbrug Slabroek) sporenbedden in de onderzoeksperiode. Hierbij is dus geen onderscheid gemaakt tussen dieren die de ecoducten werkelijk gepasseerd zijn en dieren die wel op de ecoducten zijn aangetroffen, maar waarvoor een volledige oversteek van de ecoducten niet is vastgesteld (zie ook 4.2.1). De soortensamenstelling in de omgeving van de ecoducten is op identieke wijze bepaald.

### 4.2 Frequentie van het gebruik per soort

De frequentie van het gebruik van de ecoducten is per soort geschat op basis van het aantal geschatte *passages* en *bezoeken* van de soort per opname en de geschatte opnametijd.

#### 4.2.1 Schatting van het aantal 'passages' en 'bezoeken'

##### Ecoducten

De aanwezigheid van een dierspoor op één van de sporenbedden hoeft niet te betekenen dat het ecoduct ook werkelijk door het dier is overgestoken. Een dier kan het ecoduct aan één zijde hebben betreden, maar vervolgens toch hebben afgezien van de oversteek en het ecoduct aan dezelfde kant weer hebben verlaten. In dat geval spreken we over een 'bezoek' aan het ecoduct. Wanneer een dier wel het hele ecoduct passeert spreken we over een 'passage'.

Het aantal passages ( $N_p$ ) en bezoeken ( $N_b$ ) van een diersoort zijn per opname geschat op basis van de gevonden sporenpatronen op vier (Natuurbrug Zanderij Crailoo) respectievelijk twee (Natuurbrug Slabroek) sporenbedden. Dit is gebeurd met behulp van een vaste set aan volgordelijke beslisregels die bepalen of gevonden combinaties van sporenpatronen op de verschillende sporenbedden duiden op een passage of een bezoek (bijlage 3). Er is sprake van een passage als op *alle* sporenbedden op de natuurbrug een dierspoor in dezelfde richting is waargenomen. In alle andere gevallen is sprake van een bezoek. Bij de schatting van het aantal bezoeken is in de beslisregels als uitgangspunt genomen dat de diersporen zoveel mogelijk worden gecombineerd. Een O-W en W-O spoor op hetzelfde sporenbed is dus geïnterpreteerd als één bezoek en niet als twee afzonderlijke bezoeken. Voor deze aanpak is gekozen om de kans te verkleinen dat het aantal passages en bezoeken wordt overschat.

Ingeval van twee sporenbedden zijn elf volgordelijke beslisregels nodig om alle diersporen te kunnen classificeren als een passage of een bezoek (bijlage 3). Deze set aan beslisregels is gebruikt voor de schattingen van passages/bezoeken op Natuurbrug Slabroek. Ingeval van vier sporenbedden, zijn door de exponentiële toename aan mogelijke combinaties van sporenpatronen 64 volgordelijke beslisregels nodig om alle diersporen te kunnen classificeren als een passage of een bezoek (bijlage 3). Deze set aan beslisregels is gebruikt voor de schattingen van passages/bezoeken op Natuurbrug Zanderij Crailoo.

## Faunatunnels

Ook bij de analyse van de sporenpatronen op de inktbedden in de faunatunnels rondom Natuurbrug Slabroek onderscheiden we 'passages' en 'bezoeken', op vergelijkbare wijze als bij de natuurbrug zelf. Het aantal passages ( $N_p$ ) en bezoeken ( $N_b$ ) van een diersoort is per faunatunnel geschat op basis van een vaste set van acht (ingeval er geen sprake is van 'turning', d.w.z. dieren die op het papier omkeren) of zestien (ingeval er wel sprake is van 'turning') volgordelijke beslisregels (bijlage 4). Ingeval een faunatunnel twee toegangen heeft aan één zijde van de weg (H-profiel) dan zijn de in deze toegangen geregistreerde loopsporen samen genomen voordat deze zijn vergeleken met de loopsporen aan de andere zijde van de weg.

### 4.2.2 Schatting van de opnametijd

#### Opnametijd sporenbedden

De opnametijd van een sporenbed ( $O_{bed}$ ) is gedefinieerd als de tijd (in uren) dat een sporenbed operationeel is geweest, i.e. de tijd tussen het moment dat voor het laatst geharkt is en de tijd waarop de sporen worden afgelezen. Omdat de kwaliteit van de sporenbedden sterk kan verschillen als gevolg van bijvoorbeeld weersomstandigheden is de opnametijd gecorrigeerd ( $OC_{bed}$ ) op basis van de kwalificaties die tijdens de opname aan de toestand (T) van de sporenbedden zijn toegekend, i.e. *onleesbaar* (o), *slecht* (s), *matig* (m), *goed* (g) en *uitstekend* (u). Voor deze correcties zijn de volgende beslisregels gehanteerd:

Als  $T=o$ , dan geldt dat  $OC_{bed} = 0$

Als  $T=s$  en  $O_{bed} \geq 12$ , dan geldt dat  $OC_{bed} = 12$

Als  $T=s$  en  $O_{bed} < 12$ , dan geldt dat  $OC_{bed} = O_{bed}$

Als  $T=m$  en  $O_{bed} \geq 24$ , dan geldt dat  $OC_{bed} = 24$

Als  $T=m$  en  $O_{bed} < 24$ , dan geldt dat  $OC_{bed} = O_{bed}$

Als  $T=g$  en  $O_{bed} \geq 48$ , dan geldt dat  $OC_{bed} = 48$

Als  $T=g$  en  $O_{bed} < 48$ , dan geldt dat  $OC_{bed} = O_{bed}$

Als  $T=u$  en  $O_{bed} \geq 72$ , dan geldt dat  $OC_{bed} = 72$

Als  $T=u$  en  $O_{bed} < 72$ , dan geldt dat  $OC_{bed} = O_{bed}$

Hierbij zijn we er dus vanuit gegaan dat sporen die langer dan drie etmalen oud zijn niet meer (betrouwbaar) kunnen worden afgelezen. Wanneer er bij een opname geen verschil in  $OC_{bed}$  is tussen de sporenbedden op de natuurbrug, dan is de gecorrigeerde opnametijd voor de opname ( $OC_{opname}$ ) gelijk aan  $OC_{bed}$ . Wanneer er bij een opname een verschil in  $OC_{bed}$  is tussen de sporenbedden op de natuurbrug - als gevolg van verschillen in de toestand van de sporenbedden - dan is voor de gecorrigeerde opnametijd voor de opname ( $OC_{opname}$ ) de  $OC_{bed}$  aangehouden van het sporenbed met de laagste  $OC_{bed}$ . De opnametijden zijn afgerond op een halfuur nauwkeurig.

#### Opnametijd inktbedden

De opnametijd van een inktbed ( $O_{inktbed}$ ) is gedefinieerd als de tijd (in uren) dat een inktbed operationeel is geweest, i.e. de tijd tussen het moment dat het papier voor de registratie van loopsporen is aangebracht en het moment dat dit papier weer is verzameld. Omdat er een verschil kan bestaan in de opnametijd van de inktbedden in respectievelijk de westelijke en oostelijke toegangen van dezelfde tunnel als gevolg van de gevolgde route tijdens het vervangen van de inktbed-papieren (doorgaans eerst alle tunneltoegangen aan de westzijde van de weg en daarna alle tunneltoegangen aan de oostzijde van de weg), is voor de opnametijd van

de tunnel ( $O_{opname}$ ) het gemiddelde genomen van de opnametijd van de afzonderlijke inktbedden in de betreffende tunnel. De opnametijden zijn afgerond op een halfuur nauwkeurig.

### 4.2.3 Frequentie van passage en bezoek per soort

#### Ecoducten

De frequentie van passage per opname ( $Fp_{opname}$ ) is per diersoort berekend op basis van de schattingen van het aantal passages voor de opname ( $Np_{opname}$ ) en de schatting van de gecorrigeerde opnametijd ( $OC_{opname}$ ), volgens:

$$Fp_{opname} = (Np_{opname} / OC_{opname}) * 24 \quad (\text{dag}^{-1})$$

De frequentie van bezoek per opname ( $Fb_{opname}$ ) is per diersoort berekend op basis van de schattingen van het aantal bezoeken voor de opname ( $Nb_{opname}$ ) en de schatting van de gecorrigeerde opnametijd ( $OC_{opname}$ ), volgens:

$$Fb_{opname} = (Nb_{opname} / OC_{opname}) * 24 \quad (\text{dag}^{-1})$$

Frequenties van passages en bezoeken van een soort zijn alleen berekend voor een opname als de pootafdrukken van de betreffende soort (in potentie) leesbaar zijn, gegeven de toestand van het sporenbed. Tabel 4.1 geeft een overzicht van de door de waarnemers toegekende kwalificaties voor de leesbaarheid van de sporenbedden en de soorten waarvan dan de sporen als leesbaar zijn verondersteld. Wanneer er bij een opname een verschil in leesbaarheid is geconstateerd tussen de verschillende sporenbedden op de natuurbrug als gevolg van verschillen in de toestand van de afzonderlijke sporenbedden dan is voor de opname de leesbaarheid aangehouden van het sporenbed met de minste leesbaarheid. Dus: als de leesbaarheid van de sporenbedden is gekwalificeerd als G en M, dan geldt dat de opname uitsluitend voor grote zoogdieren (G) meedoet in de berekening van frequenties van passage en bezoek.

**Tabel 4.1**

*Beschrijving van de kwalificaties voor de leesbaarheid die aan een sporenbed kunnen worden toegekend en de betekenis van deze kwalificaties voor het soortenspectrum waarvoor de betreffende opname geldt.*

Kwalificatie leesbaarheid sporenbed	Beschrijving	Soorten <sup>1</sup>
G	Alleen pootafdrukken leesbaar van grote zoogdieren.	Ree, Das, Vos, Hond, Mens
M	Pootafdrukken leesbaar van grote en middelgrote zoogdieren.	idem G, en: Haas, Konijn, Boommarter, Steenmarter, Bunzing, Hermelijn, 'kleine marter', Egel, Eekhoorn, Kat

<sup>1</sup> Alleen soorten die tijdens het onderzoek op de sporenbedden zijn aangetroffen zijn vermeld

#### Faunatunnels

De frequentie van passage per opname ( $Fp_{opname}$ ) is per diersoort berekend op basis van de schattingen van het aantal passages voor de opname ( $Np_{opname}$ ) en de opnametijd ( $O_{opname}$ ), volgens:

$$Fp_{opname} = (Np_{opname} / O_{opname}) * 24 \quad (\text{dag}^{-1})$$

De frequentie van bezoek per opname ( $Fb_{opname}$ ) is per diersoort berekend op basis van de schattingen van het aantal bezoeken voor de opname ( $Nb_{opname}$ ) en de opnametijd ( $O_{opname}$ ), volgens:

$$Fb_{opname} = (Nb_{opname} / O_{opname}) * 24 \quad (\text{dag}^{-1})$$

#### 4.2.4 Trefkans van soorten op de ecoducten

Voor beide onderzoekslocatie en voor iedere soort is berekend hoeveel dagen de soort gemiddeld per jaar op het ecoduct kan worden aangetroffen.

$$\text{Trefkans (in dagen/jaar)} = \text{Duur van alle opnamen met de soort} / \text{Duur van alle opnamen} * 365$$

Deze 'trefkans' is een robuustere indicator voor het kwantificeren van het gebruik van de natuurbrug dan de indicator 'aantal passages'. De indicator 'aantal passages' is namelijk veel gevoeliger voor waarnemerfouten tijdens de veldregistraties, omdat deze wordt afgeleid van het precieze aantal individuele loopsporen en afhankelijk is van een correcte registratie van de looprichting. Tijdens een opname kunnen echter vergissingen worden gemaakt, vooral wanneer een sporenbed veel sporen bevat en/of de toestand van het sporenbed niet erg goed is. Een tweede factor die de indicator 'aantal passages' minder robuust maakt is dat het aantal passages altijd een schatting betreft, gebaseerd op de interpretatie van de sporen op twee of vier sporenbedden aan de hand van een set beslisregels. De trefkans is niet gebaseerd op interpretaties of beslisregels, en de kans op waarnemerfouten tijdens de veldregistraties is gering. Bij een sporenbed vol loopsporen van Ree kan men zich namelijk snel vergissen in het precieze aantal of de looprichting, maar bestaat geen twijfel over de waarneming dat het Ree die dag is aangetroffen. De trefkans, zoals hier berekend, is wel afhankelijk van de meetfrequentie: hoe meer dagen er in één opname zitten, hoe onnauwkeuriger de trefkans. Omdat er nagenoeg iedere dag van de week een opname is gemaakt, is de verwachting dat met de hier gebruikte rekenmethode toch een redelijke schatting van de trefkans kan worden gemaakt.

#### 4.2.5 Vergelijking passagefrequenties ecoducten

De gevonden passagefrequenties - het aantal passages per soort per jaar - voor Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek zijn vergeleken met de passagefrequenties op ecoducten elders in Nederland. Omdat op onderzoekslocatie Natuurbrug Slabroek dieren niet alleen via het ecoduct maar ook via de faunatunnels de rijksweg kunnen passeren, is hier voor het berekenen van de gemiddelde passagefrequentie per jaar het aantal passages door de tunnels opgeteld bij het aantal passages over het ecoduct. We spreken van een 'best case scenario': de aanname is dat alle dieren die door de faunatunnels zijn gepasseerd, via het ecoduct zouden zijn gepasseerd als de tunnels er niet waren.

Op basis van de literatuur zijn per soort schattingen gedaan van het aantal passages per jaar op bestaande ecoducten zonder recreatief medegebruik elders in Nederland. Bijlage 5 geeft een overzicht van de gebruikte bronnen per ecoduct. De betrouwbaarheid van de schattingen verschilt per ecoduct. Dit is vooral het gevolg van verschillen in proefopzet - soms is slechts een deel van een ecoduct geïnventariseerd - en verschillen in meetfrequenties - variërend van (bijna) dagelijks tot eenmaal per week. Voor sommige studies hebben we aannamen moeten doen voor de opnametijd, omdat deze niet (nauwkeurig) is gerapporteerd. Tevens zijn er grote verschillen in de duur van de studies, variërend van enkele weken tot meerdere jaren. Vanzelfsprekend zijn in het laatste geval betrouwbaardere schattingen van het aantal passages per jaar te verwachten.

Voor alle ecoducten samen - inclusief Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek - is een gemiddelde passagefrequentie per jaar en per soort berekend. Een locatie weegt niet mee in dit gemiddelde als (1) de soort niet op de locatie voorkomt of (2) het gebruik van het ecoduct door de soort op de betreffende locatie niet is onderzocht. In de gemiddelde passagefrequenties zijn de twee ecoducten (Naarderweg en Spoor) die Natuurbrug Zanderij Crailoo vormen apart meegewogen en de natuurbrug als geheel niet. Indien een ecoduct meerdere keren is onderzocht, is de meest recente studie in de berekening van de gemiddelde passagefrequenties meegenomen.



#### 4.2.6 Vergelijking stuwingsindex Zanderij Crailoo en Slabroek

Een ecoduct is een relatief smalle doorgang over een met faunarasters omgeven wegtraject van meestal vele kilometers. De bedoeling is dat dieren die elders tegen het faunaraster oplopen, naar het ecoduct worden geleid en dan de verkeersweg oversteken. Het idee is dus dat er op het ecoduct sprake is van een concentratie van faunabewegingen ('stuwings'). Om de mate van stuwings te visualiseren en soorten onderling te vergelijken is voor iedere soort per onderzoekslocatie een stuwingsindex (SI) berekend:

$$SI = L_{\text{ecoduct}} / L_{\text{omgeving}}$$

Waarin:

$L_{\text{ecoduct}}$  = het gemiddeld aantal loopsporen - alle looprichtingen - per jaar op de sporenbedden op het ecoduct

$L_{\text{omgeving}}$  = het gemiddeld aantal loopsporen - alle looprichtingen - per jaar op de sporenbedden in de omgeving van het ecoduct

Bij de berekening is gecorrigeerd voor verschillen in lengte van de sporenbedden op de natuurbrug en in de omgeving. Voor Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek is respectievelijk een sporenbed van 50 m en 15 m lang als uitgangspunt genomen.

#### 4.3 Analyse diergedrag op de ecoducten

Aan de hand van de gevonden loopsporen op de sporenbedden is de manier waarop dieren de natuurbrug betreden onderzocht. Hierbij zijn twee aspecten betrokken: (1) het looppatroon; (2) de plaats waar de dieren de natuurbrug betreden.

##### *Looppatroon*

Voor ieder op de natuurbrug gevonden loopspoor is het looppatroon genoteerd, waarbij de categorieën *sluipgang*, *stap*, *draf*, *galop* en *spronggalop* zijn onderscheiden. Voor iedere onderzoekslocatie - Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek - is per soort de proportionele verdeling van alle individuele loopsporen die op de verschillende sporenbedden op de natuurbrug zijn gevonden over deze onderscheiden looppatronen berekend. Deze proportionele verdeling is vervolgens vergeleken met de looppatronen die zijn gevonden op (1) de sporenbedden in de omgeving van de ecoducten en (2) op een ecoduct dat *geen* recreatief medegebruik kent: Natuurbrug Groene Woud. De methode voor registratie van fauna op dit niet voor recreanten opengestelde ecoduct is identiek aan de in deze studie gebruikte methode (sporenbedden). De vergelijking met Natuurbrug Groene Woud is alleen gemaakt voor soorten waarvan op deze natuurbrug minimaal vijftig loopsporen zijn geregistreerd en tevens minimaal vijftig loopsporen op Natuurbrug Zanderij Crailoo en/of Natuurbrug Slabroek zijn geregistreerd. Voor een uitgebreide beschrijving van het onderzoek op Natuurbrug Groene Woud verwijzen we naar Van der Grift et al. (in prep.).

##### *Plaats van betreden*

Voor ieder op de ecoducten gevonden loopspoor is genoteerd in welke sector van het sporenbed deze is aangetroffen (zie figuur 3.1). Er zijn twee analyses uitgevoerd:

1. Voor Natuurbrug Zanderij Crailoo is per soort de proportionele verdeling van alle individuele loopsporen die op de verschillende sporenbedden op de natuurbrug zijn gevonden over de onderscheiden sectoren berekend, waarbij onderscheid is gemaakt tussen dagen met weinig recreanten ('rustige dagen') en dagen met veel recreanten ('drukke dagen') (zie ook paragraaf 4.5). Deze percentages zijn vervolgens onderling vergeleken om te toetsen of de dieren de plaats waar zij de natuurbrug betreden veranderen als er sprake is van een andere recreatiedruk. De vergelijking is alleen gemaakt voor soorten waarvan minimaal honderd

loopsporen op rustige dagen en eveneens minimaal honderd loopsporen op drukke dagen zijn geregistreerd.

2. Voor iedere onderzoekslocatie - Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek - is per soort de proportionele verdeling van alle individuele loopsporen die op de verschillende sporenbedden op de natuurbrug zijn gevonden over de onderscheiden sectoren berekend. Deze percentages zijn vervolgens vergeleken met de percentages die zijn gevonden op een ecoduct dat *geen* recreatief medegebruik kent: Natuurbrug Groene Woud. De vergelijking met Natuurbrug Groene Woud is alleen gemaakt voor soorten waarvan op deze natuurbrug minimaal vijftig loopsporen zijn geregistreerd en tevens minimaal vijftig loopsporen op Natuurbrug Zanderij Crailoo en/of Natuurbrug Slabroek zijn geregistreerd.

#### 4.4 Correlatie gebruiksfrequentie door recreanten en fauna

Of de mate van recreatief medegebruik van het ecoduct leidt tot een verandering in de gebruiksfrequentie door dieren is alleen onderzocht op onderzoekslocatie Natuurbrug Zanderij Crailoo. Hiervoor is het gemiddeld aantal loopsporen - ongeacht de looprichting - op de vier sporenbedden tijdens een opname gecorreleerd met het aantal recreanten dat van de natuurbrug gebruik heeft gemaakt op de dag ervoor. De correlaties zijn berekend op basis van Pearson's Correlation Coëfficiënt. Gevonden correlaties zijn als volgt gekwalificeerd:

0,0 tot 0,2	zeer zwak, verwaarloosbaar
0,2 tot 0,4	zwak
0,4 tot 0,7	matig
0,7 tot 0,9	sterk
0,9 tot 1,0	zeer sterk

Opmaken waarbij de toestand van de sporenbedden is beoordeeld als *slecht* zijn buiten beschouwing gelaten. Tevens zijn alleen opnamen in de analyse meegenomen waarbij de ongecorrigeerde opnametijd - dus de werkelijke tijd die is gepasseerd tussen het harken van het sporenbed en het doen van de opname - niet groter is dan 30 uur. Beide selectiecriteria zijn bedoeld om zo veel mogelijk 'ruis' in de analyse als gevolg van onvolledige opnamen of opnamen die loopsporen van meerdere dagen kunnen bevatten te beperken. De recreanten betreffen zowel voetgangers, fietsers als ruiters. In de analyse zijn de - op basis van de ijking van de tellers - gecorrigeerde recreantenaantallen gebruikt.

#### 4.5 Temporele veranderingen in het gebruik door fauna

Of recreatief medegebruik leidt tot temporele veranderingen in het gebruik van ecoducten door dieren is alleen onderzocht op onderzoekslocatie Natuurbrug Zanderij Crailoo. Dit is onderzocht voor (1) het Ree, en (2) middelgrote zoogdieren als groep.

De analyse is gebaseerd op de met behulp van de elektronische tellers verkregen dataset met passages per datum en tijdstip, zowel op het ecoduct zelf als in de omgeving van het ecoduct. Per teldag is de proportionele verdeling van de geregistreerde passages over de uren van de avond en nacht berekend. Dit is afzonderlijk gedaan voor de periode van 16:00 uur tot 24:00 uur en voor de periode van 00:00 uur tot 08:00 uur. Geregistreerde passages tussen 08:00 uur en 16:00 uur zijn niet meegenomen in de analyse. Hoewel passages gedurende de dag incidenteel wel voorkomen, zoals is vastgesteld tijdens directe observaties, blijken de meeste dieren in de avond en de nacht te passeren. De tellingen gedurende de dag zijn minder betrouwbaar, omdat dan vaker tellingen van niet-doelsoorten worden gedaan, bij voorbeeld van vogels of mensen/honden die het ecoduct hebben betreden.

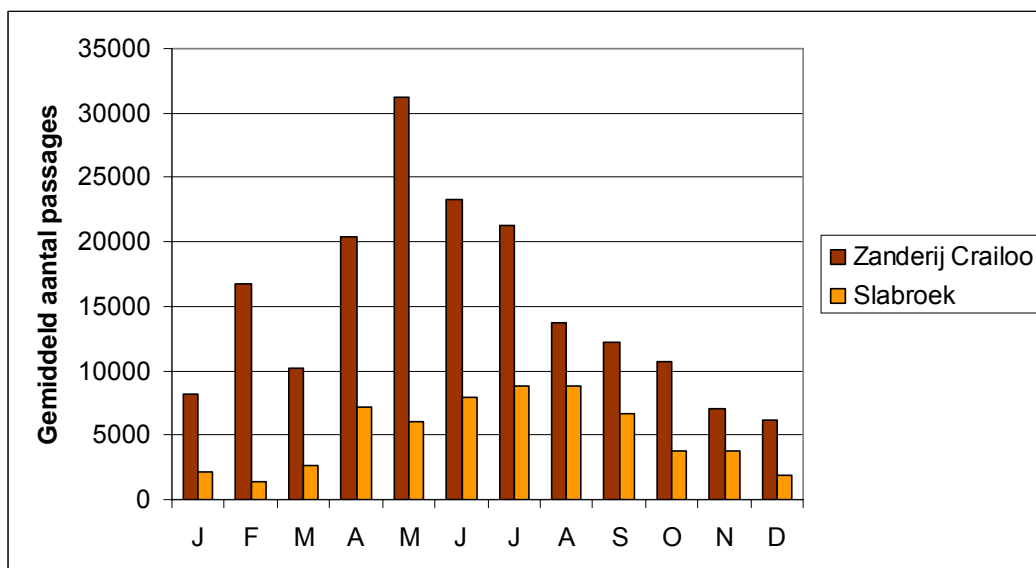
De teldagen zijn vervolgens verdeeld in vier gelijke groepen (quantielen) op basis van het aantal recreanten dat die dag (ingeval van de periode 16:00-24:00 uur) of de vorige dag (ingeval van de periode 00:00-08:00 uur) het ecoduct is gepasseerd. De eerste groep - in het navolgende aangeduid met 'rustige dagen' - omvat de dagen waarop de *minste* recreanten het ecoduct passeerden. De vierde groep - in het navolgende aangeduid met 'drukke dagen' - omvat de dagen waarop de *meeste* recreanten het ecoduct passeerden. De tweede en derde groep omvatten de dagen die tussen de groep rustige dagen en drukke dagen vallen wat betreft het aantal recreanten. Voor zowel de rustige als drukke dagen is vervolgens de gemiddelde proportionele verdeling van de passages over de uren van de avond en nacht berekend voor alle teldagen die respectievelijk als rustige en drukke dagen zijn aangeduid. Deze verdelingen, zowel op het ecoduct als in de omgeving, zijn vervolgens met elkaar vergeleken.



# 5 Recreatief medegebruik ecoducten

## 5.1 Passages van recreanten op de paden

Op basis van de uitgevoerde tellingen is de schatting dat er meer dan 180.000 voetgangers/fietsers en circa 1.700 ruiters per jaar Natuurbrug Zanderij Crailoo passeren. Jaarlijks passeren naar schatting circa 60.000 voetgangers/fietsers/ruiters Natuurbrug Slabroek. Dit is circa 33% van de recreantenstroom die op Natuurbrug Zanderij Crailoo is gemeten. De meeste passages van recreanten<sup>2</sup> vinden plaats in de maanden april-juli (figuur 5.1).

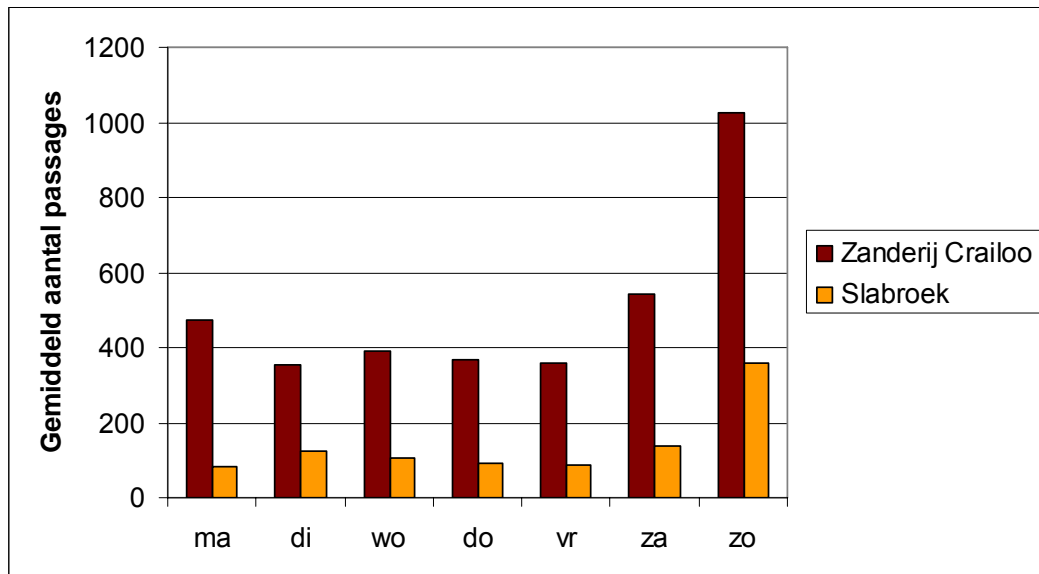


**Figuur 5.1**

*Het gemiddeld aantal passages van recreanten - voetgangers/fietsers/ruiters - per maand op Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek.*

Per dag passeren er dus gemiddeld circa 500 recreanten Natuurbrug Zanderij Crailoo en circa 165 recreanten Natuurbrug Slabroek. Er zijn echter verschillen in het gebruik tussen de dagen van de week. Op beide ecoducten zijn de meeste passages geregistreerd op de zondagen (figuur 5.2). Ook op de zaterdag, hoewel minder extreem, zijn gemiddeld meer passages van recreanten geregistreerd dan op doordeweekse dagen. Het hoge aantal passages van mensen tijdens de weekenddagen wijst erop dat de ecoducten voor een belangrijk deel voor recreatief wandel- en fietsverkeer wordt gebruikt.

<sup>2</sup> Hoewel niet iedereen die gebruik maakt van de ecoducten dit doet uit oogpunt van recreatie - een deel van de passanten, m.n. fietsers, is naar verwachting woon-werkverkeer - duiden we hier voor het gemak alle passanten (voetgangers/fietsers/ruiters) gezamenlijk aan als 'recreanten'. Recreatief gebruik is wel het grootst, zoals uit de verdeling van de passages over de dag en week blijkt.



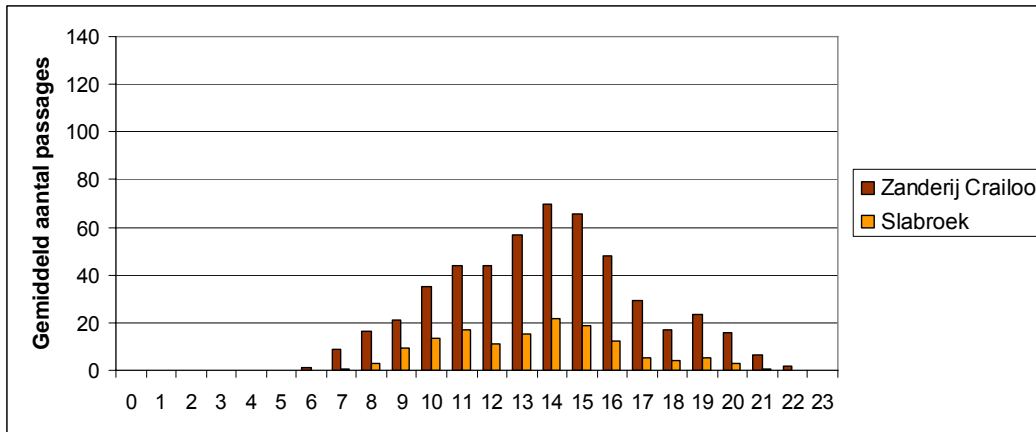
**Figuur 5.2**

*Het gemiddeld aantal passages van recreanten per weekdag op Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek.*

Op Natuurbrug Zanderij Crailoo passeren de eerste recreanten tussen 6:00 en 7:00 uur (figuur 5.3). Na 7:00 uur neemt het aantal passages gestaag toe. De meeste recreanten passeren deze natuurbrug tussen 14:00 en 16:00 uur, zowel op doordeweekse dagen als in het weekend (figuur 5.4 en 5.5). De toename is op de doordeweekse dagen echter wel veel minder sterk dan op zaterdag en zondag. Na 01:00 uur zijn op Natuurbrug Zanderij Crailoo nauwelijks passages van recreanten geregistreerd.

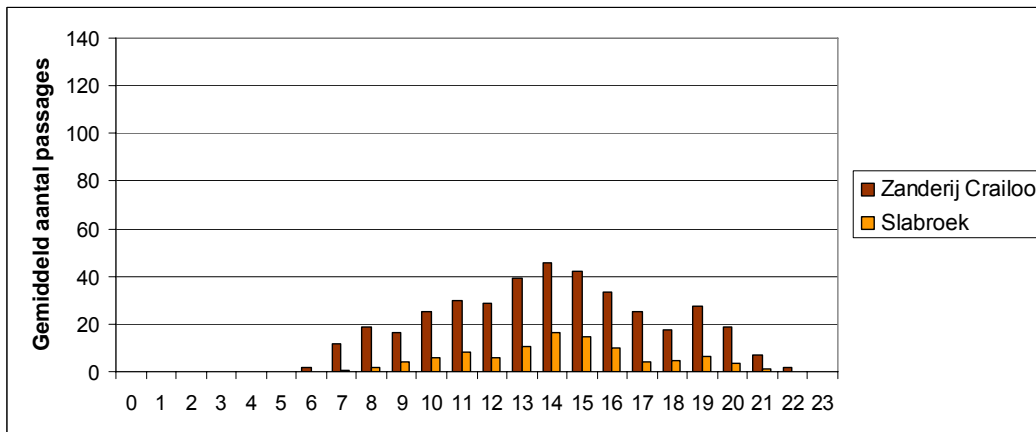
Op Natuurbrug Slabroek passeren de eerste recreanten tussen 7:00 en 9:00 uur (figuur 5.3). Na 9:00 uur neemt het aantal passages gestaag toe. Op doordeweekse dagen passeren de meeste recreanten deze natuurbrug tussen 14:00 en 16:00 uur (figuur 5.4). In het weekend ligt een piek in het aantal passages tussen 10:00 en 12:00 uur en een piek tussen 14:00 en 16:00 uur (figuur 5.5). Tussen 21:00 en 7:00 uur zijn op Natuurbrug Slabroek wel passages van recreanten geregistreerd, maar deze zijn in aantal zeer gering.

De piramidevorm van de grafieken met een duidelijke piek midden op de middag (figuur 5.3-5.5) maakt opnieuw duidelijk dat beide natuurbruggen nadrukkelijk recreatief wandel- en fietsverkeer faciliteren. Immers, als de natuurbruggen vooral voor woon-werkverkeer zouden worden benut, is een ochtend- en avondpiek te verwachten.



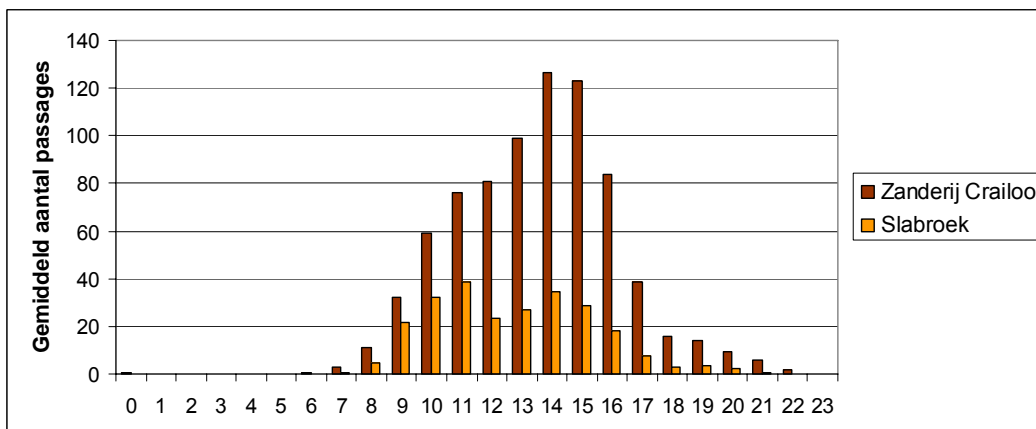
**Figuur 5.3**

Het gemiddeld aantal passages van recreanten per uur voor alle weekdays samen (maandag-zondag) op Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek.



**Figuur 5.4**

Het gemiddeld aantal passages van recreanten per uur voor de doordeweekse dagen (maandag-vrijdag) op Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek.

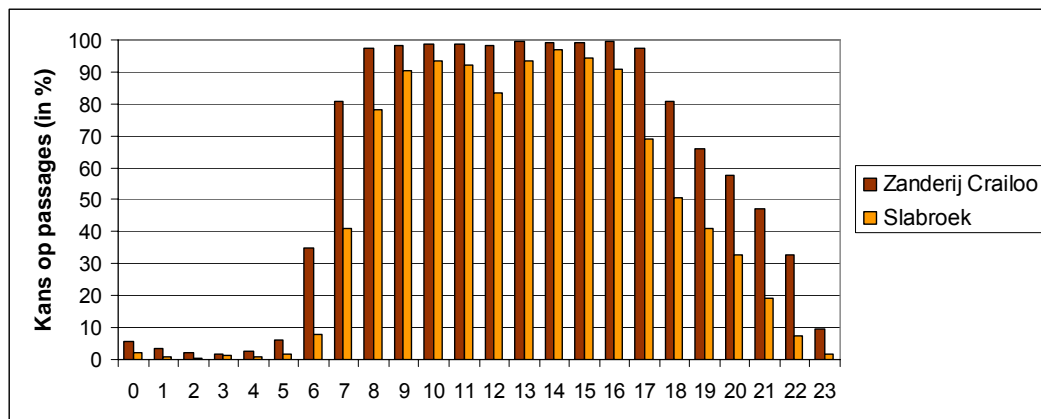


**Figuur 5.5**

Het gemiddeld aantal passages van recreanten per uur voor de weekenddagen (zaterdag-zondag) op Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek.

Op Natuurbrug Zanderij Crailoo neemt de trefkans van voetgangers/fietsers/ruiters, berekend over alle dagen van de week, snel toe vanaf circa 6:00 uur. Tussen 8:00 en 18:00 uur is de trefkans nagenoeg 100% (figuur 5.6). Op ieder uur van de dag kunnen dus, het hele jaar door, mensen op deze natuurbrug worden aangetroffen. Na 18:00 uur daalt de trefkans circa 10-15% per uur, maar ook na 23:00 uur is de kans op het treffen van passerende recreanten gemiddeld nog circa 10%. In de nachtelijke uren (0:00 tot 6:00 uur) varieert de trefkans tussen 2% en 6%. Bij vergelijking van de trefkansen op doordeweekse dagen met de dagen in het weekend valt op te maken dat de natuurbrug ook voor woon-werkverkeer wordt gebruikt: de trefkans tussen 7:00 en 8:00 uur is op doordeweekse dagen significant hoger dan in het weekend (90% versus 58%).

Op Natuurbrug Slabroek neemt de trefkans van voetgangers/fietsers/ruiters, berekend over alle dagen van de week, snel toe vanaf circa 7:00 uur. Tussen 9:00 en 16:00 uur schommelt de trefkans rond de 90% (figuur 5.6). Op ieder uur van de dag is de kans dus groot om mensen op deze natuurbrug aan te treffen. Na 16:00 uur daalt de trefkans snel naar circa 50% rond 18:00 uur. Na dat tijdstip daalt de trefkans circa 10-15% per uur. Na 23:00 uur is de kans op het treffen van passerende recreanten gemiddeld circa 1%. In de nachtelijke uren (0:00 tot 6:00 uur) varieert de trefkans tussen 0% en 2%.



**Figuur 5.6**

*De trefkans van voetgangers/fietsers en ruiters per uur voor alle weekdays samen (maandag-zondag) op Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek.*





**Foto 16**

*Hardlopers passeren Natuurbrug Zanderij Crailoo (© E. van der Grift).*

## **5.2 Recreanten in gesloten deel natuurbrug**

### **Natuurbrug Zanderij Crailoo**

Op Natuurbrug Zanderij Crailoo begeven passerende voetgangers/fietsers zich soms buiten de paden en betreden dan het voor publiek gesloten deel van de natuurbrug. Per jaar betreft dit gemiddeld 150 voetgangers/fietsers (figuur 5.7). Deze betredingen van het voor publiek gesloten deel van de natuurbrug betreft alleen 'bezoeken'.

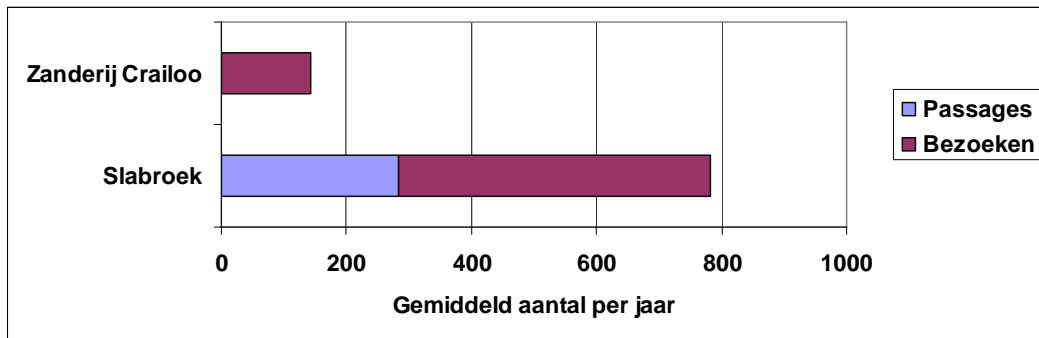
De looprichtingen van een groot deel van de sporen - vanaf het raster ten noorden van sector 5 naar de zuidkant van het sporenbed en terug - suggereren dat veel mensen even 'een kijkje' op de natuurbrug willen nemen en hiervoor over het raster tussen de recreatieve paden en het voor recreanten gesloten deel van de natuurbrug stappen. Loopsporen op sporenbed D (zie figuur 3.2) die slechts in één richting gaan vanaf het raster naast sector 5 richting sector 9 of omgekeerd, suggereren dat het gesloten deel van de natuurbrug ook door mensen wordt betreden om een doorsteek te maken richting (of vanaf) de recreatieve paden rond de waterplassen in het lage deel van de zanderij.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Met cameravallen zijn in 2009 beide typen 'bezoeken' aan het voor publiek gesloten deel van de natuurbrug bevestigd: mensen die over het raster stappen langs het pad over de natuurbrug en naar het einde van het sporenbed wandelen en terug, en mensen die datzelfde doen maar niet terugkeren of mensen die vanuit de vallei het sporenbed aan de zuidkant betreden en aan het eind van het sporenbed over het raster stappen om het pad op de natuurbrug te gaan volgen.

Naar verwachting heeft het onderzoek zelf enig effect gehad op het aantal mensen dat het gesloten deel van de natuurbrug heeft betreden. De sporenbedden prikkelen wellicht de nieuwsgierigheid en lijken door sommigen - ondanks de aanwezigheid van een raster - als paden te zijn geïnterpreteerd.

### Natuurbrug Slabroek

Op Natuurbrug Slabroek begeven zowel passerende voetgangers/fietsers als passerende ruiters zich soms buiten de paden en betreden dan het voor publiek gesloten deel van de natuurbrug. Per jaar betreft dit gemiddeld bijna 800 voetgangers/fietsers/ruiters (figuur 5.7). Daarnaast wordt de natuurbrug incidenteel gebruikt door motorrijders. Het buiten het pad treden door ruiters heeft er inmiddels toe geleid dat er een hoefslag gevormd is op het centrale deel van de natuurbrug (foto 17).



**Figuur 5.7**

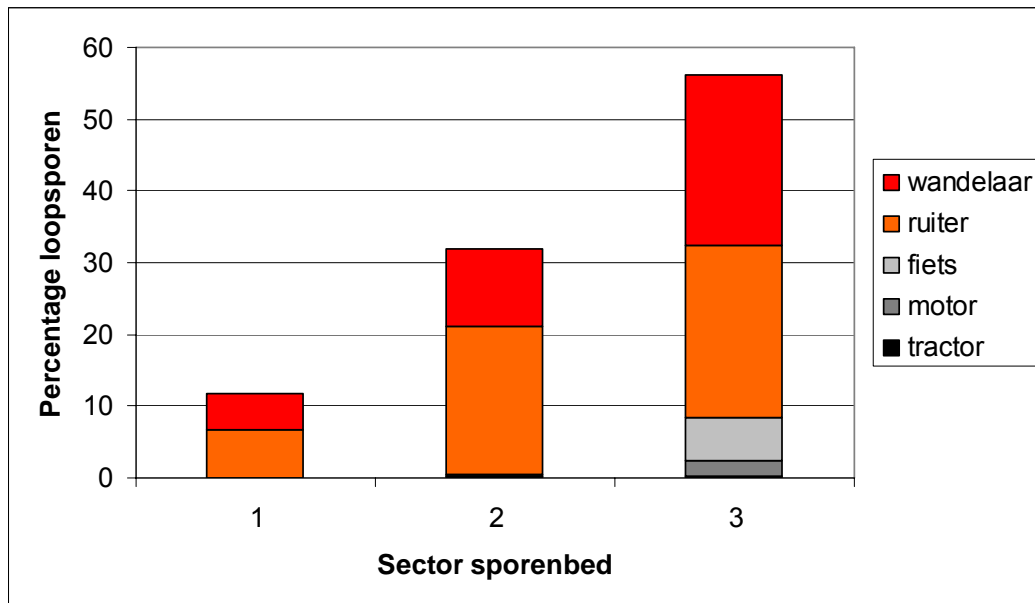
*Het gemiddeld aantal passages en bezoeken per jaar van mensen op Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek.*



**Foto 17**

*Hoefslag gevormd door passerende ruiters op Natuurbrug Slabroek (© E. van der Grift).*

De meeste sporen van mensen zijn in de zuidelijke zone van de natuurbrug aangetroffen - direct noord of zuid van het voet-/fietspad - en in het midden van de natuurbrug. De noordelijke zone, die het verst weg ligt van het pad, is het minst door mensen betreden (figuur 5.8).



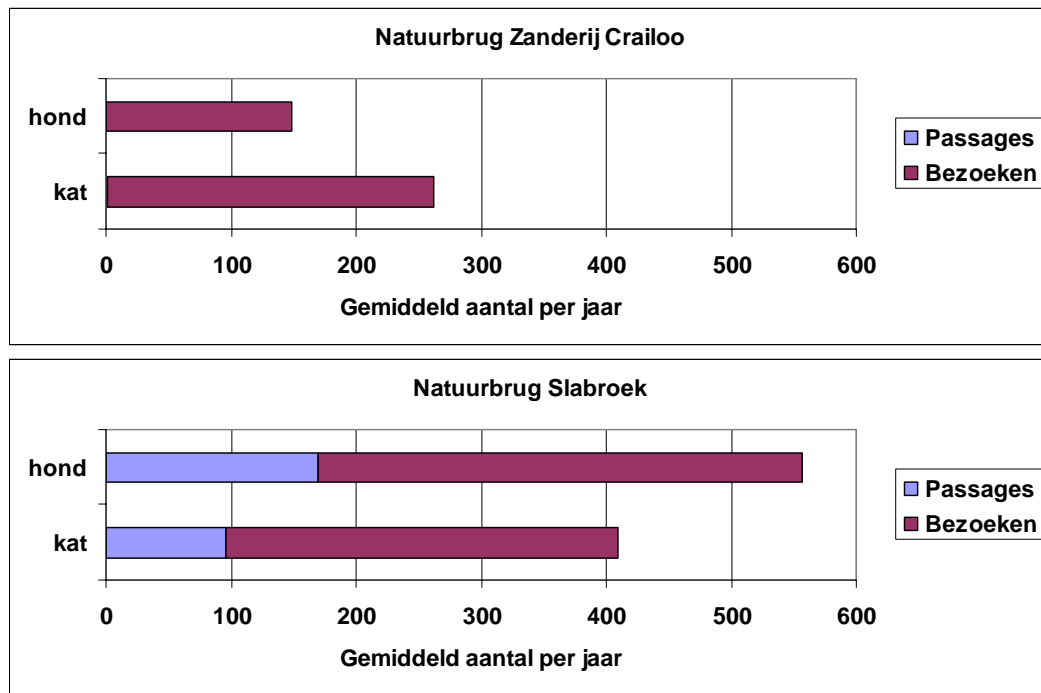
**Figuur 5.8**

*Het aantal sporen van mensen buiten het pad op Natuurbrug Slabroek per sector.*

### 5.3 Huisdieren op de natuurbrug

#### Natuurbrug Zanderij Crailoo

Op Natuurbrug Zanderij Crailoo zijn regelmatig sporen van hond en kat aangetroffen. Voor de natuurbrug als geheel zijn van de hond op basis van de in dit onderzoek gehanteerde beslisregels alleen ‘bezoeken’ vastgesteld omdat nooit tegelijkertijd op alle vier sporenbedden een loopspoor in dezelfde richting is geregistreerd (figuur 5.9). Het gemiddeld aantal bezoeken per jaar van honden aan de natuurbrug is circa 150 op basis van de op de sporenbedden geregistreerde sporen. Naar verwachting betreft het merendeel van deze bezoeken feitelijk passages. De honden die de sporenbedden hebben belopen horen in de meeste gevallen immers bij wandelaars/fietsers die de natuurbrug oversteken. Naar verwachting ligt het werkelijke aantal passages hoger omdat de sporen van honden die tijdens de hele oversteek het voet-/fietspad volgen niet geregistreerd zijn. Dit wordt ondersteund door de schatting van het aantal passerende honden op basis van directe observaties. Tijdens 134 uur observaties passeerden er vier honden. Omgerekend betekent dit dat gemiddeld circa 260 honden per jaar de natuurbrug passeren.



**Figuur 5.9**

*Het gemiddeld aantal passages en bezoeken per jaar van huisdieren op Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek.*

Op Natuurbrug Zanderij Crailoo is op basis van de loopsporen slechts eenmaal een volledige passage van een kat vastgesteld. In alle overige gevallen zijn de loopsporen geïnterpreteerd als 'bezoeken' omdat op die momenten niet tegelijkertijd op alle vier sporenbedden een loopspoor in dezelfde richting is geregistreerd (figuur 5.9). Het gemiddeld aantal bezoeken per jaar van katten aan de natuurbrug is circa 250 op basis van de in de sporenbedden geregistreerde sporen. Naar verwachting ligt het werkelijke aantal hoger omdat de sporen van katten die het voet-/fietspad volgen niet geregistreerd zijn.

### **Natuurbrug Slabroek**

Op Natuurbrug Slabroek zijn regelmatig sporen van hond en kat aangetroffen. Op basis van de in dit onderzoek gehanteerde beslisregels zijn 75 'passages' en 171 'bezoeken' van honden vastgesteld (figuur 5.9). Naar verwachting betreft het merendeel van de bezoeken feitelijk passages. De schatting is dan ook dat gemiddeld circa 550 honden per jaar via het niet voor publiek opengestelde deel van de natuurbrug passeren. Op basis van de in dit onderzoek gehanteerde beslisregels zijn 39 'passages' en 127 'bezoeken' van katten vastgesteld (figuur 5.9). Naar verwachting betreft het merendeel van de bezoeken feitelijk passages. De schatting op basis van de in de sporenbedden geregistreerde sporen is dan ook dat gemiddeld circa 400 katten per jaar via de natuurbrug passeren. Naar verwachting ligt het werkelijke aantal hoger omdat de sporen van katten die het voet-/fietspad volgen niet geregistreerd zijn.

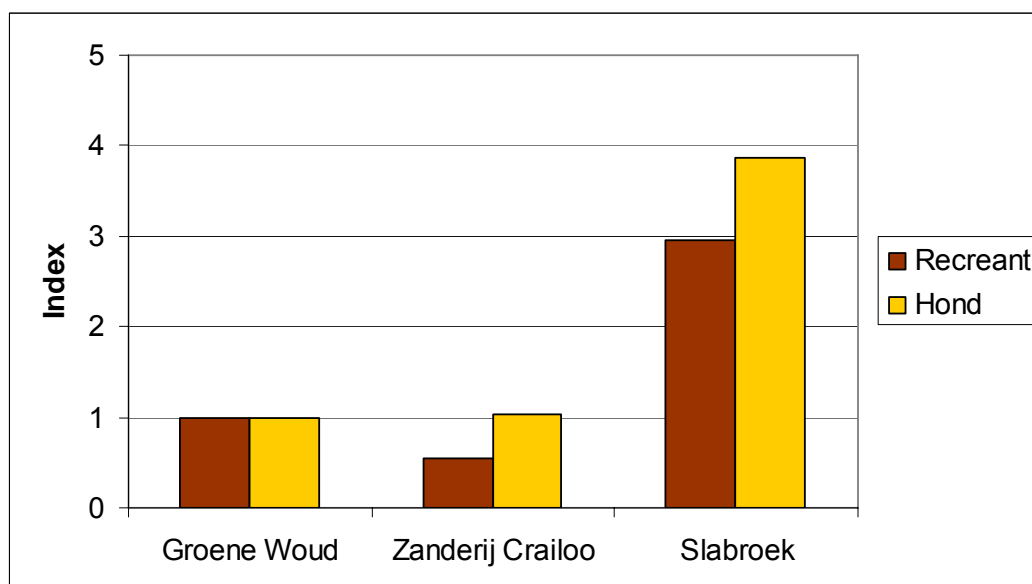


**Foto 18**

*Een kat passeert Natuurbrug Zanderij Crailoo (© E. van der Grift/Alterra).*

## **5.4 Vergelijking met ecoduct zonder recreatief medegebruik**

Hoewel Natuurbrug Groene Woud niet toegankelijk is voor recreanten, zijn er toch frequent mensen op de natuurbrug geregistreerd. De schatting is dat gemiddeld 265 mensen per jaar de natuurbrug oversteken of aandoen. Als we deze cijfers vergelijken met de situatie op Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek, dan valt op dat - hoewel veel meer recreanten deze ecoducten passeren - het aantal mensen in de niet voor mensen opengestelde delen van deze natuurbruggen relatief gering is (figuur 5.10). Op Natuurbrug Zanderij Crailoo passeren half zo veel mensen via de voor mensen niet toegankelijke zone dan dat er passeren over Natuurbrug Groene Woud. Op Natuurbrug Slabroek passeren driemaal zo veel mensen via de voor mensen niet toegankelijke zone dan dat er passeren over Natuurbrug Groene Woud. Deze cijfers zijn gering omdat circa 700 en 200 maal meer mensen gebruik maken van respectievelijk Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek.



**Figuur 5.10**

*Geïndexeerde aantallen recreanten en honden - Natuurbrug Groene Woud = 1 - op een niet voor publiek opengesteld ecoduct (Natuurbrug Groene Woud) en in de niet toegankelijke zone op twee wel voor publiek opengestelde ecoducten (Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek).*

De aanleg van paden voor recreanten op de natuurbruggen heeft dus een sterk sturende werking: circa 99,9% (Natuurbrug Zanderij Crailoo) en 98,5% (Natuurbrug Slabroek) van de recreanten die deze natuurbruggen passeren doen dit via het pad. Het verschil tussen Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek is naar verwachting vooral te verklaren door de aanwezigheid van de afrastering - in combinatie met een lage grondwal en struweel - die op Natuurbrug Zanderij Crailoo geplaatst is tussen het gecombineerde fiets-/voetpad en ruitpad en het niet toegankelijke deel van de natuurbrug. Het effect is dat, in vergelijking met Natuurbrug Slabroek, er zesmaal minder mensen het niet toegankelijke deel van de natuurbrug betreden, hoewel er jaarlijks driemaal meer mensen gebruik maken van Natuurbrug Zanderij Crailoo.

In veel gevallen passeren mensen de natuurbruggen samen met een hond. De schatting is dat gemiddeld 144 honden per jaar Natuurbrug Groene Woud oversteken. Op Natuurbrug Zanderij Crailoo - die in zijn geheel verboden terrein is voor honden - betreedt een vergelijkbaar aantal de voor mensen niet toegankelijke delen van de natuurbrug. Dit is circa 50% van het totale aantal honden dat naar schatting deze natuurbrug passeert. De aanleg van een recreatief pad en een afrastering is dus beduidend minder sturend voor honden dan voor mensen. Op Natuurbrug Slabroek - waar honden op het pad zijn toegestaan - passeren circa viermaal zoveel honden via de niet toegankelijke delen van de natuurbrug dan dat er passeren over Natuurbrug Groene Woud. Hoe dit aantal zich verhoudt ten opzichte van het totaal aantal honden dat Natuurbrug Slabroek passeert is niet duidelijk, omdat het totaal aantal honden dat deze natuurbrug passeert onbekend is.

## 6 Resultaten

### 6.1 Soortensamenstelling op de ecoducten

#### 6.1.1 Natuurbrug Zanderij Crailoo

Op Natuurbrug Zanderij Crailoo zijn in de periode 2007-2008 tien soorten middelgrote en grote zoogdieren geregistreerd (tabel 6.1). Op de sporenbedden in de omgeving van de natuurbrug zijn negen soorten geregistreerd: de Hermelijn is wel op het ecoduct maar niet in de omgeving waargenomen. Voor alle soorten die tijdens het onderzoek in de omgeving van Natuurbrug Zanderij Crailoo zijn waargenomen, is dus gebruik van het ecoduct vastgesteld.



**Foto 19**

*Een Vos, Das, Haas en groep Reeën passeren Natuurbrug Zanderij Crailoo (© E. van der Grift/Alterra).*

#### 6.1.2 Natuurbrug Slabroek

Op Natuurbrug Slabroek zijn in de periode 2007-2008 acht soorten middelgrote en grote zoogdieren geregistreerd (tabel 6.1). Op de sporenbedden in de omgeving van de natuurbrug zijn negen soorten geregistreerd. De steenmarter is (incidenteel) wel in de omgeving maar niet op het ecoduct geregistreerd. Voor 90% van alle soorten die tijdens het onderzoek in de omgeving van Natuurbrug Slabroek zijn waargenomen, is dus gebruik van het ecoduct vastgesteld.

**Tabel 6.1**

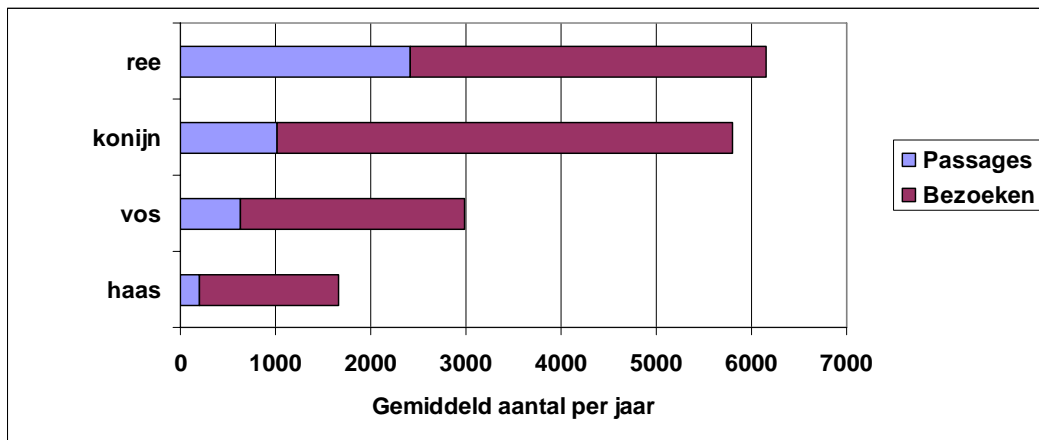
De soorten middelgrote en grote zoogdieren waarvan loopsporen op en in de omgeving van Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek zijn geregistreerd.

Soort	Natuurbrug Zanderij Crailoo		Natuurbrug Slabroek	
	Op ecoduct	In omgeving	Op ecoduct	In omgeving
Ree	X	X	X	X
Vos	X	X	X	X
Das	X	X	X	X
Boommarter	X	X	-	-
Steenmarter	-	-	-	X
Bunzing	X	X	X	X
Hermelijn	X	-	-	-
Haas	X	X	X	X
Konijn	X	X	X	X
Eekhoorn	X	X	X	X
Egel	X	X	X	X

## 6.2 Frequentie van het gebruik per soort

### 6.2.1 Natuurbrug Zanderij Crailoo

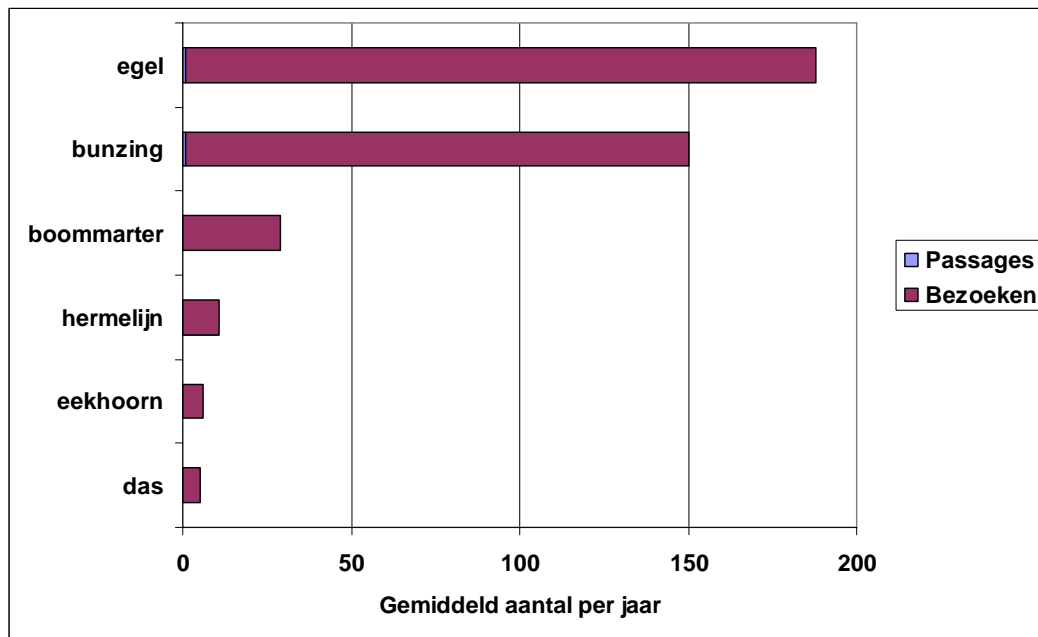
Figuur 6.1 geeft voor Natuurbrug Zanderij Crailoo een overzicht van het geschatte aantal passages en bezoeken per jaar voor Ree, Vos, Konijn en Haas. Figuur 6.2 geeft een overzicht van het geschatte aantal passages en bezoeken per jaar voor de overige met behulp van de sporenbedden geregistreerde zoogdiersoorten. De schattingen van passages en bezoeken voor de Hermelijn in de figuren zijn inclusief de schattingen van passages en bezoeken voor 'kleine marter'.



**Figuur 6.1**

Het gemiddeld aantal passages en bezoeken per jaar van Ree, Konijn, Vos en Haas op Natuurbrug Zanderij Crailoo.





**Figuur 6.2**

*Het gemiddeld aantal passages en bezoeken per jaar van Egel, Bunzing, Boommarter, Hermelijn, Eekhoorn en Das op Natuurbrug Zanderij Crailoo.*

## Ree

Op Natuurbrug Zanderij Crailoo zijn dagelijks gemiddeld zes tot zeven passages van Reeën waargenomen. Op de afzonderlijke ecoducten over het spoor en de Naarderweg is dit aantal circa negen passages van Reeën per dag. Het lagere aantal passages voor de natuurbrug ten opzichte van het aantal passages op de afzonderlijke ecoducten suggereert dat niet alle dieren de gehele oversteek maken van het Spanderswoud naar de Bussummerheide of vice versa. Het grootste deel van de dieren lijkt dat echter wel te doen. Tevens is er geen groot verschil in het aantal passages tussen de beide ecoducten. Behalve een hoge frequentie aan passages is ook sprake van een hoge frequentie aan bezoeken, waarbij wel één of meerdere sporenbedden zijn betreden, maar uit de sporen niet is gebleken dat de (gehele) natuurbrug door de dieren is overgestoken. Op Natuurbrug Zanderij Crailoo zijn, naast de passages, dagelijks gemiddeld tien bezoeken van Reeën waargenomen. Op de afzonderlijke ecoducten over het spoor en de Naarderweg is dit aantal circa vijf bezoeken van Reeën per dag. Behalve volwassen dieren zijn op de natuurbrug ook (de sporen van) reekalfjes waargenomen. In 2007 en 2008 zijn respectievelijk 13 en 60 loopsporen van een reekalf op de natuurbrug geregistreerd.



**Foto 20**

*Een Ree passeert het sporenbed aan de westzijde van Natuurbrug Zanderij Crailoo (© E. van der Grint/Alterra).*

### **Konijn**

Op Natuurbrug Zanderij Crailoo zijn dagelijks gemiddeld twee tot drie passages van Konijnen waargenomen. Op de afzonderlijke ecoducten over het spoor en de Naarderweg is dit aantal respectievelijk drie tot vier en acht passages van Konijnen per dag. Er is dus een groot verschil in het aantal passages tussen de beide ecoducten, waarbij de meeste bewegingen op het kortere ecoduct over de Naarderweg lijken plaats te vinden. Dit komt overeen met de verwachtingen, omdat de lengte van Ecoduct Spoor (circa 135 m) de gemiddelde maximale loopafstand van Konijnen vanaf de burcht (circa 50 m) ruim overtreft. Tijdens dagelijkse foerageerbewegingen is het dus niet vanzelfsprekend dat een Konijn die Ecoduct Spoor betreedt deze ook helemaal oversteekt. Voor Ecoduct Naarderweg is dit veel waarschijnlijker gezien de beperkte lengte van dit ecoduct (35 m). De geringe dagelijkse loopafstanden van Konijnen maken ook dat het aantal geschatte passages van de gehele natuurbrug naar verwachting een overschatting is van de werkelijkheid. Het relatief hoge aantal Konijnen dat rond de natuurbrug leeft maakt het zeer waarschijnlijk dat tijdens een opname op alle vier sporenbedden loopsporen van Konijnen in dezelfde looprichting kunnen worden geregistreerd, maar dat deze loopsporen van verschillende individuen afkomstig zijn. Naar verwachting is het werkelijke aantal passages van de hele natuurbrug door Konijnen daarom lager dan op basis van de hier gehanteerde beslisregels is geschat. Op Natuurbrug Zanderij Crailoo zijn, naast de passages, dagelijks gemiddeld dertien bezoeken van Konijnen waargenomen. Op de afzonderlijke ecoducten over het spoor en de Naarderweg is dit aantal respectievelijk circa acht en zeven bezoeken van Konijnen per dag. Dit relatief hoge aantal geregistreerde bezoeken komt overeen met de waarneming dat Konijnen geregeld langere tijd verblijven op en rond de sporenbedden en deze dan meerdere malen passeren zonder de natuurbrug over te steken.



**Foto 21**

*Een Vos betreedt Natuurbrug Zanderij Crailoo vanuit het oosten (© E. van der Grift/Alterra).*

### **Vos**

Op Natuurbrug Zanderij Crailoo zijn dagelijks gemiddeld circa twee passages van Vossen waargenomen. Op de afzonderlijke ecoducten over het spoor en de Naarderweg is dit aantal twee tot drie passages van Vossen per dag. Er is dus geen groot verschil in het aantal passages tussen de beide ecoducten. Op Natuurbrug Zanderij Crailoo zijn, naast de passages, dagelijks gemiddeld zes tot zeven bezoeken van Vossen waargenomen. Op de afzonderlijke ecoducten over het spoor en de Naarderweg is dit aantal circa drie tot vier bezoeken van Vossen per dag.

### **Haas**

Op Natuurbrug Zanderij Crailoo is dagelijks gemiddeld minder dan één passage van Hazen waargenomen. Op de afzonderlijke ecoducten over het spoor en de Naarderweg is dit aantal circa één passage van Hazen per dag. Er is dus geen groot verschil in het aantal passages tussen de beide ecoducten. Op Natuurbrug Zanderij Crailoo zijn, naast de passages, dagelijks gemiddeld vier bezoeken van Hazen waargenomen. Op de afzonderlijke ecoducten over het spoor en de Naarderweg is dit aantal circa twee bezoeken van Hazen per dag.

### **Egel**

De Egel is een geregelde bezoeker van Natuurbrug Zanderij Crailoo. Gedurende het onderzoek zijn van deze soort 233 loopsporen vastgesteld op de sporenbedden. De schatting is echter dat er maar één passage van de Egel per jaar plaatsvindt op basis van de in dit onderzoek gehanteerde beslisregels voor het identificeren van een 'passage'. Alle andere sporen zijn slechts geïnterpreteerd als 'bezoek' omdat niet tegelijkertijd op alle vier sporenbedden een loopspoor in dezelfde looprichting is aangetroffen. Een loopspoor van een Egel kan echter snel worden gemist, zeker wanneer een sporenbed sterk overlopen is door bijvoorbeeld Vos of Konijn. Tevens is het aannemelijk dat de Egel minder vaak leesbare sporen achterlaat op de sporenbedden dan de hiervoor besproken diersoorten en dat de sporen sneller eroderen/verdwijnen. Ook is het mogelijk dat de

soort een deel van de oversteek via het voet-/fietspad aflegt, zoals bijvoorbeeld ook voor de Vos via directe observatie is vastgesteld. De verwachting is dan ook dat het werkelijke aantal passages van de Egel hoger ligt.

### **Bunzing**

De Bunzing is, net als de Egel, een geregelde bezoeker van de natuurbrug, hoewel dit niet direct uit het geschatte aantal passages is op te maken. Gedurende het onderzoek zijn van deze soort 169 loopsporen vastgesteld op de sporenbedden. De schatting is echter dat er maar één passage van de Bunzing per jaar plaatsvindt op basis van de in dit onderzoek gehanteerde beslisregels voor het identificeren van een 'passage'. Alle andere sporen zijn slechts geïnterpreteerd als 'bezoek' omdat niet tegelijkertijd op alle vier sporenbedden een loopspoor in dezelfde looprichting werd aangetroffen. Een loopspoor van een Bunzing kan echter, net als die van de Egel, snel worden gemist, zeker wanneer een sporenbed sterk overlopen is door bijvoorbeeld Vos of Konijn. Tevens is het mogelijk dat de soort een deel van de oversteek via het voet-/fietspad aflegt, zoals bijvoorbeeld ook voor de Vos via directe observatie is vastgesteld. De verwachting is dan ook dat het werkelijke aantal passages van de Bunzing hoger ligt.

### **Boommarter**

In september 2007 zijn voor het eerst sporen van de Boommarter op de natuurbrug aangetroffen. De overige waarnemingen van sporen van de Boommarter vonden plaats in oktober 2007, januari 2008, februari 2008, maart 2008 en juli 2008. In totaal zijn er gedurende het onderzoek op de natuurbrug 34 loopsporen van de Boommarter geregistreerd. Omdat niet tegelijkertijd op alle vier sporenbedden een loopspoor in dezelfde looprichting is aangetroffen is op basis van de in dit onderzoek gehanteerde beslisregels geen passage van de gehele natuurbrug verondersteld. Het is echter aannemelijk dat, voor een mobiele soort als de Boommarter, meerdere als bezoeken geïnterpreteerde waarnemingen feitelijk passages betreffen. De loopsporen van de Boommarter zijn op vijftien verschillende dagen op één of meerdere sporenbedden op de natuurbrug aangetroffen. Wanneer we aannemen dat het steeds één individu betrof en dat op al deze dagen de natuurbrug geheel is overgestoken dan is de schatting dat de soort gemiddeld circa 20 maal per jaar passeert. Vóór de aanleg van Natuurbrug Zanderij Crailoo zijn incidenteel zwerfende dieren op de Bussummer-/Westerheide aan de oostzijde van Zanderij Crailoo aangetroffen (P. van der Linden, mondelinge mededeling). In het Spanderswoud, aan de westzijde van Zanderij Crailoo, is de soort lange tijd niet (meer) waargenomen. Recent is hier echter verandering in gekomen. In maart 2008 is een jong vrouwtje dood gevonden op Landgoed Boekesteyn (H. Wijsman, mondelinge mededeling). In april 2008 is een verlaten latrineboom ontdekt in het Spanderswoud, gevolgd door de waarneming van een konijnenhol dat door Boommarters tijdelijk bewoond was geweest (Wijsman, 2008). Later in 2008 gedane vondsten van uitwerpselen en directe observaties van Boommarters elders in het Spanderswoud bevestigen de aanwezigheid van de soort (Wijsman, 2008). Na circa vijftien jaar afwezigheid lijkt de Boommarter het gebied ten westen van de natuurbrug dus opnieuw gekoloniseerd te hebben.

### **Hermelijn**

De loopsporen van de Hermelijn zijn slechts eenmaal op de natuurbrug aangetroffen. Daarnaast zijn acht loopsporen geregistreerd als 'kleine marter'. Omdat niet tegelijkertijd op alle vier sporenbedden een loopspoor in dezelfde looprichting is aangetroffen is voor de Hermelijn op basis van de in dit onderzoek gehanteerde beslisregels geen passage van de gehele natuurbrug verondersteld. Het is echter aannemelijk dat, voor een mobiele soort als de Hermelijn, meerdere als bezoeken geïnterpreteerde waarnemingen feitelijk passages betreffen. De loopsporen van de Hermelijn/'kleine marter' zijn op zeven verschillende dagen op één of meerdere sporenbedden op de natuurbrug aangetroffen. Wanneer we aannemen dat het steeds één individu betrof en dat op al deze dagen de natuurbrug geheel is overgestoken dan is de schatting dat de soort gemiddeld circa tien maal per jaar passeert. Het werkelijke aantal passages ligt naar verwachting echter hoger, omdat een loopspoor van een kleine marter snel kan worden gemist, zeker wanneer een sporenbed sterk overlopen is door bijvoorbeeld Vos of Konijn. Tevens is het aantal passages naar verwachting onderschat

omdat de soort een deel van de oversteek buiten de sporenbedden om aflegt, bij voorbeeld via het voet-/fietspad, zoals ook via directe observatie voor de Vos is vastgesteld.

### **Eekhoorn**

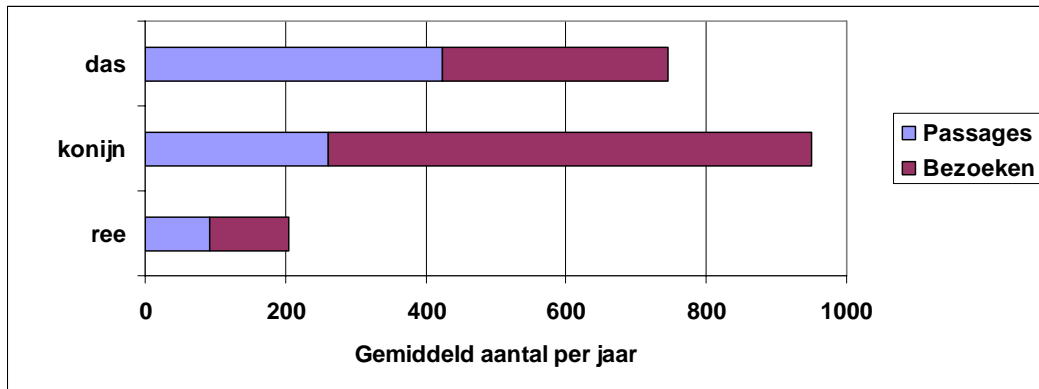
De loopsporen van de Eekhoorn zijn slechts zeer incidenteel op Natuurbrug Zanderij Crailoo aangetroffen. Gedurende het onderzoek zijn van deze soort zes loopsporen vastgesteld. Omdat niet tegelijkertijd op alle vier sporenbedden een loopspoor in dezelfde looprichting is aangetroffen is op basis van de in dit onderzoek gehanteerde beslisregels geen passage van de gehele natuurbrug verondersteld. Het is echter aannemelijk dat, voor een mobiele soort als de Eekhoorn, meerdere als bezoeken geïnterpreteerde waarnemingen feitelijk passages betreffen. De loopsporen van de Eekhoorn zijn op vier verschillende dagen op één of meerdere sporenbedden op de natuurbrug aangetroffen. Wanneer we aannemen dat het steeds één individu betrof en dat op al deze dagen de natuurbrug geheel is overgestoken dan is de schatting dat de soort gemiddeld circa zes maal per jaar passeert. Het werkelijke aantal passages ligt naar verwachting echter hoger, omdat een loopspoor van een Eekhoorn snel kan worden gemist, zeker wanneer een sporenbed sterk overlopen is door bijvoorbeeld Vos of Konijn.

### **Das**

Op 4 april 2008 zijn voor het eerst sporen van de Das op de natuurbrug aangetroffen. Drie dagen later deed de soort opnieuw de natuurbrug aan. Een derde registratie van dassensporen vond plaats op 22 mei 2008. In totaal is er gedurende het onderzoek van deze soort één loopspoor vastgesteld op sporenbed B en zijn er drie loopsporen vastgesteld op sporenbed D (zie figuur 3.2). Omdat niet tegelijkertijd op alle vier sporenbedden een loopspoor in dezelfde looprichting is aangetroffen, is op basis van de in dit onderzoek gehanteerde beslisregels geen passage van de gehele natuurbrug verondersteld. Het is echter aannemelijk dat, voor een mobiele soort als de Das, meerdere als bezoeken geïnterpreteerde waarnemingen feitelijk passages betreffen. Wanneer we aannemen dat het steeds één individu betrof en dat op alle drie dagen de natuurbrug geheel is overgestoken dan is de schatting dat de soort gemiddeld circa vier maal per jaar passeert. Vóór de aanleg van Natuurbrug Zanderij Crailoo is de soort zowel aan de oost- als westzijde van de zanderij lange tijd niet (meer) waargenomen. De dichtstbijzijnde - groeiende - populatie Dassen bevindt zich ten zuiden van Hilversum (Vink et al., 2008). Recente waarnemingen van Dassen in het Spanderswoud en de ten westen hiervan gelegen 's-Gravelandse Buitenplaatsen duiden op rekolonisatie van dit leefgebied door de soort. Rond 10 mei 2008 is door wandelaars een Das gezien in het Spanderswoud (M. van Bracht, mondelinge mededeling). Daarnaast is in het voorjaar van 2008 regelmatig een Das waargenomen op de buitenplaatsen in 's-Graveland (H. Langemaat, Natuurmonumenten, mondelinge mededeling). Inmiddels is vastgesteld dat de Das hier sinds najaar 2008 een burcht bewoont. Voortplanting is nog niet vastgesteld (H. Langemaat, Natuurmonumenten, mondelinge mededeling).

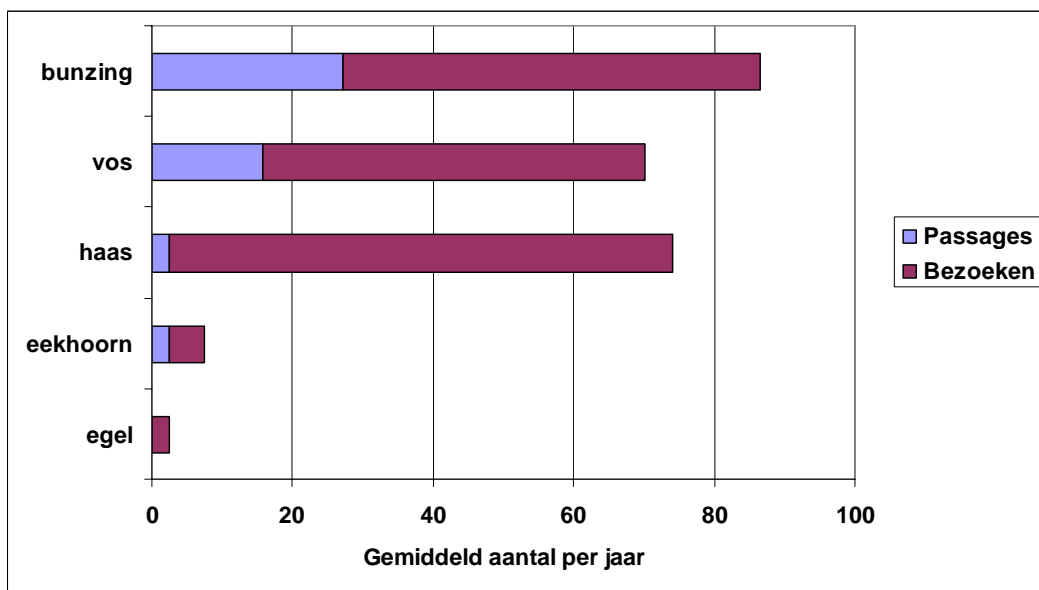
## **6.2.2 Natuurbrug Slabroek**

Figuur 6.3 geeft voor Natuurbrug Slabroek een overzicht van het geschatte aantal passages en bezoeken per jaar voor Das, Konijn en Ree. Figuur 6.4 geeft een overzicht van het geschatte aantal passages en bezoeken per jaar voor de overige met behulp van de sporenbedden geregistreerde zoogdiersoorten.



**Figuur 6.3**

*Het gemiddeld aantal passages en bezoeken per jaar van Das, Konijn en Ree op Natuurbrug Slabroek.*



**Figuur 6.4**

*Het gemiddeld aantal passages en bezoeken per jaar van Bunzing, Vos, Haas, Eekhoorn en Egel op Natuurbrug Slabroek.*

## Das

Op Natuurbrug Slabroek zijn dagelijks gemiddeld één tot twee passages van Dassen waargenomen. De Das is hiermee de soort die Natuurbrug Slabroek het frequentst passeert. Daarnaast is dagelijks gemiddeld één bezoek geregistreerd. Het is aannemelijk dat, voor een mobiele soort als de Das, veel van de als bezoeken geïnterpreteerde waarnemingen feitelijk passages betreffen. De natuurbrug ligt binnen het territorium van tenminste één dassengroep. Aan de oostzijde van rijksweg A50 is een bewoonde kraamburcht aanwezig. Aan de westzijde van de rijksweg zijn enkele bijburchten aangetroffen. Eén of meerdere individuen van deze dassengroep lijken de natuurbrug dagelijks te gebruiken tijdens foerageertochten. De frequente passages van de Das hebben er toe geleid dat er een dassenwissel op de natuurbrug is gevormd (foto 22).



**Foto 22**

*Een dassenwissel op Natuurbrug Slabroek (© E. van der Grift).*

### **Konijn**

Op Natuurbrug Slabroek is dagelijks circa één passage van Konijn waargenomen. Daarnaast zijn dagelijks circa twee bezoeken geregistreerd.

### **Ree**

Op Natuurbrug Slabroek is dagelijks minder dan één passage van Reeën waargenomen. Daarnaast is dagelijks minder dan één bezoek geregistreerd. Behalve volwassen dieren zijn op de natuurbrug ook driemaal (de sporen van) reekalfjes waargenomen.

### **Bunzing**

De Bunzing is een geregelde bezoeker van de natuurbrug, hoewel dit niet direct uit het geschatte aantal passages is op te maken. Het onderzoek wijst op circa 30 passages en 60 bezoeken van deze soort per jaar. Een loopspoor van een Bunzing kan echter snel worden gemist, zeker wanneer een sporenbed sterk overlopen is door bijvoorbeeld Konijn. Tevens is het mogelijk dat de soort een deel van de oversteek via het voet-/fietspad aflegt. De verwachting is dan ook dat het werkelijke aantal passages van de Bunzing hoger ligt.

### **Vos**

Op Natuurbrug Slabroek zijn slechts zeer incidenteel passages of bezoeken van Vossen waargenomen. De schatting is dat minder dan 20 dieren per jaar de natuurbrug passeren. Dit is wellicht een gevolg van de lage dichtheden waarin de soort rondom de natuurbrug voorkomt. Hierbij kan mogelijk ook de aanwezigheid van de Das, op en rondom de natuurbrug, een rol spelen.

## **Haas**

Op Natuurbrug Slabroek zijn slechts zeer incidenteel passages of bezoeken van Haas waargenomen. De schatting is dat minder dan tien Hazen per jaar de natuurbrug passeren.

## **Eekhoorn**

Op Natuurbrug Slabroek zijn slechts zeer incidenteel passages of bezoeken van Eekhoorn waargenomen. De schatting is dat minder dan tien Eekhoorns per jaar de natuurbrug passeren. Het is aannemelijk dat het werkelijke aantal passages hoger ligt, omdat een loopspoor van een Eekhoorn snel kan worden gemist, zeker wanneer een sporenbed sterk overlopen is door bijvoorbeeld Konijn.

## **Egel**

Op Natuurbrug Slabroek zijn slechts zeer incidenteel passages of bezoeken van Egel waargenomen. De schatting is dat minder dan tien Egels per jaar de natuurbrug passeren. Dit is wellicht een gevolg van de lage dichtheden waarin de soort rondom de natuurbrug voorkomt. Hierbij kan mogelijk ook de aanwezigheid van de Das, op en rondom de natuurbrug, een rol spelen.

### **6.2.3 Gebruik van de faunatunnels rondom Natuurbrug Slabroek**

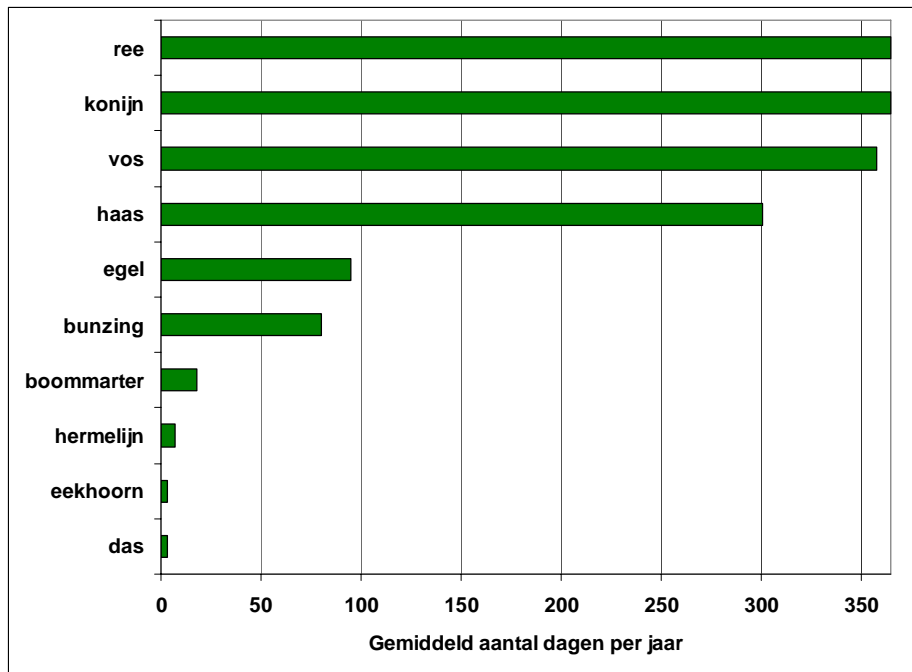
In de faunatunnels onder de A50 en Udenseweg rondom Natuurbrug Slabroek zijn in de periode 2007-2008 drie soorten middelgrote/grote zoogdieren geregistreerd: Das, Vos en Bunzing. Alleen voor de Das is vastgesteld dat de dieren de gehele infrastructurele bundel - dus zowel A50 als Udenseweg - zijn gepasseerd. Gemiddeld passeert deze soort beide verkeerswegen via de tunnels circa 35 maal per jaar. Voor Vos en Bunzing zijn slechts bezoeken geregistreerd in één of meerdere tunnels of zijn slechts passages waargenomen van één van beide wegen en niet de infrastructurele bundel als geheel.

## **6.3 Trefkans per soort**

### **6.3.1 Natuurbrug Zanderij Crailoo**

De trefkans van Ree en Konijn op Natuurbrug Zanderij Crailoo is 100% (figuur 6.5). Gemiddeld is er dus geen dag in het jaar dat de natuurbrug niet door één of meerdere individuen van deze soorten wordt betreden, al dan niet leidend tot een passage. Vos en Haas hebben ook een hoge trefkans: 358 en 301 dagen per jaar. De trefkans van Egel en Bunzing ligt tussen de 50 en 100 dagen per jaar. Alle overige soorten hebben een zeer lage trefkans, van 18 (Boommarter) tot 3 (Das) dagen per jaar.



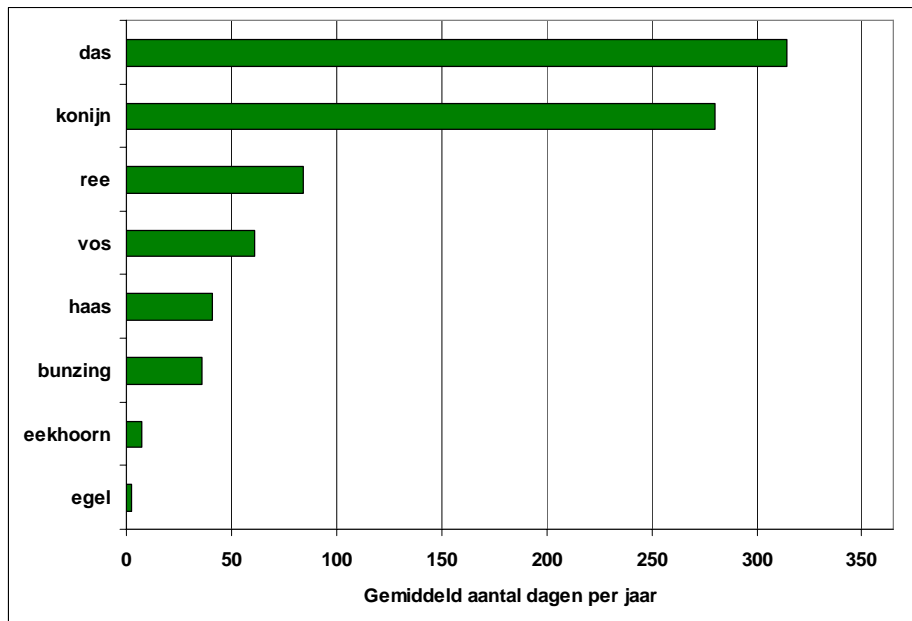


**Figuur 6.5**

*Het gemiddeld aantal dagen per jaar dat de soort op Natuurbrug Zanderij Crailoo kan worden aangetroffen.*

### 6.3.2 Natuurbrug Slabroek

De trefkans van soorten op Natuurbrug Slabroek is voor geen van de soorten 100% (figuur 6.6). Das en Konijn hebben de hoogste trefkans: respectievelijk 314 en 280 dagen per jaar. De trefkans van Vos en Ree ligt tussen de 50 en 100 dagen per jaar. Alle overige soorten hebben een lage trefkans, van 41 (Haas) tot 2 (Egel) dagen per jaar.



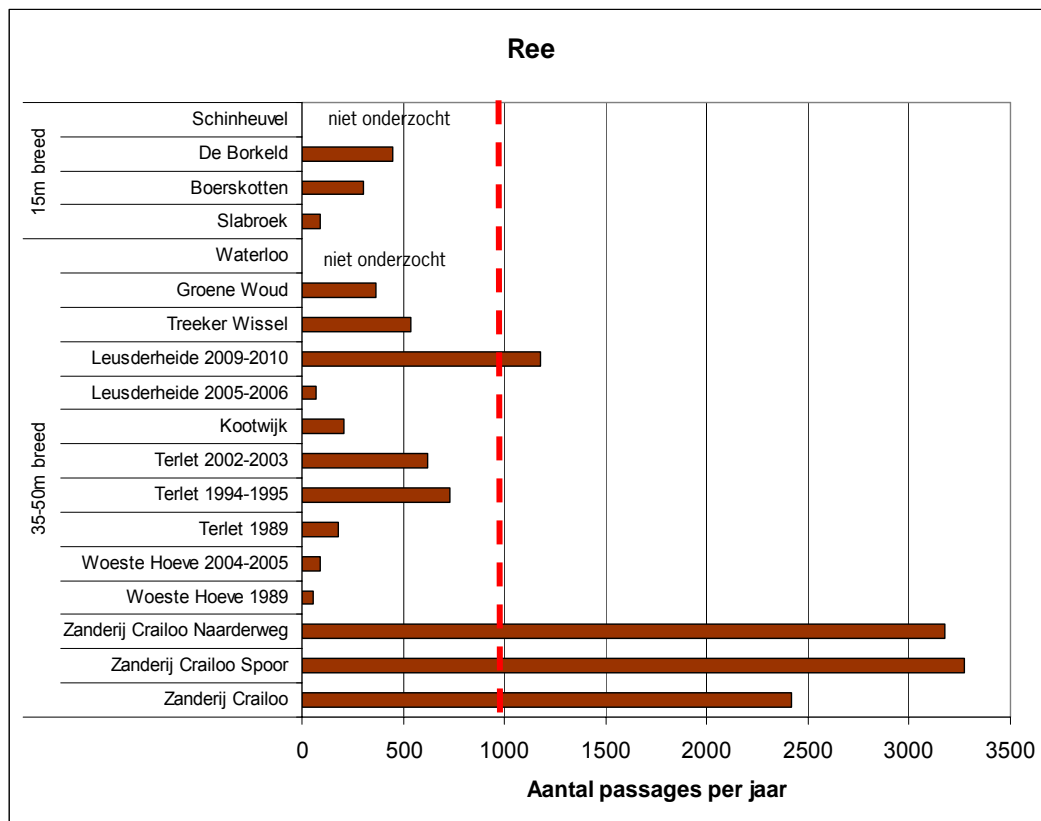
**Figuur 6.6**

*Het gemiddeld aantal dagen per jaar dat de soort op Natuurbrug Slabroek kan worden aangetroffen.*

## 6.4 Vergelijking met ecoducten elders in Nederland

Voor tien van de soorten die op één of beide ecoducten met recreatief medegebruik zijn aangetroffen, is een vergelijking gemaakt met de passagefrequentie op ecoducten elders in Nederland. Figuur 6.7 geeft de jaarlijkse passagefrequenties per ecoduct voor Ree. De figuren voor de overige soorten - Vos, Das, Boommarter, Bunzing, Hermelijn, Konijn, Haas, Eekhoorn en Egel - zijn opgenomen in bijlage 5.

Natuurbrug Zanderij Crailoo is wat betreft het gemiddeld aantal passages van Reeën per jaar koploper. Zowel het ecoduct over het spoor als het ecoduct over de Naarderweg faciliteren naar schatting meer dan 3000 passages van Ree per jaar. Voor de natuurbrug als geheel is de schatting dat bijna 2500 passages van Reeën per jaar plaatsvinden. Dit is ver boven het landelijk gemiddelde dat rond de 950 passages per jaar ligt. Behalve op Natuurbrug Zanderij Crailoo zijn alleen nog op ecoduct Leusderheide meer passages van Ree vastgesteld dan het landelijk gemiddelde. De passagefrequentie van Ree op Natuurbrug Slabroek is één van de laagst geregistreeerde in Nederland. Ook wanneer dit ecoduct alleen vergeleken wordt met ecoducten met een vergelijkbare breedte (15 m), is de passagefrequentie van Ree op Natuurbrug Slabroek het laagst.



**Figuur 6.7**

Schattingen van het aantal passages per jaar van Ree op bestaande ecoducten in Nederland. Het landelijk gemiddelde is aangegeven met een rode stippellijn.

Natuurbrug Zanderij Crailoo scoort goed wat betreft het gemiddeld aantal passages van Vossen per jaar. Zowel het ecoduct over het spoor als het ecoduct over de Naarderweg faciliteren naar schatting 900-1000 passages van Vossen per jaar. Voor de natuurbrug als geheel is de schatting dat meer dan 600 passages van Vossen per jaar plaatsvinden. Dit is boven het landelijk gemiddelde dat rond de 480 passages per jaar ligt. Alleen op de ecoducten Terlet (onderzoek 1989) en Leusderheide (onderzoek 2009-2010) zijn hogere

passagefrequenties van Vos geregistreerd. De passagefrequentie van Vos op Natuurbrug Slabroek is één van de laagst geregistreerde in Nederland. Ook wanneer dit ecoduct alleen vergeleken wordt met ecoducten met een vergelijkbare breedte (15 m), is de passagefrequentie van Vos op Natuurbrug Slabroek het laagst.

Natuurbrug Zanderij Crailoo scoort laag wat betreft het gemiddeld aantal passages van Dassen per jaar. Voor de natuurbrug als geheel is de schatting dat minder dan tien passages van Dassen per jaar plaatsvinden. Dit is onder het landelijk gemiddelde dat rond de 50 passages per jaar ligt. Deze lage score van Natuurbrug Zanderij Crailoo, in vergelijking met ecoducten elders in Nederland, is niet verrassend omdat de Das tot voor kort afwezig was in het gebied rondom deze natuurbrug en hier nu in slechts (zeer) lage aantallen voorkomt. De passagefrequentie van Das op Natuurbrug Slabroek is de hoogste in Nederland. De schatting is dat hier meer dan 450 passages van Dassen per jaar plaatsvinden. De natuurbrug ligt binnen het territorium van minimaal één dassengroep en wordt bijna dagelijks door deze dieren overgestoken. Behalve op Natuurbrug Slabroek zijn alleen nog op ecoduct Woeste Hoeve (onderzoek 2004-2005) meer passages van de Das vastgesteld dan het landelijk gemiddelde.

Natuurbrug Zanderij Crailoo scoort relatief goed wat betreft het gemiddeld aantal passages van de Boomarter per jaar. Voor de natuurbrug als geheel is de schatting dat circa 20 passages van Boomarters per jaar plaatsvinden. Dit is boven het landelijk gemiddelde dat op circa dertien passages per jaar ligt. Behalve op Natuurbrug Zanderij Crailoo zijn alleen nog op ecoduct Leusderheide meer passages van de Boomarter vastgesteld dan het landelijk gemiddelde. De absolute aantallen op beide ecoducten zijn echter nog (zeer) beperkt. Tevens is het landelijk gemiddelde gebaseerd op metingen op slechts zes ecoducten; op de overige ecoducten is de soort niet onderzocht of is de soort niet in de omgeving aanwezig. Rond Natuurbrug Slabroek komt de Boomarter op dit moment niet voor.

Natuurbrug Zanderij Crailoo scoort laag wat betreft het gemiddeld aantal passages van Bunzingen per jaar. Voor de natuurbrug als geheel is de schatting dat minder dan vijf passages van Bunzingen per jaar plaatsvinden. Dit is onder het landelijk gemiddelde dat bijna vijftien passages per jaar is. Het beeld is gunstiger als naar de afzonderlijke ecoducten over het spoor en de Naarderweg wordt gekeken, maar ook dan blijft het aantal passages minder (Ecoduct spoor) of slechts gelijk (Ecoduct Naarderweg) aan het landelijk gemiddelde. Deze lage score van Natuurbrug Zanderij Crailoo in vergelijking met ecoducten elders in Nederland is niet verrassend, omdat de Bunzing rond deze natuurbrug in slechts lage aantallen voorkomt. De passagefrequentie van Bunzing op Natuurbrug Slabroek is, samen met die op ecoduct Groene Woud de hoogste in Nederland. De schatting is dat hier bijna 30 passages van Bunzingen per jaar plaatsvinden. Wanneer dit ecoduct alleen vergeleken wordt met ecoducten met een vergelijkbare breedte (15 m), is de passagefrequentie van Bunzing op Natuurbrug Slabroek het hoogst.

Natuurbrug Zanderij Crailoo scoort gemiddeld wat betreft het gemiddeld aantal passages van Hermelijnen per jaar. Voor de natuurbrug als geheel is de schatting dat circa tien passages van Hermelijnen per jaar plaatsvinden. Dit is net boven het landelijk gemiddelde dat circa acht passages per jaar is. De hoogste passagefrequenties van Hermelijn zijn geregistreerd op de ecoducten Boerskotten (circa 20/jaar) en Groene Woud (circa 25/jaar). De absolute aantallen op de ecoducten zijn echter nog (zeer) beperkt. Dit is naar verwachting voor een belangrijk deel het gevolg van de beperkte geschiktheid van sporenbedden voor het registreren van de loopsporen van deze soort. Het aantal passages van Hermelijn zijn naar verwachting dan ook onderschat. Op Natuurbrug Slabroek is de Hermelijn niet geregistreerd.

Natuurbrug Zanderij Crailoo scoort goed wat betreft het gemiddeld aantal passages van Eekhoorn per jaar. Voor de natuurbrug als geheel is de schatting dat circa zes passages van de Eekhoorn per jaar plaatsvinden. Dit is net boven het landelijk gemiddelde dat circa vier passages per jaar is. Natuurbrug Slabroek scoort met circa twee passages van de Eekhoorn per jaar beneden het landelijk gemiddelde. De hoogste passagefrequenties van Eekhoorn zijn geregistreerd op ecoduct Boerskotten (circa 21/jaar). De absolute

aantallen op de ecoducten zijn nog (zeer) beperkt. Dit is naar verwachting voor een belangrijk deel het gevolg van de beperkte geschiktheid van sporenbedden voor het registreren van de loopsporen van deze soort. Het aantal passages van Eekhoorn zijn naar verwachting dan ook onderschat.

Natuurbrug Zanderij Crailoo scoort gemiddeld wat betreft het gemiddeld aantal passages van Konijn per jaar. Voor de natuurbrug als geheel is de schatting dat circa 1000 passages van Konijn per jaar plaatsvinden. Dit is net onder het landelijk gemiddelde dat circa 1500 passages per jaar is. De hoogste passagefrequenties van Konijn zijn geregistreerd op ecoduct Leusderheide in 2009-2010 (bijna 5000/jaar). De passagefrequentie van Konijn op Natuurbrug Slabroek is laag. De schatting is dat hier minder dan 300 passages van Konijn per jaar plaatsvinden. Wanneer dit ecoduct alleen vergeleken wordt met ecoducten met een vergelijkbare breedte (15 m), is de passagefrequentie van Konijn op Natuurbrug Slabroek min of meer gelijk aan het gemiddelde.

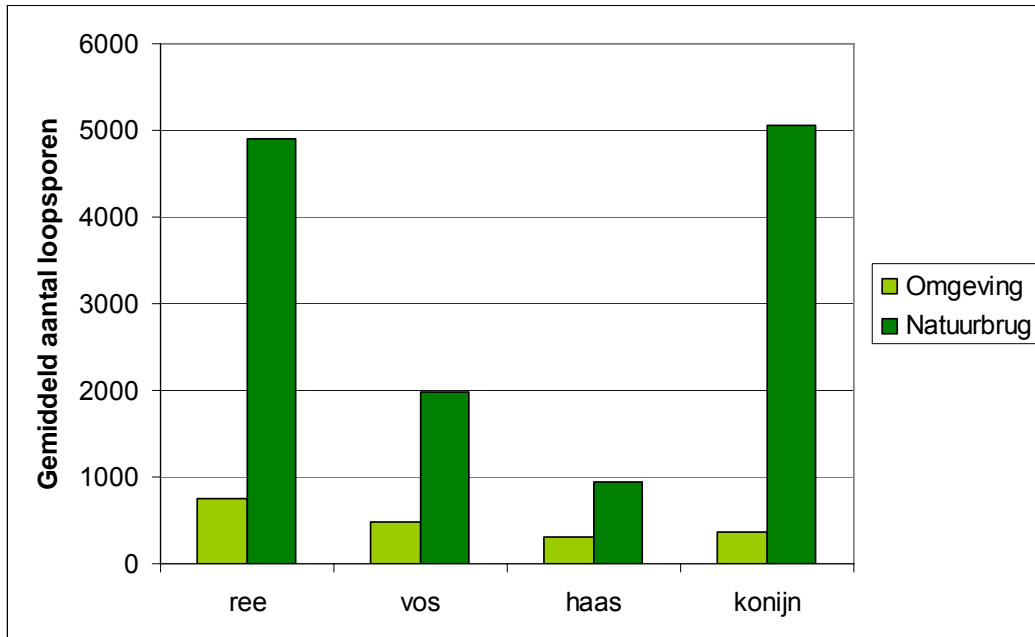
Natuurbrug Zanderij Crailoo scoort laag wat betreft het gemiddeld aantal passages van Haas per jaar. Voor de natuurbrug als geheel is de schatting dat circa 200 passages van Haas per jaar plaatsvinden. Dit is ver onder het landelijk gemiddelde dat circa 300 passages per jaar is. De hoogste passagefrequenties van Haas zijn geregistreerd op ecoduct Leusderheide in 2009-2010 (meer dan 700/jaar) en ecoduct Treeker Wissel (circa 600/jaar). De passagefrequentie van Haas op Natuurbrug Slabroek is zeer laag. De schatting is dat hier minder dan tien passages van Haas per jaar plaatsvinden. Ook wanneer dit ecoduct alleen vergeleken wordt met ecoducten met een vergelijkbare breedte (15 m), is de passagefrequentie van Haas op Natuurbrug Slabroek het laagst.

Natuurbrug Zanderij Crailoo scoort laag wat betreft het gemiddeld aantal passages van Egel per jaar. Voor de natuurbrug als geheel is de schatting dat minder dan vijf passages van Egel per jaar plaatsvinden. Dit is ver onder het landelijk gemiddelde dat circa 25 passages per jaar is. De hoogste passagefrequenties van Egel zijn geregistreerd op ecoduct Boerskotten (circa 125/jaar). Op Natuurbrug Slabroek zijn geen passages van de Egel geregistreerd.

## **6.5 Gevonden versus verwacht aantal loopsporen**

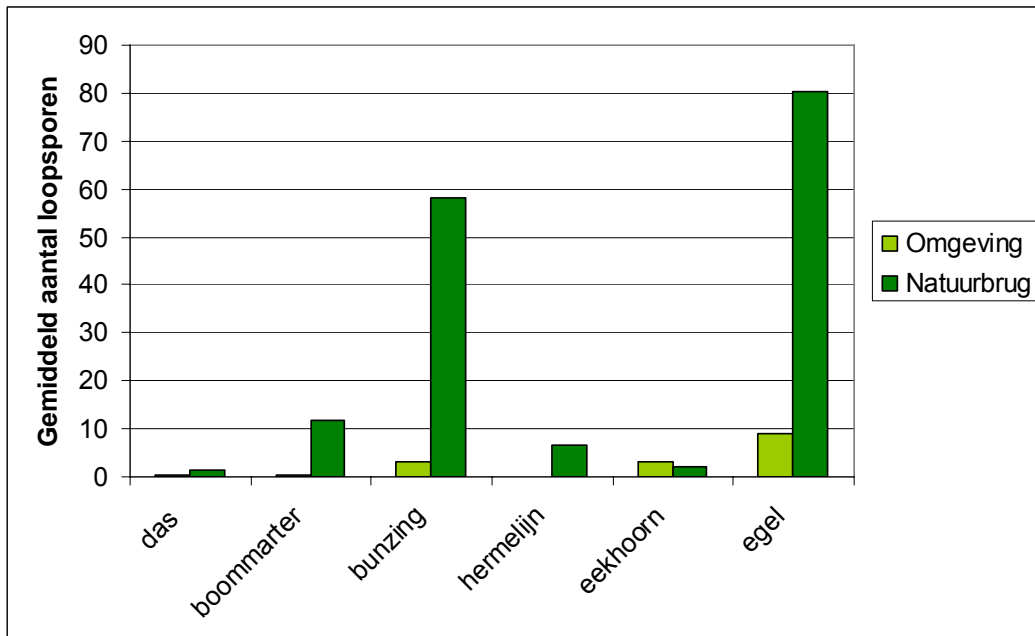
### **6.5.1 Natuurbrug Zanderij Crailoo**

De figuren 6.8 en 6.9 laten voor respectievelijk de zeer frequent en frequent tot incidenteel op de natuurbrug aangetroffen soorten zien hoe per soort het gemiddeld aantal loopsporen per jaar op een 50 m lang sporenbed zich verhoudt tot het gemiddeld aantal loopsporen per jaar op een vergelijkbaar sporenbed in de omgeving. De relatieve dichtheden van de zeer frequent op de natuurbrug geregistreerde soorten zijn drie (Haas) tot veertien (Konijn) maal hoger op de natuurbrug dan in de omgeving. Ook de minder frequent op de natuurbrug waargenomen soorten Egel en Bunzing zijn veel frequenter op de natuurbrug aangetroffen dan in de omgeving. Dit duidt erop dat de soorten vaker de natuurbrug aandoen dan men zou verwachten op basis van de relatieve dichtheden van de soorten in de omgeving. Er is voor al deze soorten, hoewel verschillend in omvang, sprake van 'stuwings' van faunabewegingen: er zijn meer dieren op de natuurbrug dan men op basis van toevaligheid zou verwachten. Ook voor de Das, Boommarter en Hermelijn zien we hogere relatieve dichtheden op de natuurbrug dan in de omgeving. Het aantal loopsporen is voor deze soorten echter nog te gering om goede schattingen te maken van het verschil in loopsporen op de natuurbrug en in de omgeving. De Eekhoorn is de enige soort die min of meer in gelijke relatieve dichtheden op de natuurbrug en in de omgeving is aangetroffen. Ook voor deze soort geldt dat het geringe aantal loopsporen het trekken van conclusies bemoeilijkt.



**Figuur 6.8**

Gemiddeld aantal loopsporen op een 50 m lang sporenbed per jaar van zeer frequent aangetroffen soorten op Natuurbrug Zanderij Crailoo en in de omgeving van deze natuurbrug in de periode 2007-2008.

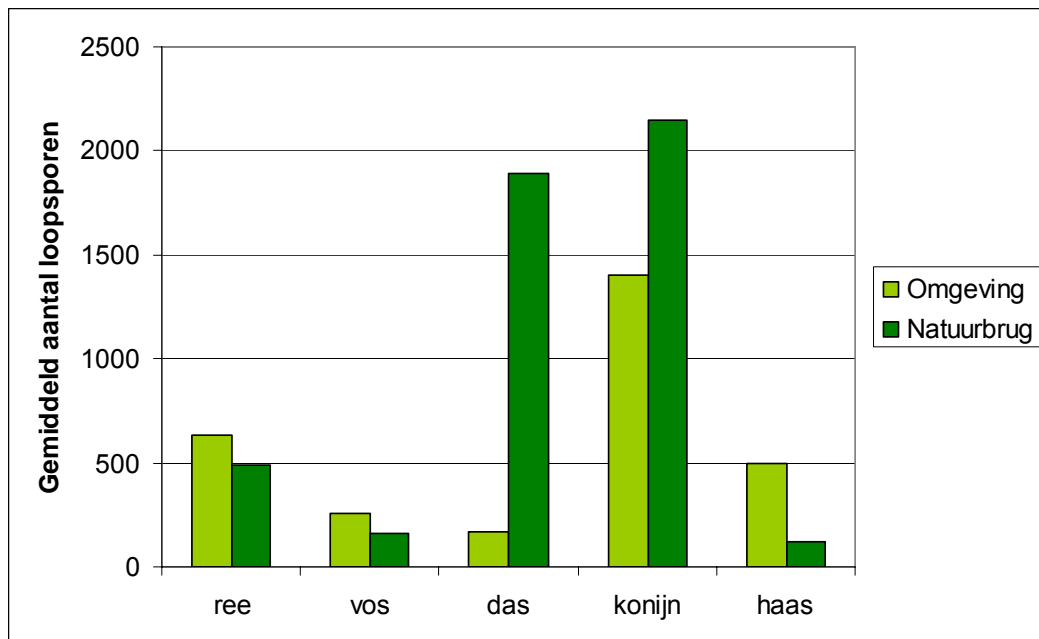


**Figuur 6.9**

Gemiddeld aantal loopsporen op een 50 m lang sporenbed per jaar van frequent en incidenteel aangetroffen soorten op Natuurbrug Zanderij Crailoo en in de omgeving van deze natuurbrug in de periode 2007-2008.

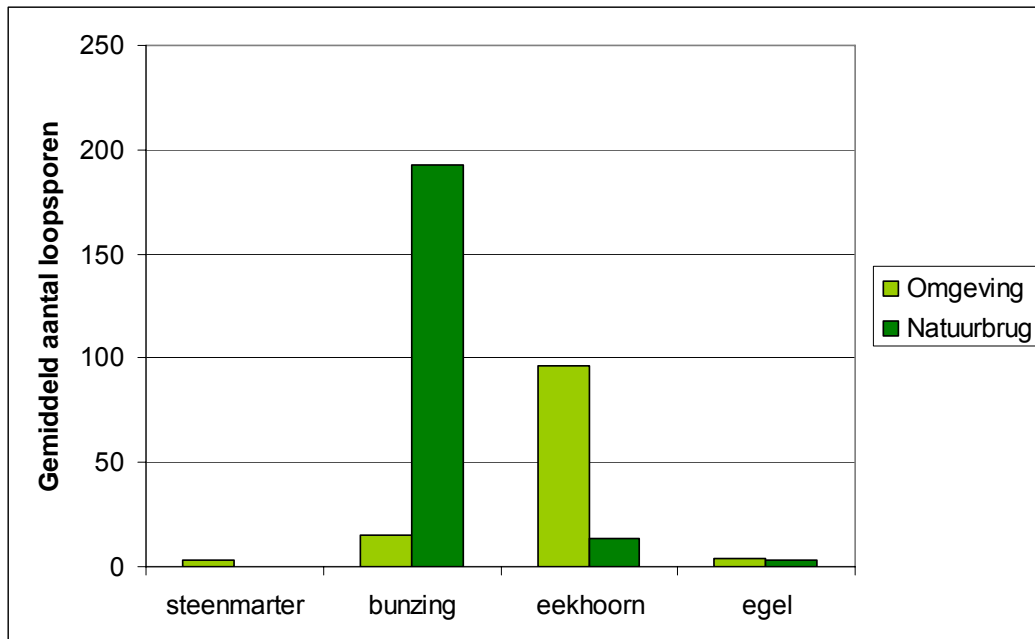
### 6.5.2 Natuurbrug Slabroek

De figuren 6.10 en 6.11 laten voor respectievelijk de zeer frequent en frequent tot incidenteel op de natuurbrug aangetroffen soorten zien hoe per soort het gemiddeld aantal loopsporen per jaar op een 15 m lang sporenbed zich verhoudt tot het gemiddeld aantal loopsporen per jaar op een vergelijkbaar sporenbed in de omgeving. Van de zeer frequent op de natuurbrug geregistreerde soorten zijn alleen de relatieve dichtheden van Das en Konijn hoger op de natuurbrug dan in de omgeving. Deze soorten doen respectievelijk circa 11 en 1,5 maal vaker de natuurbrug aan dan men zou verwachten op basis van de relatieve dichtheden van de soorten in de omgeving. Ree en Haas zijn frequenter op de sporenbedden in de omgeving geregistreerd dan op de natuurbrug. Van de minder frequent op de natuurbrug waargenomen soorten is de Bunzing 12,5 maal vaker op de natuurbrug aangetroffen dan in de omgeving. De Eekhoorn is juist vaker in de omgeving geregistreerd, terwijl van de overige soorten - Steenmarter en Egel - te weinig loopsporen zijn geregistreerd om een goede vergelijking tussen natuurbrug en omgeving te kunnen maken.



**Figuur 6.10**

*Gemiddeld aantal loopsporen op een 15 m lang sporenbed per jaar van zeer frequent aangetroffen soorten op Natuurbrug Slabroek en in de omgeving van deze natuurbrug in de periode 2007-2008.*



**Figuur 6.11**

Gemiddeld aantal loopsporen op een 15 m lang sporenbed per jaar van frequent en incidenteel aangetroffen soorten op Natuurbrug Slabroek en in de omgeving van deze natuurbrug in de periode 2007-2008.

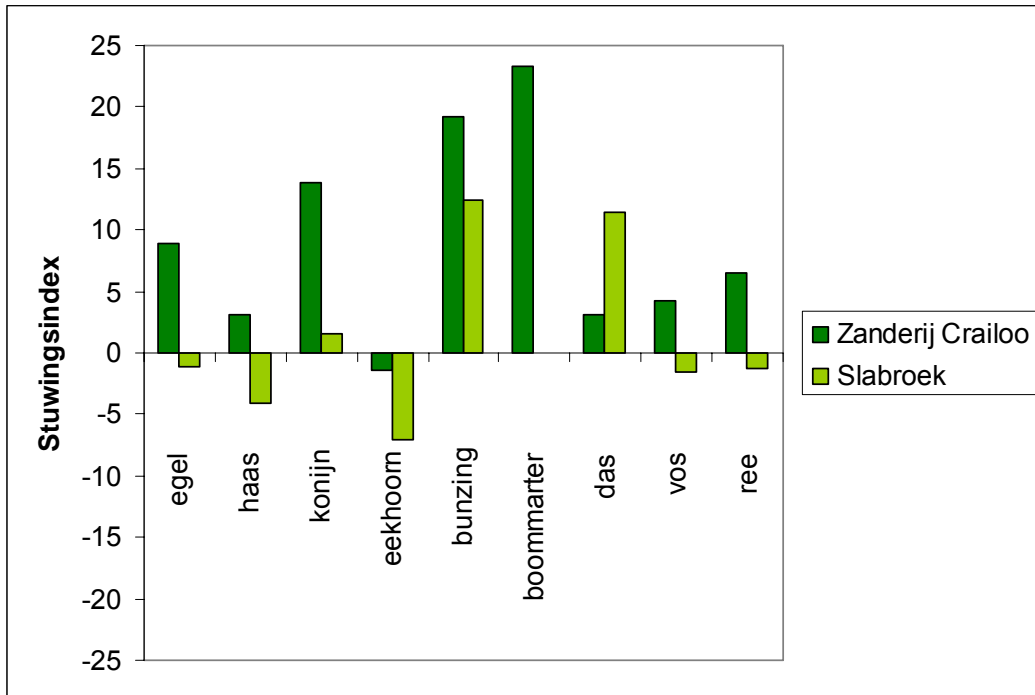
## 6.6 Stuwingsindex

Voor negen soorten die op één of beide ecoducten zijn geregistreerd is een stuwingsindex berekend (figuur 6.12). Voor Steenmarter en Hermelijn is geen stuwingsindex te berekenen omdat deze niet zowel op het ecoduct als in de omgeving zijn waargenomen: loopsporen van de Steenmarter zijn uitsluitend in de omgeving van Natuurbrug Slabroek geregistreerd en loopsporen van de Hermelijn zijn uitsluitend op Natuurbrug Zanderij Crailoo geregistreerd.

Voor Natuurbrug Zanderij Crailoo geldt dat acht van de negen soorten een positieve stuwingsindex hebben. Alleen de Eekhoorn heeft een negatieve stuwingsindex, m.a.w. deze soort is frequenter in de omgeving geregistreerd dan op het ecoduct. Voor Natuurbrug Slabroek geldt dat drie van de acht soorten - de Boomarter is niet gezien op onderzoekslocatie Natuurbrug Slabroek - een positieve stuwingsindex hebben. De overige vijf soorten hebben een negatieve stuwingsindex.

Terwijl Ree, Vos en Haas een significant positieve stuwingsindex hebben op Natuurbrug Zanderij Crailoo, is deze significant negatief op Natuurbrug Slabroek. Het Konijn heeft op beide locaties een positieve stuwingsindex, maar deze is op Natuurbrug Slabroek circa zevenmaal lager dan op Natuurbrug Zanderij Crailoo. De stuwingsindex voor de Bunzing is eveneens positief op beide locaties, en hoewel de stuwingsindex hoger is op Natuurbrug Zanderij Crailoo is het verschil niet groot. De Das is de enige soort waarvoor Natuurbrug Slabroek een hogere stuwingsindex heeft dan Natuurbrug Zanderij Crailoo. De stuwingsindex voor de Das op Natuurbrug Slabroek is naar verwachting een goede schatting, aangezien deze op een groot aantal waarnemingen is gebaseerd. De stuwingsindex voor de Das op Natuurbrug Zanderij Crailoo is daarentegen niet erg betrouwbaar door het (zeer) geringe aantal geregistreerde loopsporen van deze soort. Het omgekeerde geldt voor de Egel. De stuwingsindex voor deze soort op Natuurbrug Zanderij Crailoo is betrouwbaarder dan de schatting op Natuurbrug Slabroek, aangezien het aantal waarnemingen op laatstgenoemde locatie zeer gering is. Het aantal geregistreerde loopsporen voor de soorten Eekhoorn en Boomarter is dusdanig laag

dat de gepresenteerde stuwingsindexen slechts als een voorzichtige indicatie voor het al dan niet optreden van stuwung mogen worden geïnterpreteerd.



**Figuur 6.12**

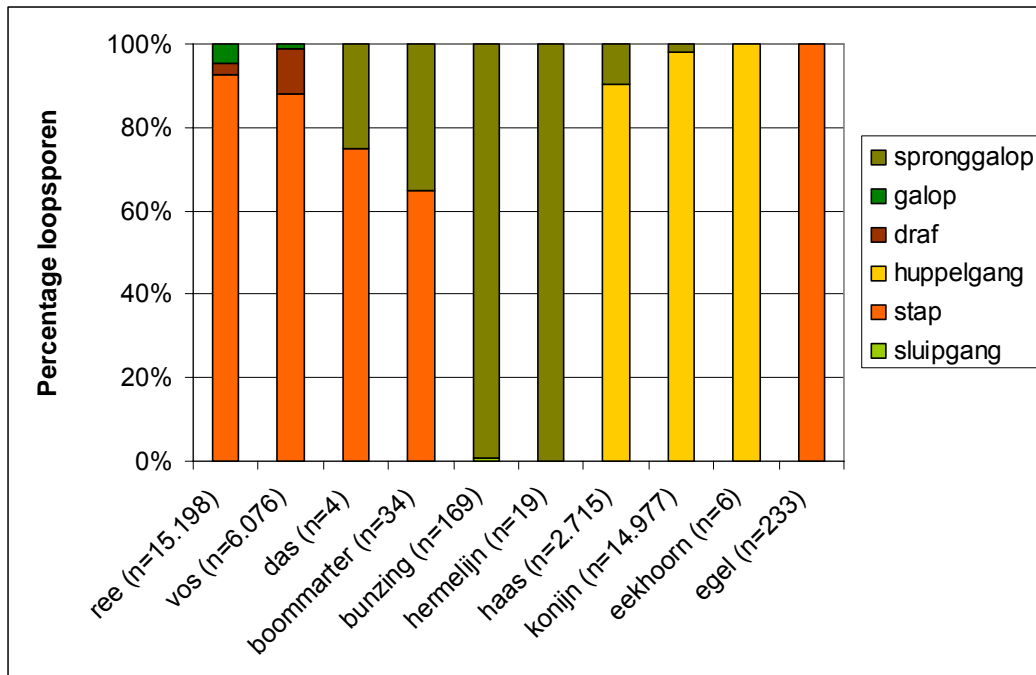
*Stuwingsindex per soort en per onderzoekslocatie. Steenmarter en Hermelijn ontbreken in de figuur omdat deze soorten respectievelijk alleen in de omgeving van Natuurbrug Slabroek en alleen op Natuurbrug Zanderij Crailoo zijn geregistreerd en er dus geen stuwingsindex kan worden berekend.*

## 6.7 Looppatronen van soorten

### 6.7.1 Natuurbrug Zanderij Crailoo

Figuur 6.13 geeft een overzicht van de looppatronen van de op Natuurbrug Zanderij Crailoo geregistreerde dieren. Het betreft de looppatronen van zowel passages als bezoeken. Het Ree betreedt de natuurbrug vooral in stap. Draf en galop betreffen voor deze soort circa 2% en 5% van de waarnemingen. Ook de Vos passeert vooral in stap. Draf is voor deze soort echter frequenter geregistreerd (11%); registraties van galop betreft voor de Vos slechts 1% van de waarnemingen. De Das passeert vooral in stap. Het aantal waarnemingen van deze soort is echter zeer beperkt. De hier getoonde gemiddelden zijn daarom weinig robuust. De Boommarter passeert eveneens vooral in stap, maar vertoont voor circa 35% van de waarnemingen ook het looppatroon spronggalop. De kleinere marters - Bunzing en Hermelijn - passeren bijna altijd in spronggalop. Slechts één loopspoor van een Bunzing is geduid als sluipgang. Haas en Konijn passeren vooral in huppelgang, wat een vorm van stap is. In respectievelijk 10% en 2% van de waarnemingen maken deze soorten gebruik van de spronggalop. Voor de Eekhoorn is uitsluitend het looppatroon huppelgang geregistreerd. Het aantal waarnemingen van deze soort is echter zeer beperkt. De hier getoonde gemiddelden zijn daarom - net als voor de Das - weinig robuust. Voor de Egel is uitsluitend het looppatroon stap geregistreerd.

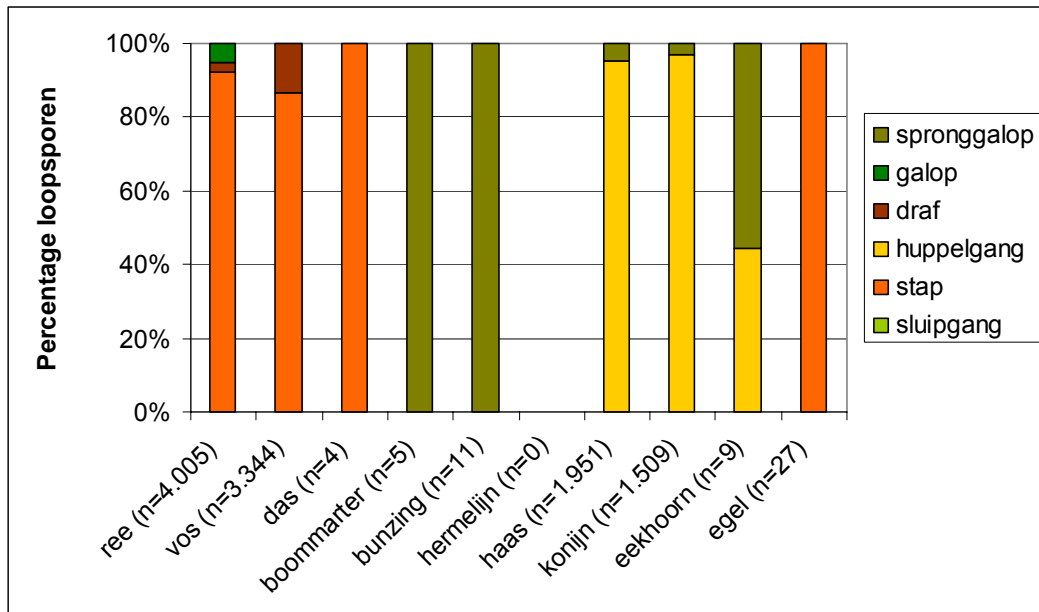




**Figuur 6.13**

Procentuele verdeling van het totaal aantal loopsporen (alle looprichtingen) per soort op Natuurbrug Zanderij Crailoo over de onderscheiden looppatronen. De Hermelijn omvat ook de registraties van 'kleine marter'. Tussen haakjes staat het aantal loopsporen die voor de betreffende soort zijn geregistreerd.

Figuur 6.14 geeft een overzicht van de looppatronen van de in de omgeving van Natuurbrug Zanderij Crailoo geregistreerde dieren. De procentuele verdeling van de looppatronen in de omgeving komen voor de meeste soorten sterk overeen met de procentuele verdeling van de looppatronen op de natuurbrug. Alleen bij soorten waarvan weinig loopsporen zijn geregistreerd (Das, Boommarter, Eekhoorn) - en de gemiddelden dus weinig robuust zijn - is een significant verschil tussen de looppatronen op de natuurbrug en in de omgeving waar te nemen. Voor de soorten met veel registraties is het lagere aantal registraties van spronggalop voor de Haas (5% versus 10%) in de omgeving het meest in het oog springende verschil. Het gedrag van de dieren op de natuurbrug wijkt in de meeste gevallen dus niet of nauwelijks af van het gedrag 'in het vrije veld'. Wanneer we aannemen dat het looppatroon indicatief is voor de mate van stress dat een dier ervaart tijdens het oversteken van de natuurbrug, kan worden geconcludeerd dat de stress bij het passeren van de natuurbrug in veel gevallen beperkt of zelfs afwezig is. De geregistreerde passages van (reegeit met) reekalfjes wijst eveneens op een goede acceptatie van de natuurbrug door deze diersoort.

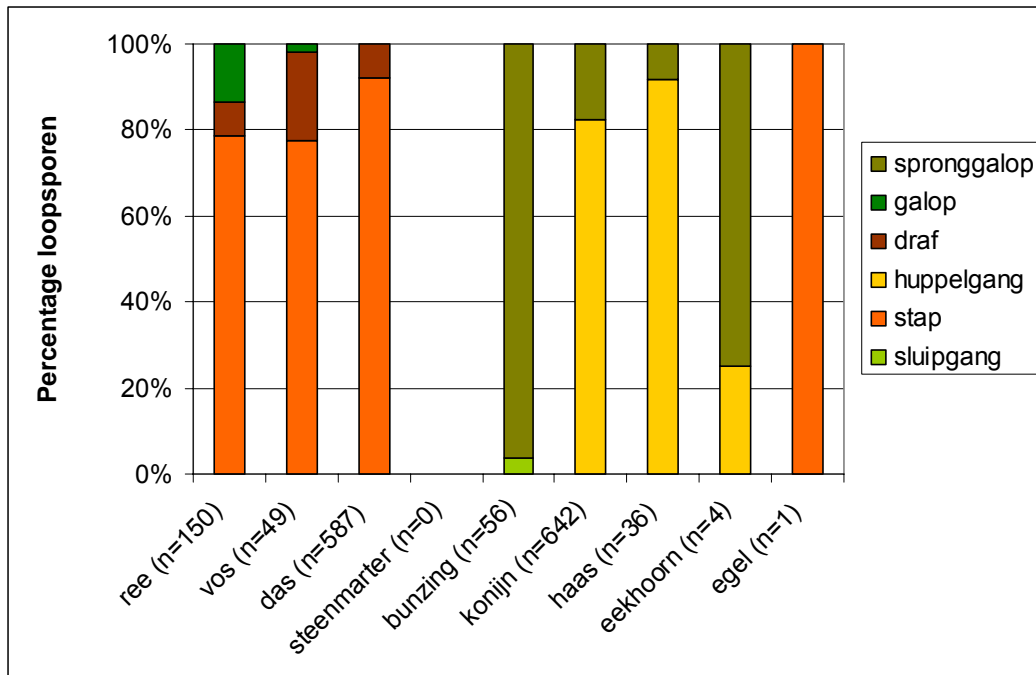


**Figuur 6.14**

Procentuele verdeling van het totaal aantal loopsporen (alle looprichtingen) per soort in de omgeving van Natuurbrug Zanderij Crailoo over de onderscheiden looppatronen. Tussen haakjes staat het aantal loopsporen die voor de betreffende soort zijn geregistreerd.

### 6.7.2 Natuurbrug Slabroek

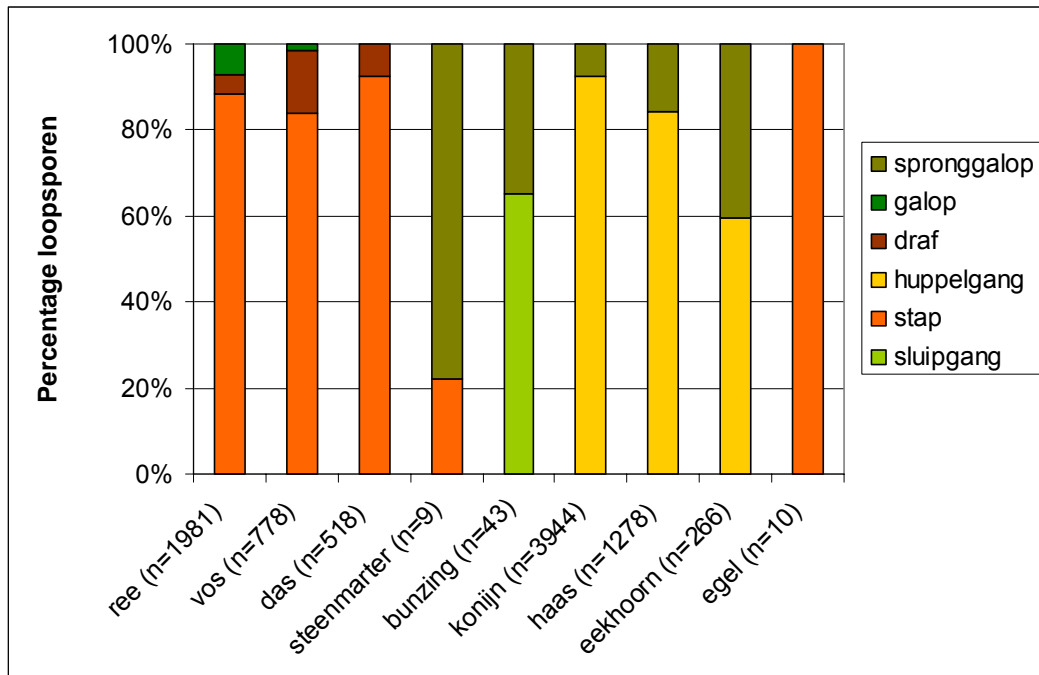
Figuur 6.15 geeft een overzicht van de looppatronen van de op Natuurbrug Slabroek geregistreerde dieren. Het betreft de looppatronen van zowel passages als bezoeken. Ree en Vos betreden de natuurbrug vooral in stap. Draf en galop betreffen voor deze soorten circa 20% van de waarnemingen. De Das passeert vooral in stap. Voor minder dan 10% van de waarnemingen is de Das in draf gepasseerd. De Bunzing passeert vooral in spronggalop. Voor circa 4% van de waarnemingen is de Bunzing in sluipgang gepasseerd. Konijn en Haas passeren vooral in huppelgang. In respectievelijk 18% en 8% van de waarnemingen maken deze soorten gebruik van de spronggalop. Voor de Eekhoorn is vooral het looppatroon spronggalop geregistreerd. Het aantal waarnemingen van deze soort is echter zeer beperkt. De hier getoonde gemiddelden zijn daarom weinig robuust. Datzelfde geldt voor de Egel die uitsluitend in stap is gepasseerd.



**Figuur 6.15**

*Procentuele verdeling van het totaal aantal loopsporen (alle looprichtingen) per soort op Natuurbrug Slabroek over de onderscheiden looppatternen. Tussen haakjes staat het aantal loopsporen die voor de betreffende soort zijn geregistreerd.*

Figuur 6.16 geeft een overzicht van de looppatternen van de in de omgeving van Natuurbrug Slabroek geregistreerde dieren. De procentuele verdeling van de looppatternen in de omgeving verschilt voor de meeste soorten enigszins met de procentuele verdeling van de looppatternen op de natuurbrug. Ree en Vos passeren in de omgeving minder vaak in draf of galop dan op de natuurbrug. Konijn, Bunzing en Eekhoorn passeren in de omgeving minder vaak in spronggalop dan op de natuurbrug. Daarentegen passeert de Haas in de omgeving juist regelmatig in spronggalop dan op de natuurbrug. De Das laat in de omgeving min of meer hetzelfde looppatroon zien als op de natuurbrug. Het aantal loopsporen van de overige soorten is te gering om een betrouwbare vergelijking te maken. Het gedrag van de dieren op de natuurbrug wijkt in de meeste gevallen dus af van het gedrag 'in het vrije veld'. Op de natuurbrug worden vaker de snellere looppatternen gebruikt, wat mogelijk wijst op een zekere mate van stress tijdens het passeren van de natuurbrug.



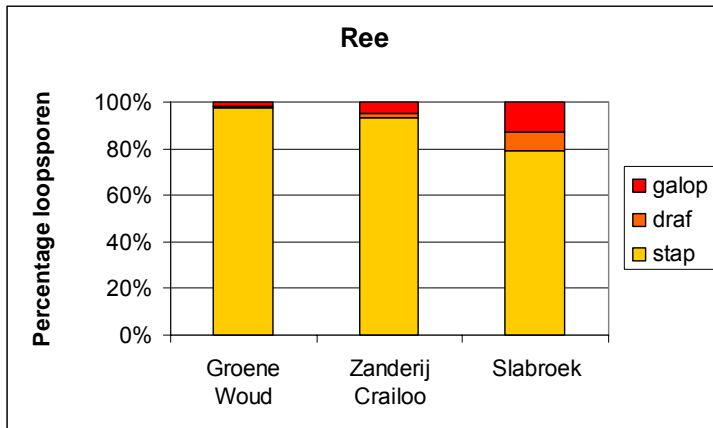
**Figuur 6.16**

Procentuele verdeling van het totaal aantal loopsporen (alle looprichtingen) per soort in de omgeving van Natuurbrug Slabroek over de onderscheiden looppatternen. Tussen haakjes staat het aantal loopsporen die voor de betreffende soort zijn geregistreerd.

### 6.7.3 Vergelijking met ecoduct zonder recreatief medegebruik

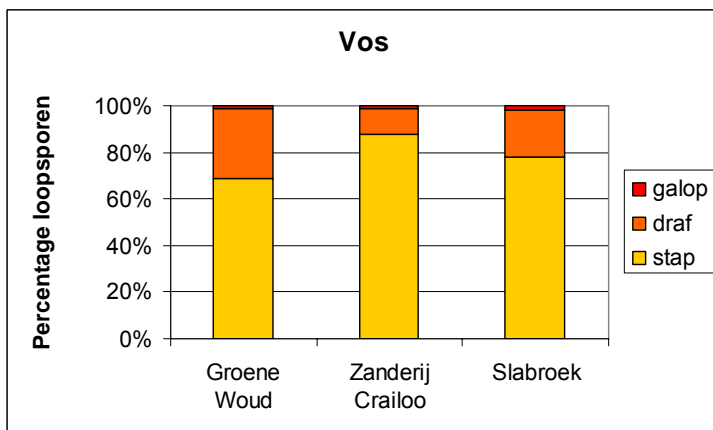
Tijdens onderzoek naar het gebruik van Natuurbrug Groene Woud zijn elf soorten zoogdieren geregistreerd. Drie daarvan - Ree, Vos en Bunzing - komen in aanmerking voor een vergelijking wat betreft looppatternen met Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek. Figuur 6.17, 6.18 en 6.19 geven een overzicht van de looppatternen van respectievelijk Ree, Vos en Bunzing op Natuurbrug Groene Woud, Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek.

Het Ree passeert alle ecoducten vooral in stap. Passages in draf of galop maken op Natuurbrug Groene Woud slechts 3% uit van het totaal aantal passages. Op de ecoducten met recreatief medegebruik is dit percentage hoger: 7% op Natuurbrug Zanderij Crailoo en 21% op Natuurbrug Slabroek. Het relatief hoge percentage, dat Natuurbrug Slabroek in draf of galop passeren suggereert dat de dieren hier meer stress ervaren en dus kiezen voor een snellere manier van passeren, of dat de dieren tijdens het passeren vaker verstoord worden en dan in draf of galop hun weg vervolgen. Dit is naar verwachting voor een deel een gevolg van de beperkte breedte van dit ecoduct. Het recreatief medegebruik kan echter ook een rol spelen, aangezien Reeën ook op Natuurbrug Zanderij Crailoo tweemaal zo vaak in draf of galop passeren als op Natuurbrug Groene Woud, terwijl dit ecoduct een vergelijkbare breedte heeft als Natuurbrug Groene Woud. Mogelijk speelt ook de mate van afscherming van de natuurzone op Natuurbrug Zanderij Crailoo een rol. Directe observaties van Reeën die overdag de natuurbrug passeerden suggereren dat op plekken waar de recreanten geheel uit het zicht zijn van de dieren - vooral in het (bredere) tussengebied - de verblijftijd van de dieren groter is en dat de dieren hier bovendien meer natuurlijk gedrag laten zien (foerageren).



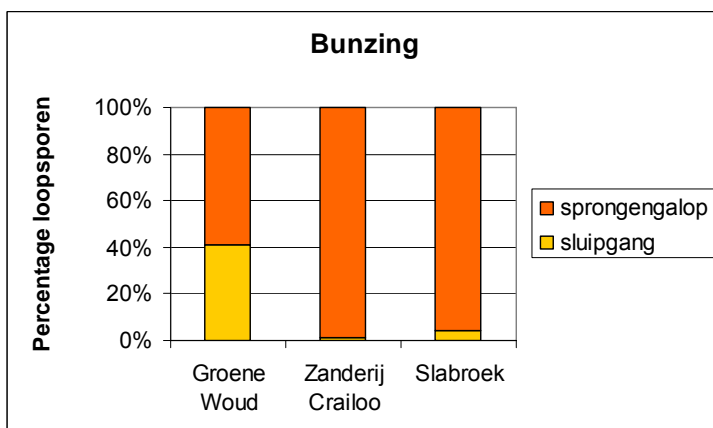
**Figuur 6.17**

Per natuurbrug de procentuele verdeling van het totaal aantal loopsporen (alle looprichtingen) van Ree over de onderscheiden looppatronen.



**Figuur 6.18**

Per natuurbrug de procentuele verdeling van het totaal aantal loopsporen (alle looprichtingen) van Vos over de onderscheiden looppatronen.



**Figuur 6.19**

Per natuurbrug de procentuele verdeling van het totaal aantal loopsporen (alle looprichtingen) van Bunzing over de onderscheiden looppatronen.

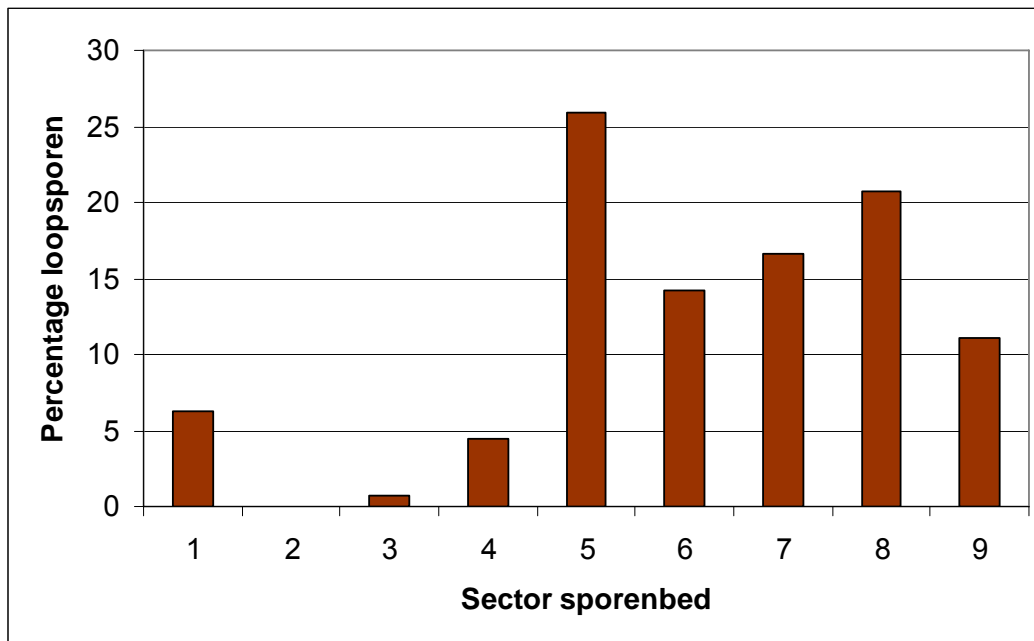
De Vos passeert alle ecoducten eveneens vooral in stap. Passages in draf zijn echter ook regelmatig geregistreerd. Passages in galop zijn zeldzaam en maken op alle ecoducten minder dan 2% uit van het totaal aantal passages. Het hoge aandeel stap is opmerkelijk. De normale gang voor de Vos is langzame draf (Van Diepenbeek, 2003). Hier lijkt sprake te zijn van waarnemingsfouten bij het aflezen van de sporenbedden, waarbij loopsporen van Vossen in 'langzame draf' veelvuldig zijn geregistreerd als 'stap'. Fotobeelden van Vossen die Natuurbrug Zanderij Crailoo passeren ondersteunen deze hypothese: Vossen op de foto's passeren vooral in draf (Alterra, ongepubliceerde gegevens). Aan de verschillen tussen de drie ecoducten wat betreft het aandeel stap/draf zijn daarom geen conclusies te verbinden die wijzen op een relatie met het al dan niet optreden van recreatief medegebruik.

De Bunzing passeert alle ecoducten vooral in spronggalop. Vooral op Natuurbrug Groene Woud zijn ook regelmatig passages in sluipgang geregistreerd. Passages in sluipgang kunnen wijzen op extra alertheid van de dieren tijdens het oversteken van het ecoduct, maar zijn naar verwachting vooral indicatief voor het feit dat de dieren het ecoduct benutten tijdens het jagen. Deze veronderstelling wordt ondersteund door de observatie dat een Bunzing enkele weken een hol in de stobbenwal op Natuurbrug Groene Woud bewoonde - precies ter hoogte van het oostelijke sporenbed - en van daaruit regelmatig in sluipgang het sporenbed doorkruiste. Weinig passages in sluipgang lijkt daarom vooral indicatief voor het niet benutten van een ecoduct als jachtgebied. Op beide ecoducten met recreatief medegebruik is het aantal passages van de Bunzing in sluipgang gering: 1% en 4% van alle passages op respectievelijk Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek. De dieren lijken deze ecoducten dus bij voorkeur - wellicht als gevolg van het recreatief medegebruik - snel over te willen steken. Fotobeelden van Bunzingen die Natuurbrug Zanderij Crailoo passeren ondersteunen deze hypothese: Bunzingen op de foto's passeren altijd in spronggalop (Alterra, ongepubliceerde gegevens).

## **6.8 Plaats van passeren op de natuurbrug**

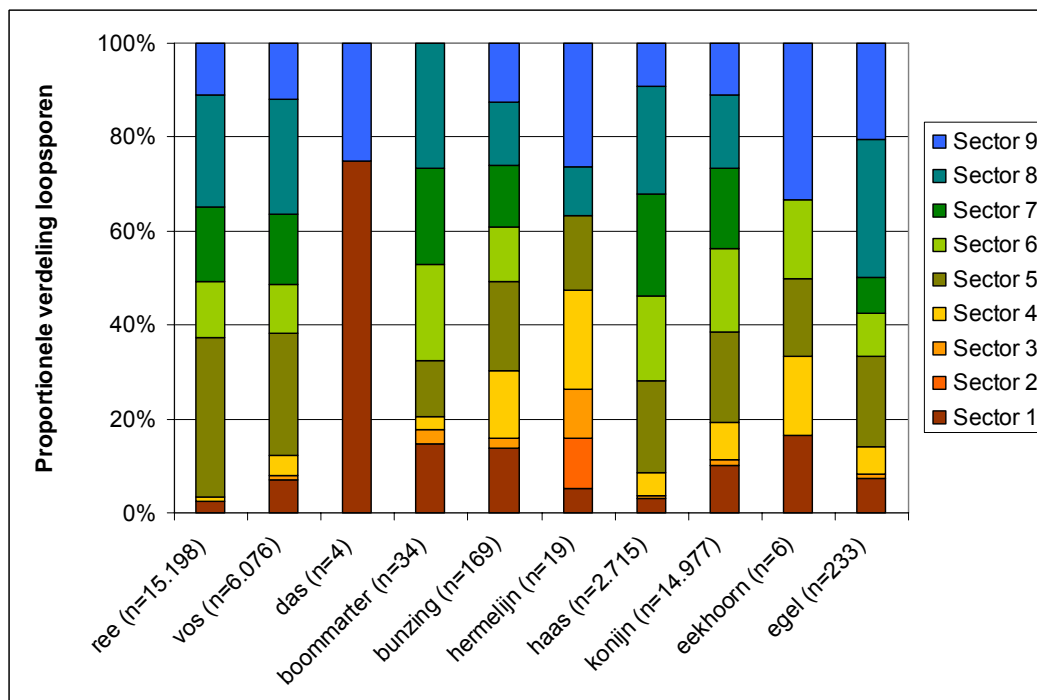
### **6.8.1 Natuurbrug Zanderij Crailoo**

Er zijn in alle sectoren van de sporenbedden (zie figuur 3.1) registraties van loopsporen gedaan (figuur 6.20). In sector 2 betreft het slechts twee (zicht)waarnemingen. Deze sector bestaat uit het fiets-/voetpad, waar geen sporenbed is aangebracht en loopsporen dus niet zijn geregistreerd. De meeste loopsporen (>25%), van alle soorten samen, zijn gedaan in sector 5. Ree en Vos passeerden hier met grote regelmaat (zie figuur 6.21), wat behalve aan de sporen op de sporenbedden ook aan de hier ontstane wildwissel tussen de sporenbedden te zien was. Na sector 5 is sector 8 de meest betreden sector. Ook hier was sprake van een 'vaste looproute' van diverse soorten, zoals Ree, Vos en Haas (figuur 6.21). Het aantal passages in de sectoren 5 en 8 komt in werkelijkheid overigens sterker overeen dan de grafiek doet vermoeden, omdat veel van de dieren die ter hoogte van sector 8 de natuurbrug oversteken het sporenbed ter hoogte van sector 9 hebben betreden. In sector 5 is veel minder vaak sprake van 'verlies' aan sporen doordat de dieren na het betreden van het sporenbed afbuigen, waarschijnlijk als gevolg van het raster dat hier ter afscherming van de recreatieve paden is geplaatst. De meeste dieren passeren de natuurbrug dus aan de randen van het voor publiek afgesloten deel van de natuurbrug. In de sectoren 3 (het ruiterspad) en 4 (de zone tussen ruiterspad en raster) zijn weinig loopsporen geregistreerd. Dit is naar verwachting voor een belangrijk deel een gevolg van de beperkte leesbaarheid van de sporenbedden in deze sectoren. Frequente betreding door paarden, honden en mensen bemoeilijkten hier op veel momenten de registraties van loopsporen van de wilde fauna.



**Figuur 6.20**

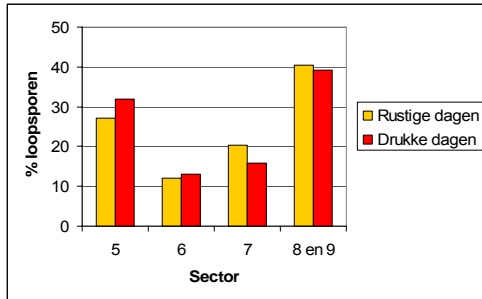
Procentuele verdeling van de op Natuurbrug Zanderij Crailoo geregistreerde loopsporen (alle soorten, alle looprichtingen) over de op de sporenbedden onderscheiden sectoren. Zie voor de definitie van de sectoren figuur 3.1.



**Figuur 6.21**

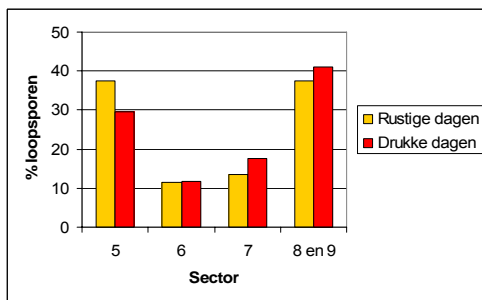
Per soort de proportionele verdeling van de op Natuurbrug Zanderij Crailoo geregistreerde loopsporen (alle looprichtingen) over de op de sporenbedden onderscheiden sectoren. De Hermelijn omvat ook de registraties van 'kleine marter'. Tussen haakjes staat het aantal loopsporen die voor de betreffende soort zijn geregistreerd. Zie voor de definitie van de sectoren figuur 3.1.

Het meest opvallende is dat de marterachtigen (Das, Boommarter, Bunzing, Hermelijn) - soorten die bekendstaan dat zij veelal lijnvormige elementen tijdens bewegingen binnen hun home range volgen - geen duidelijke voorkeur vertonen voor één of meerdere van de sectoren (figuur 6.21). Dit is wellicht een gevolg van het voorsnog ontbreken van een duidelijk lijnvormig en geleidend element op de natuurbrug, zoals een stobbenwal. Ook de struweelzone in sector 4 was gedurende het onderzoek nog maar beperkt tot ontwikkeling gekomen.



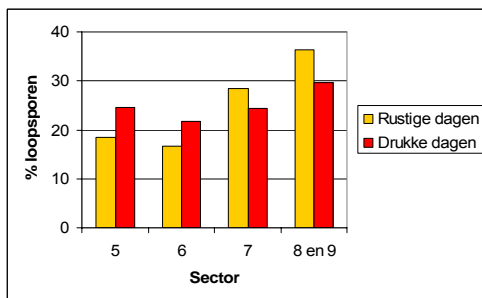
**Figuur 6.22**

Procentuele verdeling van de op Natuurbrug Zanderij Crailoo geregistreerde loopsporen (alle looprichtingen) van Ree over de sectoren in het voor publiek gesloten deel voor dagen met weinig recreanten en dagen met veel recreanten.



**Figuur 6.23**

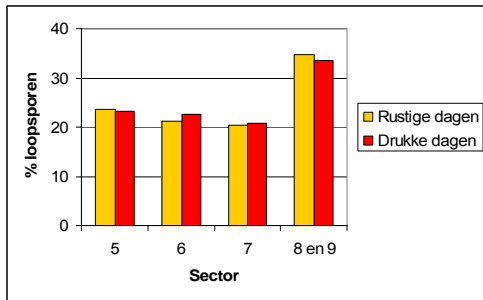
Procentuele verdeling van de op Natuurbrug Zanderij Crailoo geregistreerde loopsporen (alle looprichtingen) van Vos over de sectoren in het voor publiek gesloten deel voor dagen met weinig recreanten en dagen met veel recreanten.



**Figuur 6.24**

Procentuele verdeling van de op Natuurbrug Zanderij Crailoo geregistreerde loopsporen (alle looprichtingen) van Haas over de sectoren in het voor publiek gesloten deel voor dagen met weinig recreanten en dagen met veel recreanten.





**Figuur 6.25**

Procentuele verdeling van de op Natuurbrug Zanderij Crailoo geregistreeerde loopsporen (alle looprichtingen) van Konijn over de sectoren in het voor publiek gesloten deel voor dagen met weinig recreanten en dagen met veel recreanten.

Bij een vergelijking van de plaats van passeren op rustige en drukke dagen, zijn kleine verschuivingen te zien tussen de sectoren (figuur 6.22, 6.23, 6.24 en 6.25). Ree lijkt op drukke dagen sector 5 meer en sector 7 minder te gebruiken. Vos lijkt op drukke dagen sector 5 juist minder vaak te gebruiken en meer via sector 7 en 8/9 te passeren. Haas lijkt op drukke dagen zowel sector 5 als 6 vaker te gebruiken en zowel sector 7 en 8/9 minder vaak. Voor Konijn zijn er weinig verschillen te zien wat betreft de plaats van passeren op rustige en drukke dagen. Geen van de verschillen zijn statistisch significant.

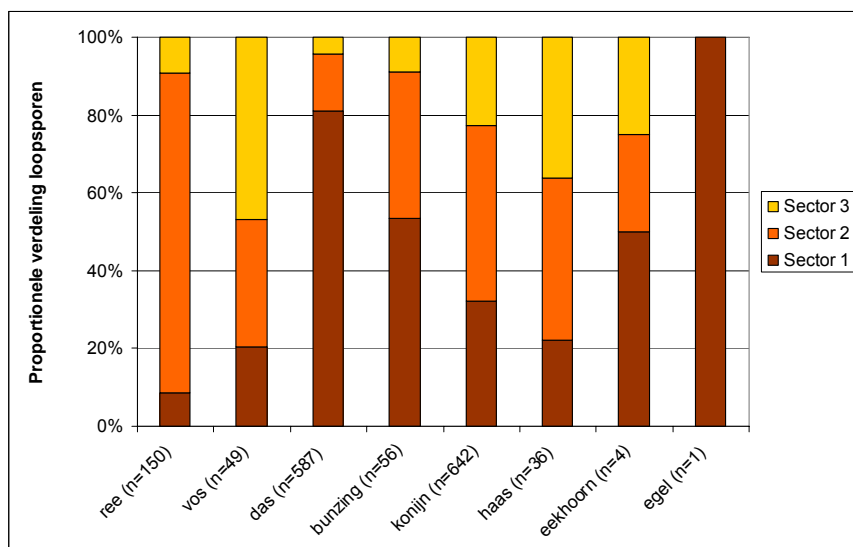
## 6.8.2 Natuurbrug Slabroek

Er zijn in alle sectoren van de sporenbedden (zie figuur 3.1) registraties van loopsporen gedaan (figuur 6.26). De meeste loopsporen (~50%), van alle soorten samen, zijn gedaan in sector 1. Das en Bunzing passeerden hier significant meer dan in zone 2 en 3 (zie figuur 6.27), wat behalve aan de loopsporen op de sporenbedden ook aan de hier ontstane wildwissel tussen de sporenbedden te zien was. Na sector 1 is sector 2 - het centrale deel van de natuurbrug - de meest betreden sector. Vooral Ree passeert in deze sector. Konijn en Haas passeren in de drie sectoren min of meer in gelijke aantallen. Vos passeert het meest frequent in sector 3. De Vos gebruikt sector 1 het minst, waardoor een omgekeerd patroon ontstaat dan het patroon van Das en Bunzing.



**Figuur 6.26**

Procentuele verdeling van de op Natuurbrug Slabroek geregistreeerde loopsporen (alle soorten, alle looprichtingen) over de op de sporenbedden onderscheiden sectoren. Zie voor de definitie van de sectoren figuur 3.1.



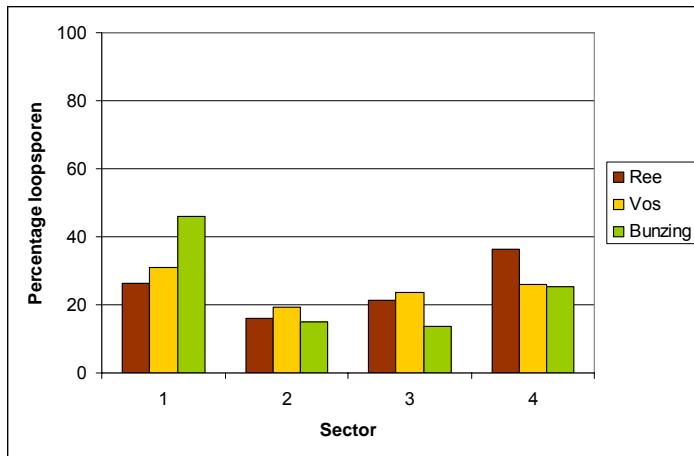
**Figuur 6.27**

Per soort de proportionele verdeling van de op Natuurbrug Slabroek geregistreerde loopsporen (alle looprichtingen) over de op de sporenbedden onderscheiden sectoren. Tussen haakjes staat het aantal loopsporen die voor de betreffende soort zijn geregistreerd. Zie voor de definitie van de sectoren figuur 3.1.

### 6.8.3 Vergelijking met ecoduct zonder recreatief medegebruik

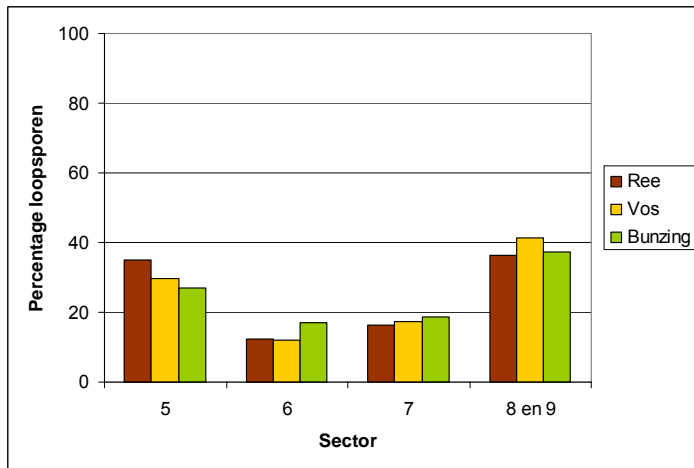
Tijdens onderzoek naar het gebruik van Natuurbrug Groene Woud zijn elf soorten zoogdieren geregistreerd. Drie daarvan - Ree, Vos en Bunzing - komen in aanmerking voor een vergelijking met Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek. Figuur 6.28 geeft de procentuele verdeling van de loopsporen per soort en per sector van de sporenbedden op Natuurbrug Groene Woud. Er zijn op Natuurbrug Groene Woud vier sectoren op de sporenbedden onderscheiden, elk circa 7,5 m breed. Sector 1 ligt direct naast een stobbenwal. Sector 2 en 3 omvatten het centrale deel van de natuurbrug. Sector 4 omvat een zone met aanplant van struweel en een reeks van poeltjes waarin frequent water aanwezig is (zie ook Van der Grift et al., 2010). Voor alle soorten geldt dat deze via alle sectoren passeren, maar dat het aantal passages aan de randen van de natuurbrug (sector 1 en 4) hoger is dan het aantal passages in het centrale deel van de natuurbrug (sector 2 en 3). Het Ree lijkt daarbij een iets grotere voorkeur te hebben voor sector 4 (met poelen), terwijl de Bunzing een grotere voorkeur heeft voor sector 1 (met stobbenwal).

Figuur 6.29 geeft de procentuele verdeling van de loopsporen per soort en per sector van de sporenbedden op Natuurbrug Zanderij Crailoo. Er zijn op deze natuurbrug negen sectoren op de sporenbedden onderscheiden, maar we beperken ons hier tot de sectoren in het voor publiek ontoegankelijke deel van de natuurbrug, te weten sector 5 tot en met 9. Iedere sector is circa 8 m breed. Sector 5 ligt het dichtst bij het recreatieve fiets-/voetpad en ruiterspad. Voor alle soorten geldt dat deze via alle sectoren passeren, maar dat het aantal passages aan de randen van de natuurbrug (sector 5 en 8/9) hoger is dan het aantal passages in het centrale deel van de natuurbrug (sector 6 en 7). Dit beeld komt overeen met de situatie op Natuurbrug Groene Woud. Er zijn dus geen indicaties dat de soorten sector 5 - welke het dichtst bij de recreatieve paden ligt - mijden. Ook zijn er geen indicaties dat de soorten sector 8/9 - welke het verst van de recreatieve paden af ligt - onevenredig vaak gebruiken.



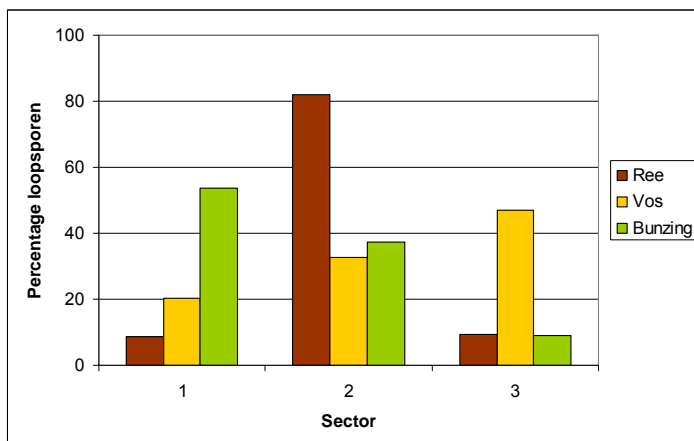
**Figuur 6.28**

Procentuele verdeling van de op Natuurbrug Groene Woud geregistreeerde loopsporen (alle looprichtingen) voor Ree, Vos en Bunzing over de op de sporenbedden onderscheiden sectoren.



**Figuur 6.29**

Procentuele verdeling van de op Natuurbrug Zanderij Crailoo geregistreeerde loopsporen (alle looprichtingen) voor Ree, Vos en Bunzing over de op de sporenbedden onderscheiden sectoren in het voor recreanten niet toegankelijke deel van de natuurbrug.



**Figuur 6.30**

Procentuele verdeling van de op Natuurbrug Slabroek geregistreeerde loopsporen (alle looprichtingen) voor Ree, Vos en Bunzing over de op de sporenbedden onderscheiden sectoren.

Figuur 6.30 geeft de procentuele verdeling van de loopsporen per soort en per sector van de sporenbedden op Natuurbrug Slabroek. Er zijn op deze natuurbrug drie sectoren op de sporenbedden onderscheiden, elk circa 5 m breed. Sector 3 omvat het recreatieve fiets-/voet-/ruiterpad met circa één meter groen aan de zuidzijde en twee meter groen aan de noordzijde. Voor alle soorten geldt dat deze via alle sectoren passeren, maar dat het aantal passages per sector duidelijk verschilt. Het Ree passeert vooral via het centrale deel van de natuurbrug. Vos en Bunzing passeren vooral langs één van de randen van de natuurbrug; De Vos vooral via sector 3 en de Bunzing vooral via sector 1. Het passeren van Vos en Bunzing via de randen komt opnieuw overeen met de situatie op Natuurbrug Groene Woud. Afwijkend is het gebruik van vooral het centrale deel van de Natuurbrug Slabroek door het Ree. Dit kan een gevolg zijn van het mijden van het recreatieve pad in sector 3, maar erg waarschijnlijk is dat niet. Ook in sector 1 is het aantal passages namelijk significant lager dan op het centrale deel van de natuurbrug. Een mogelijke verklaring voor dit afwijkende patroon ten opzichte van het patroon op Natuurbrug Groene Woud is dat deze locatie van passeren gekozen wordt vanwege de beperkte breedte (15 m) van de natuurbrug. Passage via het centrale deel geeft naar verwachting het beste overzicht op de natuurbrug zelf en het achterland aan de overzijde van de infrastructurele barrière.

## 6.9 Correlatie gebruiksfrequentie door recreanten en fauna

Er is een positieve correlatie tussen het aantal geregistreerde loopsporen van Ree op Natuurbrug Zanderij Crailoo en het aantal recreanten dat gebruik maakt van de natuurbrug (figuur 6.31). Na drukke dagen zijn er dus relatief meer Reeën op de natuurbrug geregistreerd dan na rustige dagen. De correlatie kan als *zwak* worden gekwalificeerd. Conclusies kunnen daarom slechts met voorzichtigheid worden getrokken. De gevonden correlatie kan immers op toeval berusten en/of een artefact zijn van ruis in de waarnemingen of de beperkte steekproefgrootte. Een mogelijke verklaring van de positieve correlatie is dat het op drukke dagen niet alleen druk is op de natuurbrug, maar ook in de omgeving. De kans dat de dieren hier verstoord worden is op deze dagen daarom groter, met als gevolg dat de dieren actiever zijn en meer bewegen. Deze hypothese wordt ondersteund door de metingen van het tijdstip waarop de dieren rondom Natuurbrug Zanderij Crailoo actief zijn (zie ook paragraaf 6.10): In de omgeving van de natuurbrug zijn Reeën eerder actief op drukke dagen dan op rustige dagen. Dit kan er wellicht toe leiden dat ook de natuurbrug op dagen met veel recreanten vaker wordt gepasseerd.

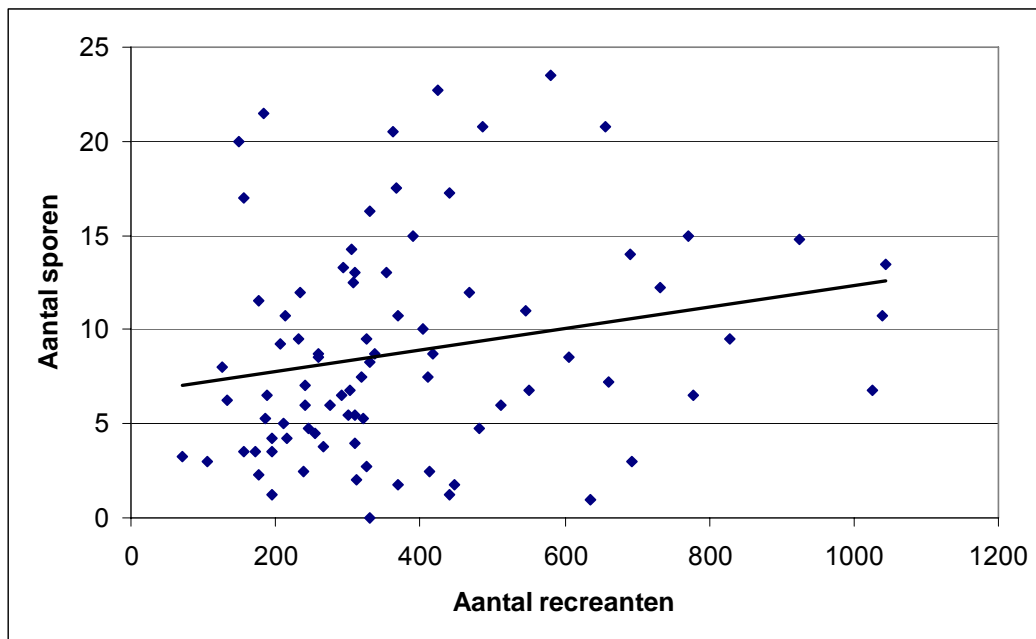
Er is een negatieve correlatie tussen het aantal geregistreerde loopsporen van Vos, Konijn en Haas op Natuurbrug Zanderij Crailoo en het aantal recreanten dat gebruik maakt van de natuurbrug (figuur 6.32, 6.33 en 6.34). De correlatie kan voor alle soorten als *zeer zwak* of *verwaarloosbaar* worden gekwalificeerd. Het aantal dieren dat gebruik maakt van de natuurbrug verschilt voor deze soorten dus niet tussen dagen met veel of weinig recreanten.

Op basis van de (zeer) zwakke correlaties tussen het aantal recreanten en het aantal loopsporen van dieren op Natuurbrug Zanderij Crailoo mag niet de conclusie worden getrokken dat het recreatief medegebruik als zodanig weinig effect heeft op het aantal passages van dieren. De schommelingen in aantallen recreanten treden wellicht op in een te korte tijdsperiode - de ene dag is het druk, de volgende dag is het rustig - om een (meetbaar) effect op de passagefrequenties van fauna te hebben. Het effect van veel recreanten op drukke dagen kan dus wellicht nog doorwerken op rustige dagen die volgen. Daarnaast kan het zo zijn dat het aantal recreanten op rustige dagen al hoog genoeg is om een effect te hebben op de passagefrequenties en dat het verder verhogen van het aantal recreanten hier vervolgens niet zo veel invloed meer op heeft. Kortom, de resultaten zeggen niets over de passagefrequenties van de dieren als er helemaal geen recreatief medegebruik optreedt (zie ook hoofdstuk 7).



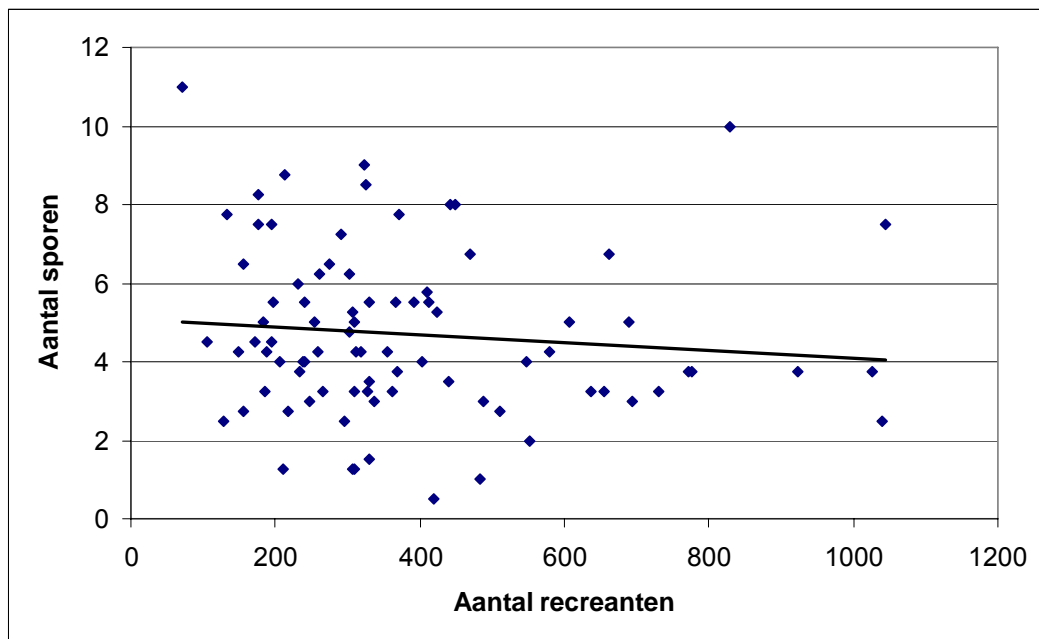
**Foto 23**

*Recreant en Ree maken beide gebruik van Natuurbrug Zanderij Crailoo - soms zelfs tegelijkertijd (© E. van der Grift/Alterra).*



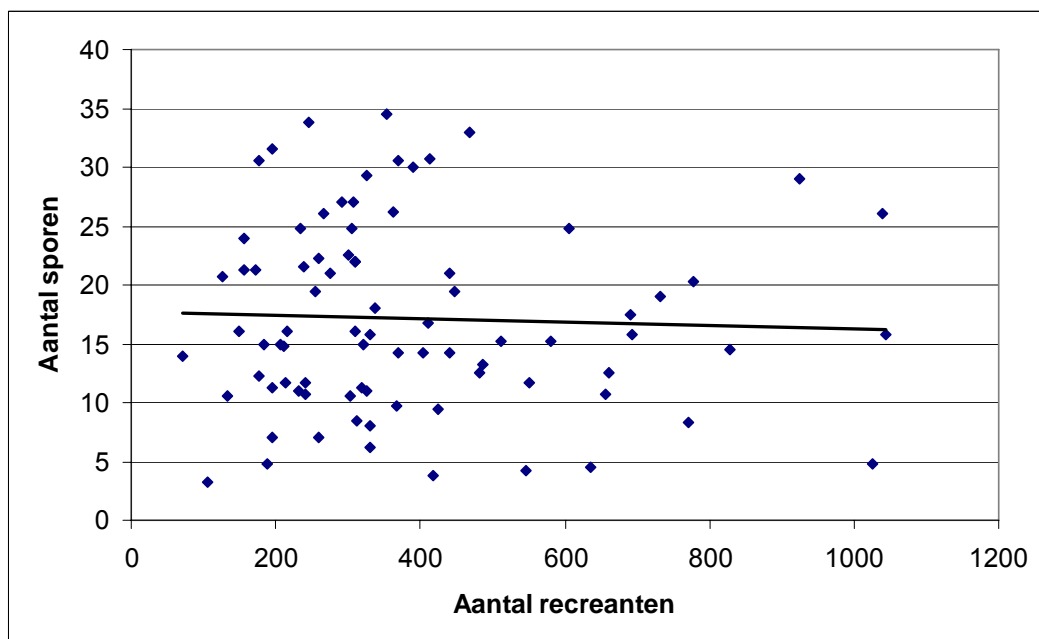
**Figuur 6.31**

*Het aantal loopsporen van Ree als functie van het aantal recreanten dat Natuurbrug Zanderij Crailoo die dag passeerde (Pearson's Correlation Coëfficiënt = 0,22; P=0,05; N=84). Het betreft uitsluitend opnamen waarvan de werkelijke opnametijd <30 uur bedroeg en de toestand van de sporenbedden minimaal als 'matig' is gekwalificeerd.*



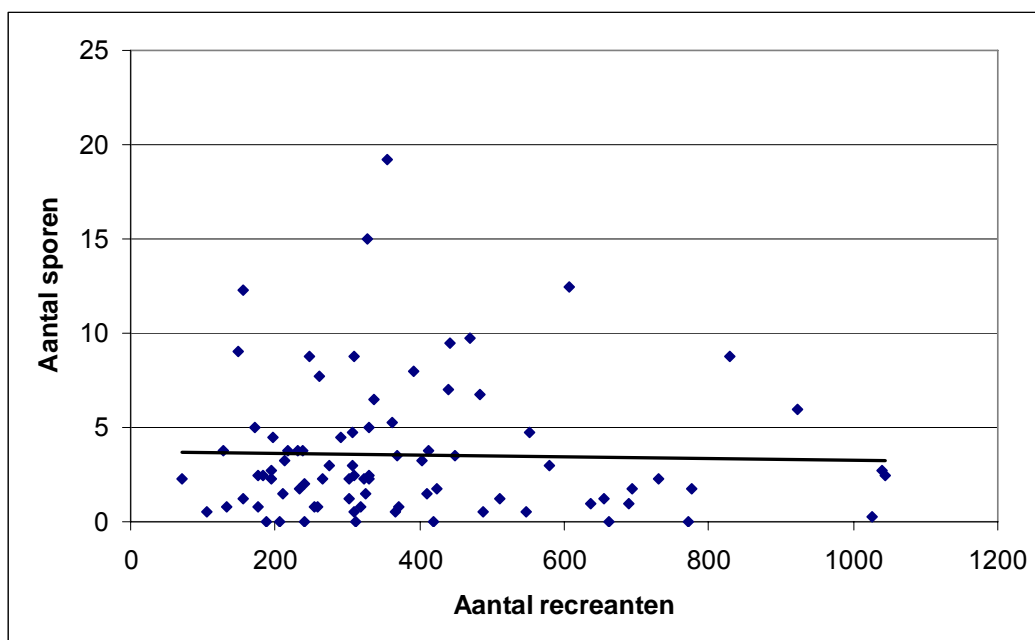
**Figuur 6.32**

Het aantal loopsporen van Vos als functie van het aantal recreanten dat Natuurbrug Zanderij Crailoo die dag passeerde (Pearson's Correlation Coëfficiënt =  $-0,10$ ;  $P=0,35$ ;  $N=84$ ). Het betreft uitsluitend opnamen waarvan de werkelijke opnametijd <30 uur bedroeg en de toestand van de sporenbedden minimaal als 'matig' is gekwalificeerd.



**Figuur 6.33**

Het aantal loopsporen van Konijn als functie van het aantal recreanten dat Natuurbrug Zanderij Crailoo die dag passeerde (Pearson's Correlation Coëfficiënt =  $-0,04$ ;  $P=0,71$ ;  $N=82$ ). Het betreft uitsluitend opnamen waarvan de werkelijke opnametijd <30 uur bedroeg en de toestand van de sporenbedden minimaal als 'matig' is gekwalificeerd.



**Figuur 6.34**

*Het aantal loopsporen van Haas als functie van het aantal recreanten dat Natuurbrug Zanderij Crailoo die dag passeerde (Pearson's Correlation Coëfficiënt = -0,03; P=0,82; N=82). Het betreft uitsluitend opnamen waarvan de werkelijke opnametijd <30 uur bedroeg en de toestand van de sporenbedden minimaal als 'matig' is gekwalificeerd.*

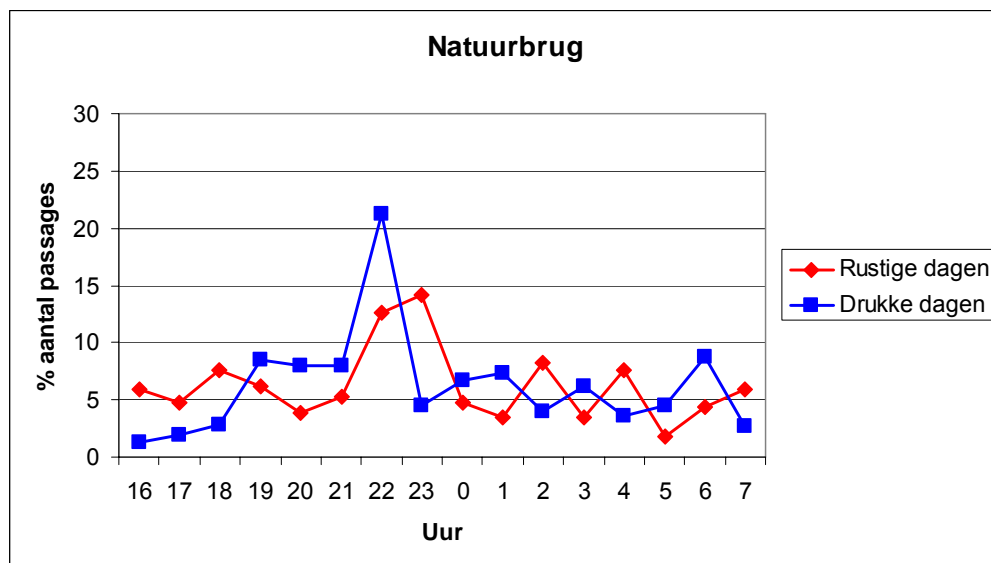
## 6.10 Temporele veranderingen in het gebruik door fauna

### Ree

Op dagen met weinig recreanten verschijnen Reeën enkele uren eerder op Natuurbrug Zanderij Crailoo dan op dagen met veel recreanten (figuur 6.35). Tussen 16:00 en 19:00 uur verschijnen de dieren vaker op de natuurbrug op rustige dagen dan op drukke dagen. Op drukke dagen verschijnen de dieren vooral vanaf circa 19:00 uur met een opvallende piek om circa 22:00 uur. Op rustige dagen is eveneens sprake van een piek - om circa 22:00-23:00 uur - maar deze is minder extreem dan die op drukke dagen. Na middennacht laten de patronen van het aantal passages van Reeën op rustige en drukke dagen weinig verschil zien.

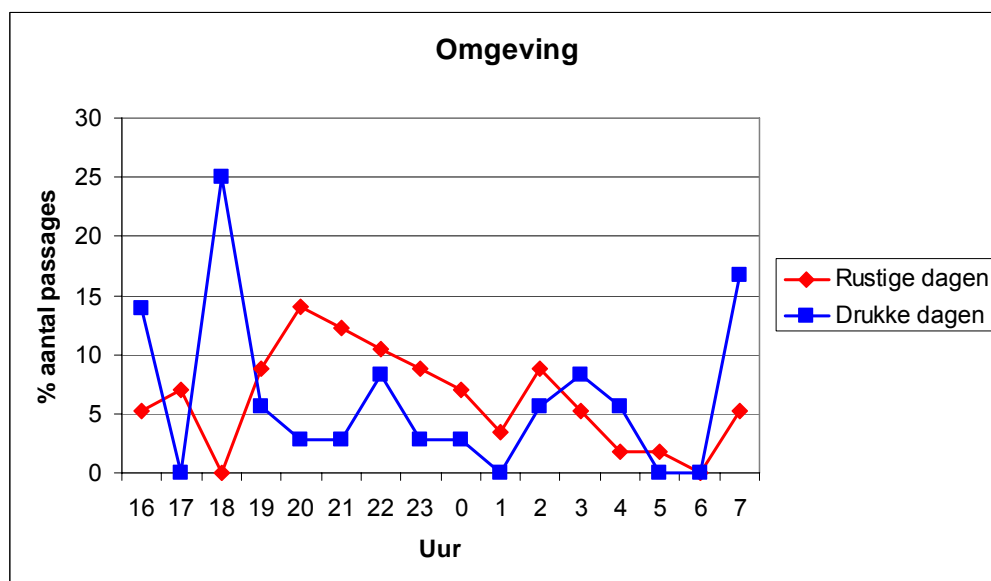
In de omgeving van de natuurbrug zijn Reeën eerder actief op drukke dagen dan op rustige dagen (figuur 6.36). Op drukke dagen verschijnen de dieren al halverwege de middag (vóór 16:00 uur) en is sprake van een piek om circa 18:00 uur. Opvallend is ook de piek om circa 7:00 uur de volgende ochtend na drukke dagen. Op rustige dagen verschijnen de dieren in toenemende mate vanaf 16:00 uur. Gemiddeld passeren de dieren op rustige dagen het meest rond circa 20:00 uur. Op rustige dagen zijn de passages meer gelijkmatig verdeeld over de nacht.

Bij een vergelijking van de tijdmetingen op de natuurbrug met de tijdmetingen in de omgeving blijken de dieren - op zowel rustige als drukke dagen - gemiddeld enkele uren later op de natuurbrug te verschijnen.



**Figuur 6.35**

Proportionele verdeling van het aantal passages van Reeën over Natuurbrug Zanderij Crailoo op dagen met weinig en veel recreanten.



**Figuur 6.36**

Proportionele verdeling van het aantal passages van reeën in de omgeving van Natuurbrug Zanderij Crailoo op dagen met weinig en veel recreanten.

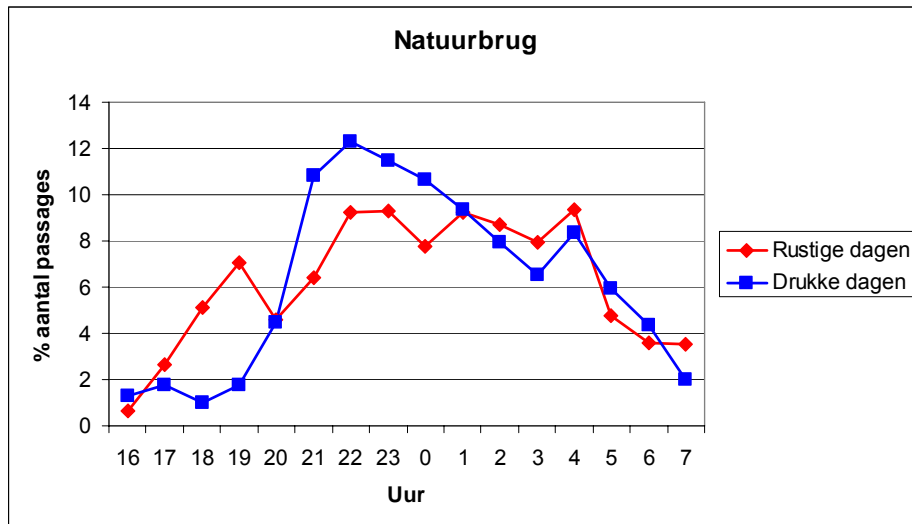
### Middelgrote zoogdieren

Op dagen met weinig recreanten verschijnen middelgrote zoogdieren enkele uren eerder op Natuurbrug Zanderij Crailoo dan op dagen met veel recreanten (figuur 6.37). Op rustige dagen verschijnen de dieren in toenemende mate vanaf circa 16:00 uur. Op drukke dagen verschijnen de dieren in toenemende mate pas vanaf circa 19:00 uur. Op rustige dagen zijn de passages min of meer gelijkmatig verdeeld tussen 19:00 en 04:00 uur. Op drukke dagen is sprake van een duidelijke piek in het aantal passages rond 22:00 uur. Na middernacht laten de patronen van het aantal passages van middelgrote zoogdieren op rustige en drukke dagen weinig verschil zien.



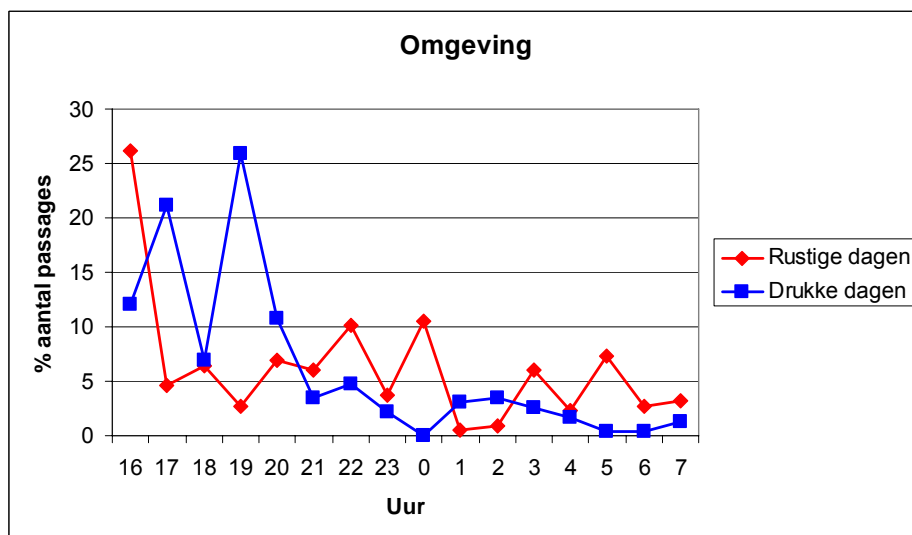
In de omgeving van de natuurbrug zijn de dieren eveneens eerder actief op rustige dagen dan op drukke dagen (figuur 6.38). Op rustige dagen verschijnen de dieren al halverwege de middag (vóór 16:00 uur). Op drukke dagen verschijnen de dieren in toenemende mate vanaf 16:00 uur. Op zowel rustige als drukke dagen is een piek in het aantal passages te zien aan het eind van de middag en vroege avond. Vanaf 21:00 uur laten de patronen van het aantal passages van middelgrote zoogdieren op rustige en drukke dagen weinig verschil zien.

Bij een vergelijking van de tijdmetingen op de natuurbrug met de tijdmetingen in de omgeving blijken de dieren - op zowel rustige als drukke dagen - gemiddeld enkele uren later op de natuurbrug te verschijnen.



**Figuur 6.37**

Proportionele verdeling van het aantal passages van middelgrote zoogdieren over Natuurbrug Zanderij Crailloo op dagen met weinig en veel recreanten.



**Figuur 6.38**

Proportionele verdeling van het aantal passages van middelgrote zoogdieren in de omgeving van Natuurbrug Zanderij Crailloo op dagen met weinig en veel recreanten.



## 7 Conclusies

- Nagenoeg alle soorten die in de omgeving van de Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek zijn waargenomen, zijn ook waargenomen op de ecoducten. Een uitzondering vormt de Steenmarter, die (incidenteel) wel in de omgeving van Natuurbrug Slabroek is geregistreerd maar niet op het ecoduct zelf. Op Natuurbrug Zanderij Crailoo is één soort - de Hermelijn - geregistreerd die niet in de omgeving is waargenomen. Er zijn geen soorten aan te wijzen die in de omgeving van de ecoducten frequent zijn aangetroffen, maar op de ecoducten ontbreken.
- De trefkansen van de soorten op de natuurbruggen met recreatief medegebruik zijn niet per definitie laag. Op Natuurbrug Zanderij Crailoo is de trefkans voor Ree, Konijn en Vos circa 100%. Dit betekent dat deze soorten dagelijks op de natuurbrug kunnen worden aangetroffen. De trefkans voor Haas is op Natuurbrug Zanderij Crailoo circa 80%. Op Natuurbrug Slabroek is de trefkans van Das en Konijn circa 80%.
- Ecoducten met recreatief medegebruik functioneren wat betreft het absolute aantal passages van een soort niet per definitie minder goed als ecoducten zonder recreatief medegebruik. Op Natuurbrug Zanderij Crailoo is het gemiddeld aantal passages per jaar van Ree en Vos hoger dan het landelijk gemiddelde. Ree passeert hier zelfs vaker dan op ieder ander ecoduct in Nederland. Ook Boommarter, Hermelijn en Eekhoorn passeren deze natuurbrug vaker dan gemiddeld. De aantallen zijn voor deze laatste soorten echter (zeer) beperkt waardoor de schattingen van de passagefrequenties een grote mate van onzekerheid kennen. Op Natuurbrug Slabroek is het gemiddeld aantal passages per jaar van Das hoger dan het landelijk gemiddelde. De Das passeert hier zelfs vaker dan op ieder ander ecoduct in Nederland. Ook de Bunzing passeert deze natuurbrug vaker dan gemiddeld. De aantallen zijn voor deze laatste soort echter (zeer) beperkt waardoor de schattingen van de passagefrequenties een grote mate van onzekerheid kennen.
- Natuurbrug Slabroek functioneert voor veel soorten, behalve Das en Bunzing, minder goed dan Natuurbrug Zanderij Crailoo. De oorzaak hiervan is niet aan te geven, maar houdt mogelijk verband met (1) de beperkte breedte van Natuurbrug Slabroek, (2) de inrichting van Natuurbrug Slabroek - lage vegetatie en geen dekkingbiedende structuren zoals een stobbenwal, (3) predator-predator (i.e. Das-Vos) en predator-prooi (i.e. Das-Egel) relaties, (4) het populatiebeheer rondom de natuurbrug (jacht), (5) het recreatief medegebruik of, en dat is het meest waarschijnlijk, (6) een combinatie van twee of meer van deze factoren. Indicierend voor een mogelijk effect van het recreatief medegebruik zijn de lagere passagefrequenties op deze natuurbrug van een aantal soorten, zoals Ree, Konijn en Haas, in vergelijking met ecoducten zonder recreatief medegebruik van dezelfde breedte.
- Een aantal soorten doet de ecoducten vaker aan dan men zou verwachten op basis van de relatieve dichtheden van de soorten in de omgeving. Op Natuurbrug Zanderij Crailoo betreft dit Ree, Vos, Konijn, Haas, Bunzing en Egel. Op Natuurbrug Slabroek betreft dit Das en Bunzing. Er is voor al deze soorten, hoewel verschillend in omvang, sprake van 'stuwing' van faunabewegingen: er zijn meer dieren op de natuurbrug dan men op basis van toevalligheid zou verwachten. Een aantal andere soorten doen de natuurbrug juist minder vaak aan dan men zou verwachten op basis van de relatieve dichtheden van de soorten in de omgeving. Dit is alleen waargenomen op Natuurbrug Slabroek en betreft Ree, Vos, Haas en Eekhoorn. Er is voor al deze soorten, hoewel verschillend in omvang, sprake van het 'vermijden' van de natuurbrug: er zijn minder dieren op de natuurbrug dan men op basis van toevalligheid zou verwachten. Het optreden van stuwing komt overeen met de verwachtingen en doelstelling om faunabewegingen die vóór de aanleg van de infrastructurele barrière(s) over een groter gebied plaatsvonden te concentreren op het ecoduct. Het optreden van vermijdingsgedrag op Natuurbrug Slabroek indiceert dat de faunapassage voor de betreffende soorten niet optimaal functioneert.
- Recreatief gebruik van een natuurbrug kan effect hebben op de manier waarop dieren de natuurbrug passeren. Een vergelijking van de twee onderzoekslocaties met de situatie op Natuurbrug Groene Woud

suggereert dat het Ree zich op ecoducten met recreatief medegebruik vaker in draf of galop voortbeweegt dan op een ecoduct zonder recreatief medegebruik. De mate waarin dit gebeurt, lijkt mede bepaald te worden door de dimensies en inrichting van het ecoduct: hoe smaller het ecoduct en hoe minder afscherming van het recreatiedeel, hoe vaker de dieren in draf of galop passeren. De Bunzing lijkt een natuurbrug eerder als onderdeel van zijn jachtterrein te zien - geïndiceerd door het in sluipgang passeren - wanneer deze geen recreatief medegebruik kent.

- Er is geen effect van recreatief medegebruik van ecoducten aangetoond op de plaats van passeren door de dieren. Er zijn geen indicaties dat de dieren zones vermijden die het dichtst bij het voet-, fiets- en/of ruiterspad liggen of een voorkeur hebben voor zones die juist zo ver mogelijk af liggen van dergelijke paden.
- Er is geen sterke correlatie, positief of negatief, tussen het aantal geregistreerde loopsporen van de soorten Ree, Vos, Konijn en Haas op Natuurbrug Zanderij Crailoo en het aantal recreanten dat gebruik maakt van deze natuurbrug. Op drukke dagen zijn er dus min of meer net zo veel dieren op de natuurbrug geregistreerd als op rustige dagen. Een mogelijke verklaring van de zwak positieve correlatie tussen het aantal loopsporen van Ree en het aantal recreanten is dat de dieren in de omgeving van de natuurbrug op drukke dagen naar verwachting vaker verstoord worden, met als gevolg dat de dieren actiever zijn en meer bewegen. Dit kan er wellicht toe leiden dat ook de natuurbrug op dagen met veel recreanten vaker wordt gepasseerd.
- Zowel het Ree als middelgrote zoogdieren verschijnen gemiddeld enkele uren later op Natuurbrug Zanderij Crailoo dan op een willekeurig referentieplot in de omgeving van deze natuurbrug. Op dagen met veel recreanten verschijnen de dieren enkele uren later op de natuurbrug dan op dagen met weinig recreanten. Zowel het Ree als de middelgrote zoogdieren lijken dus het moment waarop ze gebruik maken van een natuurbrug te veranderen als gevolg van recreatief medegebruik.
- Met de aanleg van een voet-, fiets- en/of ruiterspad op een natuurbrug kan worden voorkomen dat recreanten de hele natuurbrug belopen. Een afrastering langs dergelijke paden, bij voorkeur aangevuld met een afschermende grondwal en/of struweelzone, kan het aantal betredingen van de natuurlijke biotopen op de natuurbrug verder terugdringen. De ervaringen op Natuurbrug Zanderij Crailoo leren dat bij toepassing van dergelijke maatregelen nagenoeg 100% van de recreanten de natuurbrug via het daarvoor bedoelde pad passeren.
- Een verbod voor honden op een voor recreatief medegebruik opengesteld ecoduct kan niet voorkomen dat een deel van de recreanten (<1%) het ecoduct toch met hond betreden. De aanleg van een recreatief pad en een afrastering werkt enigszins sturend, maar deze maatregelen zijn beduidend minder effectief als bij mensen: circa 50% van de honden die Natuurbrug Zanderij Crailoo passeren betreden de natuurzone achter de afrastering.
- In zijn algemeenheid laten de studies op Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek zien dat voor veel algemeen voorkomende soorten recreatief medegebruik van een ecoduct niet leidt tot onverwacht lage gebruiksfrequenties en geen of slechts een beperkt effect heeft op het tijdstip en de manier waarop de ecoducten worden gebruikt, *mits* het ecoduct voldoende breed is en het ecoduct zorgvuldig is ingericht.

## 8 Richtlijnen recreatief medegebruik op ecoducten

Op basis van de bevindingen uit dit onderzoek zijn in dit hoofdstuk enkele praktische richtlijnen geformuleerd die tijdens de plan- en besluitvorming van toekomstige ecoducten kunnen helpen bij het maken van afgewogen keuzes voor het al dan niet, c.q. op welke wijze en onder welke voorwaarden openstellen van de ecoducten voor recreanten. Het betreft hier geen volledig afwegingskader. We beperken ons tot richtlijnen die op basis van dit onderzoek naar het ecologisch functioneren van ecoducten met recreatief medegebruik kunnen worden geformuleerd. Alle overige aspecten blijven hier buiten beschouwing, zoals een verkenning van nut en noodzaak van het openstellen van een ecoduct voor recreanten, een verkenning van eventuele alternatieven voor het realiseren van een verbinding voor recreanten of een verkenning van mogelijke knelpunten met het beheer en de voorgestane recreatiezoning in direct omliggende terreinen. Een tweede beperking van de hier gepresenteerde richtlijnen is dat deze uitsluitend van toepassing zijn op de diersoorten die deel uitmaakten van dit onderzoek. Voor middelgrote en grote zoogdiersoorten die buiten dit onderzoek vallen geldt de aanbeveling om - indien recreatief medegebruik op ecoducten voor deze soorten wordt overwogen - eerst de effecten van recreatief medegebruik te onderzoeken. Dergelijk onderzoek zal het mogelijk maken om in de toekomst voor deze groep soorten vergelijkbare uitspraken te kunnen doen als voor de wel onderzochte soorten (zie ook hoofdstuk 9).

### 8.1 Richtlijnen voor de besluitvorming over het al dan niet openstellen van een ecoduct voor recreanten

1. Bepaal de doelsoorten voor het ecoduct.
2. Stel vast of deze doelsoorten, onder voorwaarden, een voor recreanten opengesteld ecoduct kunnen benutten (zie tabel 8.1). We onderscheiden twee groepen:  
*Groep 1:* doelsoorten waarvoor geldt dat recreatief medegebruik, onder voorwaarden, mogelijk is.  
*Groep 2:* doelsoorten waarvoor nog niet overtuigend is aangetoond dat recreatief medegebruik, onder voorwaarden, mogelijk is.  
De hier bedoelde voorwaarden hebben betrekking op de dimensies en inrichting van het ecoduct: zie hiervoor paragraaf 8.2.
3. Indien de doelsoorten behoren tot *Groep 1*: verken of aan de randvoorwaarden wat betreft ontwerp en inrichting van een ecoduct met recreatief medegebruik kan worden voldaan. Indien dit zo is, kan recreatief medegebruik als optie in het planproces worden meegenomen.
4. Indien de doelsoorten behoren tot *Groep 2*: maak een (locatiespecifieke) expertinschatting van het risico dat bij recreatief medegebruik de gestelde doelen voor het gebruik van het ecoduct door de doelsoorten niet worden gehaald. Verken of aan de randvoorwaarden wat betreft ontwerp en inrichting van een ecoduct met recreatief medegebruik kan worden voldaan. Indien de risico's als gering worden geschat en aan de randvoorwaarden voor het ontwerp en de inrichting kan worden voldaan, kan recreatief medegebruik als optie in het planproces worden meegenomen.
5. Monitor zorgvuldig het gebruik van het ecoduct door de doelsoorten, indien voor recreatief medegebruik wordt besloten. De kennis over de effecten van recreatief medegebruik is nog gering. Dit onderzoek vult de kennisleemte slechts voor een deel (zie ook hoofdstuk 9). De aanbeveling is daarom om altijd evaluerend onderzoek op te nemen, zodat onze kennis gaandeweg toeneemt, na openstelling van het

ecoduct een 'vinger aan de pols' kan worden gehouden en vooraf gemaakte expertinschattingen in het veld kunnen worden getoetst.

**Tabel 8.1**

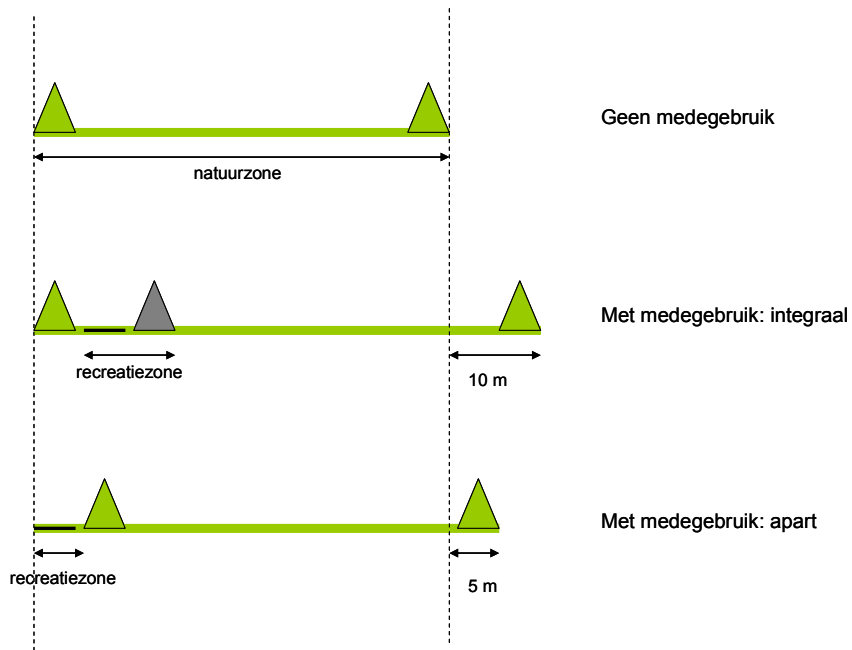
*Advies voor het al dan niet toestaan van recreatief medegebruik op ecoducten per diersoort.*

Soort	Recreatief medegebruik?	
	Onder voorwaarden mogelijk	Onder voorwaarden mogelijk na expertinschatting
<i>Grote zoogdieren</i>		
Das	X	
Ree	X	
Vos	X	
<i>Middelgrote zoogdieren</i>		
Boommarter		X
Bunzing	X	
Eekhoorn		X
Egel	X	
Haas	X	
Hermelijn		X
Konijn	X	
Steenmarter		X

## 8.2 Richtlijnen voor ontwerp en inrichting van een ecoduct met recreatief medegebruik

Op een ecoduct met recreatief medegebruik onderscheiden we een 'natuurzone' en een 'recreatiezone'. De natuurzone is dat deel van het ecoduct dat voor de fauna is bestemd en waar natuurlijke biotopen worden ontwikkeld. Dit is dus exclusief (groene) zones die wellicht nog buiten de afrastering aanwezig zijn. De recreatiezone is dat deel van het ecoduct dat voor de recreanten is bestemd, inclusief de ruimte die nodig is voor afscherpende maatregelen (fysiek en visueel) om verstoring vanuit de recreatiezone naar de natuurzone te mitigeren.

1. Stem de breedte van de natuurzone op het ecoduct niet af op de *minimale* breedte die de doelsoorten vereisen (zie Kruidering et al., 2005) maar op de in de literatuur en handboeken *aanbevolen* breedte voor ecoducten: 40-60 m (zie overzicht in Van der Grift, 2004).
2. Verbreed het ecoduct met de ruimte die nodig is voor de recreatiezone. De aanbeveling is om voor deze zone, waarbinnen één of meerdere recreatieve paden en afscherpende maatregelen een plek moeten krijgen, minimaal 10 m te reserveren als de recreatiezone in de natuurzone ligt 'ingebod' (zie figuur 8.1). Als de recreatiezone helemaal aan de buitenrand van het ecoduct komt te liggen dan kan met minder ruimte - circa 5 m - worden volstaan (zie figuur 8.1).



**Figuur 8.1**

*Schematische weergave van de relatie tussen de breedte van de recreatiezone en de ligging van deze zone op het ecoduct. Als de recreatiezone ligt 'ingebod' in de natuurzone (situatie Integraal), is ruimte nodig om afscherpende maatregelen te treffen. Als de recreatiezone aan de buitenrand van het ecoduct ligt (situatie Apart) kan de geplande afscherming van de infrastructuur die wordt gekruist tevens als afscherming dienen van de recreatiezone, waardoor minder ruimte nodig is.*

3. Plaats de recreatiezone aan één van de zijken van het ecoduct.
4. Leg altijd een pad aan voor het recreatief gebruik van het ecoduct. Indien meerdere paden nodig zijn, bijvoorbeeld wanneer een aparte hoefslag voor ruiters is gepland, bundel de paden dan.
5. Plaats een menswerend maar faunadoorlatend raster tussen het recreatieve pad en de natuurzone op het ecoduct.
6. Realiseer een goede visuele afscherming tussen het recreatieve pad en de rest van het ecoduct, bijvoorbeeld in de vorm van een grondwal in combinatie met opgaande struweel- en bosbegroeiing.
7. Realiseer voldoende dekkingbiedende structuren (o.a. stobbenwal) en vegetaties op het ecoduct die schuil mogelijkheden bieden aan passerende dieren.





## 9 Aanbevelingen voor verder onderzoek

Het hier gepresenteerde onderzoek kent haar beperkingen. Deze zijn vooral het gevolg van de beschrijvende aard van het onderzoek, i.e. het monitoren van wat er gebeurt op twee ecoducten die recreatief medegebruik kennen. De belangrijkste beperkingen zijn:

1. Het onderzoek geeft inzicht in welke diersoorten gebruik maken van de ecoducten en hoe vaak, maar niet in welke mate het gebruik - de passagefrequenties - beïnvloed wordt door het openstellen van de ecoducten voor recreanten. Zou bijvoorbeeld het aantal passages van de soorten op Natuurbrug Zanderij Crailoo en Natuurbrug Slabroek hoger zijn zonder recreatief medegebruik? En zo ja, hoeveel hoger? Op beide vragen kunnen we nu geen antwoord geven. Om daar achter te komen is bij voorkeur een experimentele aanpak nodig, waarbij op hetzelfde ecoduct opeenvolgend de situatie *met* en *zonder* recreanten wordt gecreëerd.
2. Een tweede beperking van het onderzoek is dat slechts op twee plaatsen is gemeten. Lokale verschillen - bijvoorbeeld gebieden waar soorten bejaagd worden en gebieden waar soorten niet bejaagd zijn - kunnen een grote invloed hebben, waardoor het lastig is generieke conclusies te trekken. Op meer plekken het onderzoek herhalen, bij voorkeur in binnen- en buitenland, kan dit probleem wegnemen.
3. Een derde beperking is de relatief korte duur van dit onderzoek (circa één jaar) en de relatief korte tijd tussen het moment van onderzoek en het moment dat de ecoducten zijn opengesteld (circa één en vier jaar). Door gewenning van de dieren aan de faunapassage, kunnen passagefrequenties mogelijk toemenen (zie bijvoorbeeld Clevenger en Waltho, 2003). Bovendien zijn beide onderzochte ecoducten nog in ontwikkeling. Er is meer tijd nodig om de na te streven vegetaties op de ecoducten te bereiken. Door het onderzoek op een later moment te herhalen, wanneer de dieren (volledig) gewend zijn en de vegetatieontwikkeling is voltooid, kan hierin meer inzicht worden verschaft.
4. Een vierde beperking is dat in dit onderzoek niet over alle relevante zoogdiersoorten, denk bijvoorbeeld aan het Damhert en Edelhert, uitspraken worden gedaan, omdat deze soorten niet allemaal voorkomen in de twee geselecteerde onderzoeksgebieden. Andere diergroepen - o.a. reptielen, amfibieën en insecten - zijn in dit onderzoek geheel buiten beschouwing gebleven.
5. Een vijfde beperking is dat uitsluitend uitspraken over ecoducten kunnen worden gedaan. Faunatunnels, waar recreatief medegebruik ook steeds vaker aan de orde is, blijven buiten beschouwing.

Naar aanleiding van de ervaringen in het hier gepresenteerde onderzoek en de gesignaleerde beperkingen van het onderzoek doen wij daarom de volgende aanbevelingen voor toekomstig onderzoek:

### *Aanbeveling 1: Uitvoeren experiment ecoducten Veluwe*

Zoals het literatuuronderzoek duidelijk heeft gemaakt hebben alle bestaande studies het karakter van correlatief onderzoek: verschillen in de frequentie van gebruik van faunapassages door soorten worden gecorreleerd aan het al dan niet optreden van medegebruik door recreanten. Onderzoek met een experimenteel karakter ontbreekt. De waarde van dergelijk experimenteel onderzoek is al uiteengezet in hoofdstuk 1: het biedt de kans om onder nagenoeg gecontroleerde omstandigheden situaties met en zonder recreatief medegebruik te creëren op één of meer ecoducten, waarna de effecten van dit medegebruik op de passagefrequenties van dieren kunnen worden gemeten. Het experiment zou ontworpen moeten worden als een BACI-studie (Before-After-Control-Impact). Dergelijk experimenteel onderzoek zou binnen Nederland het best kunnen worden uitgevoerd op de Veluwe, waar drie min of meer vergelijkbare ecoducten liggen en waar alle voor verstoring door recreanten gevoelige zoogdiersoorten voorkomen.

*Aanbeveling 2: Onderzoek herhalen op andere ecoducten met recreatief medegebruik*

Sinds de start van het onderzoek is een derde ecoduct in Nederland gereed gekomen met recreatief medegebruik als doel: ecoduct Waterloo over de A73-Zuid, nabij Roermond. Ook in onze buurlanden, Duitsland en België, en elders in Europa (o.a. Polen, Oostenrijk, Zwitserland, Frankrijk, Spanje) zijn ecoducten aangelegd die medegebruik door mensen kennen. De aanbeveling is om het onderzoek te herhalen op meerdere plekken, zodat een robuuster beeld ontstaat van de effecten van recreatief medegebruik op het functioneren van ecoducten als faunapassage.

*Aanbeveling 3: Onderzoek uitbreiden naar andere soorten en diergroepen*

Dit onderzoek heeft zich beperkt tot middelgrote en grote zoogdieren. En dan alleen de soorten uit deze diergroep die nu rondom de onderzochte ecoducten voorkomen. Een uitbreiding van het onderzoek naar andere soorten, denk vooral aan de grote hoefdieren op de Veluwe, en andere diergroepen - kleine zoogdieren, vleermuizen, reptielen, amfibieën en insecten - is nadrukkelijk de aanbeveling. De bevindingen in dit onderzoek zijn namelijk niet eenvoudig te extrapoleren naar bijvoorbeeld een Edelhert of Zandhagedis.

*Aanbeveling 4: Onderzoek op de natuurbruggen Zanderij Crailoo en Slabroek na vijf jaar herhalen*

De aanbeveling is om het hier gepresenteerde onderzoek na vijf jaar te herhalen om zodoende eventuele veranderingen in het gebruik van de ecoducten te meten als gevolg van gewinning van de dieren, ontwikkeling van de vegetatie en/of andere uitgevoerde beheeringrepen - o.a. aanleg stobbenwal en extra poelen op Natuurbrug Zanderij Crailoo (zie ook Van der Grift et al., 2009). Waar relevant en mogelijk kunnen tijdens een dergelijke studie verbeterde (en minder arbeidsintensieve) onderzoekstechnieken worden ingezet, zoals infrarood-fotocamera's en infrarood-videocamera's met bewegingssensor. Met dergelijke technieken kunnen de belangrijkste nadelen van de hier gebruikte methoden - elektronische tellers die niet soortspecifiek registreren en sporenbedden die gevoelig zijn voor weersomstandigheden en waarneemfouten - worden weggenomen. De aanbeveling is ook om dan langer te monitoren om ook voor de minder algemene soorten - waarvan gedurende de looptijd van dit onderzoek onvoldoende waarnemingen zijn gedaan om harde conclusies te trekken - uitspraken te kunnen doen.

*Aanbeveling 5: Onderzoek op ecoducten zonder recreatief medegebruik*

Het is van waarde om ook bij ecoducten die geen recreatief medegebruik (bijvoorbeeld Natuurbrug Groene Woud, Veluwe ecoducten) kennen het gebruik door fauna te onderzoeken, op vergelijkbare wijze als bij de ecoducten met recreatief medegebruik in deze studie. Hierbij is vooral het monitoren van relatieve dichtheden in de omgeving van de ecoducten van belang, zodat er inzicht ontstaat in de verhouding tussen het aantal loopsporen op de natuurbrug (zonder medegebruik) en het aantal loopsporen in de omgeving (zie ook Van der Grift, 2010). Deze verhouding kan dan worden vergeleken met de verhoudingen in sporen tussen natuurbrug en omgeving die worden gevonden op ecoducten met recreatief medegebruik. Hierdoor zijn de in deze studie gevonden cijfers omtrent de frequentie van passages op ecoducten met recreatief medegebruik beter te duiden.

*Aanbeveling 6: Onderzoek in faunatunnels met en zonder recreatief medegebruik*

Behalve ecoducten zijn ook enkele faunatunnels opengesteld voor recreatief medegebruik. Tijdens de plan- en besluitvormingsfase van faunatunnels is, net als bij ecoducten, het al dan niet openstellen van de voorziening voor recreanten vaak een punt van discussie. Eveneens vergelijkbaar met ecoducten is dat weinig bekend is over de effecten van recreatief medegebruik in een faunatunnel op het functioneren als faunapassage. Bekend is wel dat faunatunnels door sommige soorten - vooral hoefdieren - minder snel als passagemogelijkheid lijken te worden geaccepteerd en gebruikt dan ecoducten. Besluiten over openstelling van faunatunnels voor publiek dienen dan ook extra kritisch te worden gewogen. De aanbeveling is om faunatunnels met en zonder recreatief medegebruik in het onderzoek te betrekken om beter inzicht te krijgen in de effecten van het medegebruik op het functioneren van dergelijke ontsnipperende maatregelen voor de fauna.

# Dankwoord

Dit onderzoek had niet kunnen plaatsvinden zonder de medewerking en adviezen van een groot aantal mensen. Onze dank gaat allereerst uit naar Ruben Post, Hilde Visser en Hans Reijke van het ministerie van LNV die het onderzoek hebben begeleid. Dick Landsmeer, Poul Hulzink, Rob Rossel en Hendrik van Driel van het Goois Natuurreservaat willen we bedanken voor het faciliteren van het onderzoek op en rondom Natuurbrug Zanderij Crailoo en voor de prettige samenwerking tijdens de uitvoering. Hubert van Beusekom (Rijkswaterstaat Noord-Brabant), Klaas van de Laan (Staatsbosbeheer), Wim Althuizen en Huub van Boxmeer (Gemeente Uden), en Lambert van Beusekom (Gemeente Bernheze) bedanken wij voor hun medewerking en hulp bij het opzetten en uitvoeren van de studie op en rondom Natuurbrug Slabroek. Vier van de sporenbedden rond Natuurbrug Slabroek zijn geplaatst op particulier terrein. In dit verband willen we mevrouw Steenberg en de heer Van de Bosch bedanken; zonder hun medewerking zou een belangrijk deel van de metingen ten westen van genoemd ecoduct niet hebben kunnen plaatsvinden. Hans Bekker (Rijkswaterstaat DVS) bedanken wij voor het kritisch doorlezen van eerdere versies van dit rapport.

Het onderzoek heeft plaats kunnen bieden aan een groot aantal studenten van diverse opleidingsinstituten. Zij hebben een belangrijk deel van het veldwerk uitgevoerd, hebben gegevens ingevoerd en geanalyseerd, en hebben over een zelf gekozen deelvraag van het onderzoek kunnen rapporteren. Wij hopen dat het voor hen een leerzame tijd is geweest en danken hen hartelijk voor hun inzet en hulp bij het uitvoeren van dit onderzoek. Als student hebben meegewerkt: Bouke Batema, Quincy de Bruin, Simon van der Burg, Femke van Doormaal, Daphne Flierman, Menno de Jong, Jan Nicolay, Jelmer Panman, Luc Receveur, Dennis Rensen, Lizet de Roo, Mirjam Salm, Xander van der Sar, Monika Schwartz, Joska van der Sluis, Jonas Stouten, Linda van Turnhout en Jeroen Veldman.

Onze dank gaat ook uit naar de begeleiders van deze studenten bij de diverse opleidingsinstituten, te weten Jan Bokdam (Wageningen Universiteit), Wilma Driessen, Ben Helming en Anneke Zemmeling (Hogeschool Van Hall Larenstein), Paul Vos, Ruben Huele en Kees Musters (Universiteit Leiden), Jos Otte (Hogeschool Inholland), Adri Mulder (Saxion Hogeschool Deventer), Marie-Jose Duchateau (Universiteit Utrecht), Jan Willem Kylstra (Helicon Opleidingen MBO Velp) en Elke Hietel (FH Bingen - University of Applied Sciences, Duitsland).

Naast de studenten is een groot deel van het veldwerk uitgevoerd door een enthousiaste groep vrijwilligers. Door hen zijn vele duizenden uren besteed aan het aflezen en opnieuw aanhaken van de sporenbedden, zowel op als in de omgeving van de ecoducten. Bij mooi en minder mooi weer. Op dagen met veel waarnemingen en op dagen dat er weinig tot niets kon worden genoteerd. Wij willen op deze plek graag alle vrijwilligers nog eens hartelijk danken voor hun inzet en waardevolle bijdrage aan het onderzoek. Bij Natuurbrug Zanderij Crailoo hebben als vrijwilligers meegedaan: Gerben Boon, Marten van Bracht, Bert Brusche, Lubbert Eendhuizen, Joop Frijhoff, Walter Grim, Ita Hoekstra, Dick 't Hoen, Sjaak Ketelaar, Riny Kluvers, Gerry Kluvers, Bertus van de Laan, Astrid Medema, Wouter Nugteren, Paul van der Poel, Loes van der Poel, Marion van der Schaar, Frank Sikking, Ed Sival, Christine Tamminga, Henk Veldman, Helmoet Vos en Peter Vos. Bij Natuurbrug Slabroek hebben als vrijwilligers meegedaan: Louis van Geelkerken, Hans de Goeij, Ton Hermans, Karin Koppen, Tini van Lanen, Kees Pouderoijen, Jos Schenk en Johan Verhoeven. Cent Bergh Hartog willen we bedanken voor het beschikbaar stellen van verenigingsgebouw De Groenling van IVN Bernheze ten behoeve van twee bijeenkomsten met de vrijwilligers van Natuurbrug Slabroek en andere geïnteresseerden.

Dick Jonkers (GreenDesk Ecologisch Advies) verschaftte hulp bij de begeleiding van de vrijwilligers op en rond Natuurbrug Zanderij Crailoo. Rini Smits (Wildbeheereenheid Oost-Brabant) hielp ons bij het vinden en

organiseren van de vrijwilligers voor de studie op en rond Natuurbrug Slabroek. Henri Wijsman verstrekte nadere informatie over het voorkomen van Boommarters in het Gooi. Huib Langemaat (Natuurmonumenten) gaf ons inzicht in de laatste stand van zaken over de Dassen op de 's-Gravelandse Buitenplaatsen. Piet van Deutekom van hondensportvereniging *PHV De Rakkers* gaf informatie over het gebruik van het hondentrainingsveld nabij Natuurbrug Slabroek. Hedwig en Monique Koenen boden een prettige verblijfplaats op hun mini-camping *Uitgerust* aan de studenten die veldwerk verrichtten op en rond Natuurbrug Slabroek. Ook al deze mensen willen wij hier graag bedanken.

# Literatuur

Anonymus, 2004. *Meerjarenprogramma Ontsnippering*. Ministerie V&W, Ministerie LNV & Ministerie VROM, Den Haag.

Anonymus, 2009. *Meerjarenprogramma Ontsnippering - Jaarverslag 2008*. MJPO, Delft.

Bang, P. en P. Dahlstrøm, 2004. *Diersporengids. Sporen en kenmerken van zoogdieren en vogels*. Tirion Uitgevers BV, Baarn.

Belle, F. van en W. Frenzt, 2005. Wildviaduct Terlet werkt! *Groen* 10: 22-27.

Bertola, L., 2006. *Hinderen snelwegen de wandelaar? Een mogelijke uitwerking van de wandelnota (Duyvendak) voor Rijkswaterstaat*. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.

Boer, H.Y. de, L. van Breukelen, M.J.M. Hootsmans en S.E. van Wieren, 2004. Flight distance in roe deer *Capreolus capreolus* and fallow deer *Dama dama* as related to hunting and other factors. *Wildlife Biology* 10: 35-41.

Brandjes, G.J. en G. Veenbaas, 1998. *Het gebruik van faunapassages langs watergangen onder rijkswegen in Nederland: een oriënterend onderzoek*. DWW Versnipperingsreeks deel 36, rapport W-DWW-98-29, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.

Brandjes, G.J., G. Veenbaas, I. Tulp en M.J.M. Poot, 2001. *Het gebruik van faunapassages langs watergangen onder rijkswegen. Resultaten van een experimenteel onderzoek*. DWW Versnipperingsreeks deel 40, rapport W-DWW-2001-026, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.

Brandjes, G.J., F. van Vliet, H.J.J. Sips en R. van Beurden, 2006. *Monitoring gebruik faunapassages Rijkswaterstaat Utrecht - Onderzoek boomarterbrug (A12) en ecoduct Leusderheide (A28)*. Rapport 06-145. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Brandjes, G.J., E. van der Velde en D. Emond, 2007. *Monitoring ecoduct De Borkeld rijksweg A1, 2006-2007*. Rapport 07-136. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Clevenger, A.P., 1998. Permeability of the Trans-Canada Highway to wildlife in Banff National Park: importance of crossing structures and factors influencing their effectiveness: p. 109-119. In: Evink, G.L., P. Garrett, D. Zeigler en J. Berry (eds). *Proceedings of the International Conference on Wildlife Ecology and Transportation*. FL-ER-69-98, Florida Department of Transportation, Tallahassee, Florida, USA.

Clevenger, A.P. en N. Waltho, 2000. Factors influencing the effectiveness of wildlife underpasses in Banff National Park, Alberta, Canada. *Conservation Biology* 14 (1): 47-56.

Clevenger, A.P. en N. Waltho, 2003. Long-term, year-round monitoring of wildlife crossing structures and the importance of temporal and spatial variability in performance studies: p. 293-302. In: C.L. Irwin, P. Garrett en K.P. McDermott (eds). *2003 Proceedings of the International Conference on Ecology and Transportation*. Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, Raleigh, USA.

- Clevenger, A.P. en N. Waltho, 2005. Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. *Biological Conservation* 121: 453-464.
- Eekelen, D. van en G.F.J. Smit, 2000. *Het gebruik door dieren van kunstwerken in de A1 op de Veluwe. Studie van viaducten, tunnels en het ecoduct bij Kootwijk*. Rapport 00-085. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Diepenbeek, A. van, 2003. *Veldgids diersporen*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Duijvendak, W., 2004. *Wandeloffensief- Geef de wandelaar weer ruimte ('Wandelnota')*.
- Georgii, B., E. Peters-Ostenberg, M. Henneberg en F. Knauer, 2007. Use of wildlife crossing structures by medium sized and large mammals. In: B. Jackowiak (ed.). *Influence of Transport Infrastructure on Nature*, p. 189-200. General Directorate of National Roads and Motorways, Warszawa, Poland.
- Grift, E.A. van der , 2004. *Corridor Leusderheide. Nut en noodzaak van de verbindingzone en advies voor de dimensionering en positionering van een ecoduct over de N237*. Alterra-rapport 912. Alterra, Wageningen.
- Grift, E.A. van der, F.G.W.A. Ottburg en J. Dirksen, 2009. *Gebruik van Natuurbrug Zanderij Crailoo door mens en dier*. Alterra-rapport 1906. Alterra, Wageningen.
- Grift, E.A. van der, 2010. *Richtlijnen voor het meten van het gebruik van faunapassages*. <[www.mjpo.nl/publicaties/monitoringsrapporten](http://www.mjpo.nl/publicaties/monitoringsrapporten)> Alterra, Wageningen.
- Grift, E.A. van der, F.G.W.A. Ottburg, R. Snep, E. van Ingen en H. van Beusekom, 2010. Werkt natuurbrug Groene Woud ook voor amfibieën? *De Levende Natuur* 111 (2): 87-93.
- Grift, E.A. van der, F.G.W.A. Ottburg, R. Snep, E. van Ingen en H. van Beusekom, in prep. *Zoogdieren op Natuurbrug Groene Woud*.
- Ham, M.H.A. van den en R.H.M. Peltzer, 1995. *Dosis-effect-relatieonderzoek en ecologische verbindingzones; evaluatie van het dosis-effect-relatieonderzoek en onderzoek naar de mogelijkheden voor recreatie en natuur binnen de ecologische verbindingzones van de hogere zandgronden*. IBN-DLO rapport 169. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.
- Hoedt, A. ten, 2001. Effecten van de afsluiting van natuurgebieden op het gedrag van grote zoogdieren. *De Levende Natuur* 102 (6): 270-272.
- Joslin, G. en H. Youmans, 1999. *Effects of recreation on Rocky Mountain wildlife: A review for Montana*. Committee on Effects of Recreation on wildlife, Montana Chapter of the Wildlife Society, Helena, USA.
- Kruidering, A.M., G. Veenbaas, R. Kleijberg, G. Koot, Y. Rosloot en E. van Jaarsveld, 2005. *Leidraad faunavoorzieningen bij wegen*. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.
- Lange, R., P. Twisk, A. van Winden en A. van Diepenbeek, 2003. *Zoogdieren van West-Europa*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Litjens, B.E.J., 1991. *Evaluatie wildviaducten A50*. Consulentenschap Natuur, Milieu en Faunabeheer, Arnhem.
- Mata, C., I. Hervása, J. Herranza, F. Suáreza en J.E. Maloa, 2005. Complementary use by vertebrates of crossing structures along a fenced Spanish motorway. *Biological Conservation* 124 (3): 397-405.

Ministerie LNV, 2004. *Agenda voor een Vitaal Platteland. Visie inspelen op veranderingen*. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag.

Ng, S.J., J.W. Dole, R.M. Sauvajot, S.P.D. Riley en T.J. Valone, 2004. Use of highway undercrossings by wildlife in southern California. *Biological Conservation* 115: 499-507.

Nieuwenhuizen, W. en R.C. van Apeldoorn, 1994. *Het gebruik van faunapassages door zoogdieren bij rijksweg A1 ter hoogte van Oldenzaal*. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.

Renard, M., A.A. Visser, W.F. de Boer en S.E. van Wieren, 2008. The use of the 'Woeste Hoeve' wildlife overpass by mammals. *Lutra* 51 (1): 5-16.

Rodriguez, A., G. Crema en M. Delibes, 1996. Use of non-wildlife passages across a high speed railway by terrestrial vertebrates. *Journal of Applied Ecology* 33: 1527-1540.

Rodriguez, A., G. Crema en M. Delibes, 1997. Factors affecting crossing of red foxes and wildcats through non-wildlife passages across a high-speed railway. *Ecography* 20 (3): 287-294.

Smit, C., 2001. *Effecten van militair gebruik en recreatie op flora en fauna. Een literatuuronderzoek*. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Expertisecentrum LNV, Ede/Wageningen.

Smitskamp, L., 2010. *Het gebruik van de ecodeucten Leusderheide en Treeker Wissel door middelgrote en grote zoogdieren, met speciale aandacht voor het ree (Capreolus capreolus)*. Studentenrapport. Vrije Universiteit, Amsterdam.

Stankowich, T., 2008. Ungulate flight responses to human disturbance: A review and meta-analysis. *Biological Conservation* 141: 2159-2173.

Taylor, A.R. en R.L. Knight, 2003. Wildlife responses to recreation and associated visitor perceptions. *Ecological Applications* 13: 951-963.

Uittenboogaard, M., 1970. *Recreatiegevoeligheid van enkele fauna-elementen in het nationale park De Hoge Veluwe*. Studentenrapport 62. Afdeling Natuurbeheer. Landbouwhogeschool, Wageningen.

Veer, M. en L. Bregman, 1999. *Effecten van recreatie op natuur*. Achtergronddocument Recreatiebeleid Natuurmonumenten. Natuurmonumenten, 's-Graveland.

Veldhoen, E., 2009. *Het gebruik van de ecodeucten Treeker Wissel en Leusderheide door fauna*. Studentenrapport. Hogeschool Van Hall Larenstein, Wageningen.

Vink, J., R.C. van Apeldoorn en G.J. Bekker, 2008. Defragmentation measures and the increase of a local badger (*Meles meles*) population at Eindegooi, the Netherlands. *Lutra* 51 (2): 75-86.

Wijsman, H., 2008. Gooise boommarters ondergronds. *Zoogdier* 19 (2): 13-15.

Worm, P.B., 1995. *Gebruik van wildviaduct Terlet door ree, edelhert en wild zwijn*. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland.





# Bijlage 1 Literatuuronderzoek

## Inleiding

Sinds de aanleg van faunapassages zijn er frequent studies uitgevoerd om het gebruik van deze voorzieningen door de doelsoorten te onderzoeken. In een aantal van deze studies is onderzocht welke kenmerken van de constructie, de infrastructurele barrière die wordt overbrugd en/of het omliggende landschap bepalend zijn voor de mate waarin dieren de faunapassage gebruiken. In veel minder studies is aandacht besteed aan het effect van menselijk medegebruik van faunapassages en/of het effect van de aanwezigheid van menselijke activiteit in de directe omgeving van de faunapassages. Het doel van dit literatuuronderzoek is de bestaande literatuur waarin de effecten van menselijk medegebruik van faunapassages aan bod komen te verkennen. We hebben ons daarbij primair gericht op studies waarin correlaties zijn onderzocht tussen het gebruik van faunapassages door dieren en menselijk gebruik in de vorm van wandelaars, fietsers en ruiters. Studies waarin dergelijke correlaties wel zijn gesuggereerd maar niet nader zijn onderzocht zijn buiten beschouwing gebleven. Dat geldt ook voor andere vormen van menselijk medegebruik, zoals situaties waarbij een faunapassage is gecombineerd met een (lokale) verkeersweg.

## Werkwijze

Tijdens het literatuuronderzoek zijn we als volgt te werk gegaan:

- Met een vaste set aan zoektermen is gezocht in de literatuurdatabases *Biological Abstracts*, *Current Contents* en *Zoological Records*. De zoektermen zijn vermeld in tabel B1. De zoektermen in kolom 1 zijn alle gecombineerd met de zoektermen in kolom 2.
- De referentielijsten in de met de literatuurdatabases gevonden publicaties zijn geraadpleegd om publicaties op te sporen die niet via genoemde databases zijn achterhaald.
- De literatuurlijst is aangevuld met publicaties uit persoonlijke databases.

### Tabel B1

*Bij het literatuuronderzoek gebruikte zoektermen.*

Zoekterm 1	Zoekterm 2
Road	Wildlife passage
Highway	Wildlife crossing structure
Railroad	Wildlife tunnel
Railway	Ecoduct
	Underpass
	Overpass

We hebben ons beperkt tot publicaties die zijn verschenen in peer-reviewed tijdschriften of boeken. Behalve het argument van vindbaarheid/toegankelijkheid is de toets op de kwaliteit van het onderzoek de belangrijkste motivatie voor deze aanpak. In sommige gevallen is een uitzondering gemaakt en zijn publicaties die behoren tot de zogenoemde 'grijze literatuur' wel meegenomen in het onderzoek. Het betreft publicaties in proceedings van internationale congressen en publicaties die onderzoek naar de effecten van menselijk medegebruik in Nederland presenteren.

## Zoekresultaat

Volgens de hierboven beschreven werkwijze zijn acht publicaties achterhaald waarin originele onderzoeksresultaten over faunapassages en het effect van menselijk medegebruik zijn gepresenteerd. Deze

publicaties richten zich alle op de effecten van menselijk medegebruik op zoogdieren. Het betreft drie studies uit Noord-Amerika en vijf studies uit Europa, waarvan één uit Nederland.

### **Uitgevoerd onderzoek**

Rodriguez et al. (1996) onderzochten het gebruik door fauna van zeventien tunnels voor lokaal verkeer onder een hogesnelheidslijn tussen Madrid en Sevilla (Spanje). De studie duurde één jaar. In alle gevallen betrof het tunnels die worden gekenmerkt door een dagelijks, maar laag-frequent gebruik door (landbouw)voertuigen, vee en mensen. Het menselijk medegebruik was gering en varieerde van 0-0,6 mensen/dag (gemiddeld: 0,2 mensen/dag). De passages werden niet gebruikt door wilde hoefdieren. De auteurs stellen vast dat dit mogelijk een gevolg is van de (beperkte) dimensies en de ligging van de onderdoorgangen, het ontbreken van voldoende dekking nabij de ingangen en verstoring door menselijk medegebruik. Voor de soorten die de passages wel gebruikten (zowel roofdieren, haasachtigen als diverse soorten kleine zoogdieren) bleek de ligging van de passage ten opzichte van geschikt habitat de belangrijkste verklarende factor die het gebruik van de onderdoorgang bepaalde. Menselijk (mede)gebruik vertoonde voor deze soorten geen significant effect op het gebruik van de passages. In een vervolgstudie stelde Rodriguez et al. (1997) vast dat bij een intensiever gebruik door mensen van de directe omgeving van de passage er een negatieve trend in het gebruik door roofdieren optreedt. Zij concluderen dat hoewel roofdieren menselijke activiteit doorgaans vermijden, het verstoringniveau in de passages waarschijnlijk laag genoeg is om passage van roofdieren te laten plaatsvinden.

In Banff National Park (Alberta, Canada) is in de periode 1995-1998 het gebruik van elf faunatunnels onder de Trans-Canada Highway onderzocht (Clevenger en Waltho, 2000). De tunnels waren op het moment van de studie twaalf jaar oud. Belangrijke doelstelling van het onderzoek was om te achterhalen welke factoren de effectiviteit van de passages beïnvloeden. Eén van deze factoren was het medegebruik door recreanten van de onderdoorgangen. Hoewel de passages niet voor recreatieve doeleinden zijn aangelegd, maakte de ligging van sommige faunatunnels dicht bij bewoonde gebieden en intensief gebruikte recreatieve routes, dat de passages veelvuldig door mensen werden gebruikt. Dit medegebruik door recreanten betrof wandelaars, fietsers (mountain bikes) en ruiters (zie ook Clevenger, 1998).

Voor grote roofdieren (Grizzly beer en Zwarte beer, Wolf, Poema en Coyote) bleek het gebruik van de faunapassages sterk negatief gecorreleerd met menselijke activiteiten. Oftewel: hoe sterker het menselijk medegebruik, hoe geringer het gebruik door deze roofdieren. Van alle onderzochte factoren die het gebruik van de faunatunnels kunnen beïnvloeden, inclusief kenmerken van de constructie (e.g. dimensies, ontwerp) bleek het menselijk medegebruik de belangrijkste factor. Medegebruik door recreanten beïnvloedt ook het gebruik van de onderdoorgangen door hoefdieren (Edelhert, Eland, Witstaarthert en Zwartstaarthert) negatief, maar dit effect is minder sterk dan bij de roofdieren werd vastgesteld. Voor deze diergroep bleken structuurkenmerken van de faunapassage (o.a. dimensies) en de inrichting van het omliggende landschap als eerste bepalend te zijn voor het gebruik van de voorziening en pas daarna het menselijk medegebruik. De minder sterke correlatie tussen menselijk gebruik en het gebruik van passages door hoefdieren is naar verwachting het gevolg van twee processen: enerzijds de neiging van roofdieren om onderdoorgangen te ontwijken die dicht bij de door mensen gebruikte gebieden liggen, anderzijds de voorkeur van hoefdieren voor deze gebieden, juist vanwege het ontbreken van die roofdieren. De effectiviteit van een faunapassage met menselijk medegebruik kan dus mede bepaald worden door eventuele predator-prooi relaties.

Clevenger en Waltho (2005) tonen ook aan dat de belangrijkheid van menselijk medegebruik als factor die het gebruik door dieren beïnvloedt samenhangt met de intensiteit van dit medegebruik. Tijdens een vergelijkbare studie als bovenstaande, maar dan bij twaalf meer recent aangelegde faunapassages (drie jaar oud) op grotere afstand van bewoond gebied (circa 17 km versus 3 km in de eerdere studie) en aldus ook met veel minder menselijk medegebruik (0,1 versus 0,9 mensen/dag) stelden zij vast dat menselijk medegebruik een negatief effect op zowel roofdieren als hoefdieren had, maar dat dit effect voor beide groepen van secundair

belang was. Bij deze nieuw aangelegde en rustiger gelegen faunapassages bleken de fysieke kenmerken van de voorziening primair het gebruik te beïnvloeden (zie ook Clevenger en Waltho, 2003).

Brandjes et al. (2001) onderzochten gedurende twee jaar het gebruik van 46 'natte' passages: 22 duikers met loopplanken en 24 doorgetrokken oevers in duikers of onder bruggen. De studie richtte zich primair op het effect van veranderingen in het ontwerp van de passages (verbreding van de loopplanken en aanleg van stobbenwanden op de doorgetrokken oevers), maar ook de invloed van menselijke activiteit in de passages is onderzocht. Dit menselijk medegebruik is niet gekwantificeerd. Menselijk medegebruik van de passages had een negatief effect op het gebruik door de fauna, met uitzondering van Steenmarter en Vos. De auteurs geven als mogelijke verklaring dat beide soorten geregeld in de nabijheid van mensen leven en dus minder gevoelig zijn voor verstoring. Tijdens een eerder oriënterend onderzoek is door Brandjes en Veenbaas (1998) vastgesteld dat het gebruik van de passages door dieren en mensen gescheiden in de tijd plaatsvindt: mensen gebruiken de passages vrijwel uitsluitend bij daglicht terwijl de dieren de passage in de nacht en gedurende de ochtend- en avondschemering gebruiken. De auteurs beargumenteren in dit verband dat het aangetoonde negatieve effect van het menselijk medegebruik vooral indirect optreedt, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van geursporen, in plaats van direct door de fysieke aanwezigheid van mensen zelf.

Ng et al. (2004) onderzochten het effect van menselijk medegebruik (wandelaars, ruiters, fietsers, overige voertuigen) op de passagefrequentie van zoogdieren in vijftien onderdoorgangen nabij Los Angeles in het zuiden van Californië. Het menselijk medegebruik was gering en varieerde van 0-10 mensen/dag (gemiddeld: 2,2 mensen/dag). Het betrof duikers en bruggen die niet als faunapassage waren aangelegd maar wel door fauna werden gebruikt. De studie duurde één jaar. Menselijk medegebruik bleek positief gecorreleerd met het gebruik door Coyote, hond en huiskat. Voor de overige onderzochte soorten werd geen (significant) verband gevonden. Het positief verband tussen menselijk medegebruik en het gebruik door Coyote wordt toegeschreven aan het gebruik door deze soort van urbane gebieden die direct grenzen aan natuurlijke gebieden (stadsrand).

Mata et al. (2005) onderzochten het effect van menselijk medegebruik (wandelaars, vee, landbouwvoertuigen) op de passagefrequentie van zoogdieren in 82 kunstwerken in noordwest Spanje. Het menselijk medegebruik was gering en varieerde van 0-2 mensen/dag (gemiddeld: 0,7 mensen/dag). Het betrof duikers (n=33), onderdoorgangen (n=14) en overgangen (n=16) die niet specifiek als faunapassage waren aangelegd en duikers (n=10), faunatunnels (n=7) en ecoducten (n=2) die wel als primair doel hadden om faunabewegingen te faciliteren. Iedere passage werd gedurende tien dagen gemonitord. Een effect van menselijk medegebruik op het gebruik van de passages door fauna kon niet worden vastgesteld. Als mogelijke oorzaak wijzen de auteurs op de (zeer) lage frequentie van het menselijk medegebruik. Zelfs voor de niet primair voor fauna bedoelde passages was op circa de helft van de onderzoeksdagen geen enkele menselijke passage vastgesteld.

Georgii et al. (2007) onderzochten het gebruik van 20 ecoducten in Duitsland door middelgrote en grote zoogdieren en analyseerden het effect van menselijk medegebruik op dit gebruik. De ecoducten varieerden in afmetingen (23-201 m breed; 23-120 m lang) en aanwezige vegetatie (grasland, bos). Het menselijk medegebruik, vaak op een (half-)verhard pad (wandelaars, voertuigen) is in de studie niet gekwantificeerd. Zij vonden voor alle soorten gegroepeerd een significant negatief effect van menselijk medegebruik van ecoducten op het gebruik door fauna. Voor de Vos werd dit ook op soortniveau vastgesteld. Voor alle soorten samen en voor het Ree op soortniveau bleek de aanwezigheid van menselijke bebouwing in de nabijheid van een ecoduct en het aantal wegen dat naar een ecoduct leidt een significant effect op het gebruik te hebben.



## Bijlage 2 Lengte sporenbedden

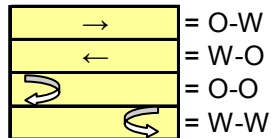
Locatie	Nummer sporenbed	Lengte sporenbed (m)
<b>Natuurbrug Zanderij Crailoo</b>		
Bussummerheide	1	50
	2	47
	3	46
	4	48
	5	48,5
	6	50
	7	50
	8	49,5
Spanderswoud	23	38
	24	47
	25	41
	26	48
	27	49
	28	50,5
	29	46,5
30	45	
<i>Totaal</i>		<i>754</i>
<i>Gemiddeld</i>		<i>47,1</i>
<b>Natuurbrug Slabroek</b>		
Westzijde ecodeuct	1	15
	2	15
	3	15
	4	15
	5	15
	6	15
	7	15
	8	15
	9	15
	10	15
	11	15
	12	15
Oostzijde ecodeuct	15	15
	16	15
	17	15
	18	15
	19	15
	20	15
	21	15
	22	15
	23	15
	24	15
25	15	
26	15	
<i>Totaal</i>		<i>360</i>
<i>Gemiddeld</i>		<i>15</i>



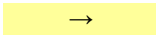
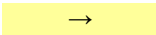
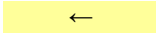
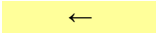


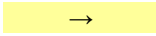
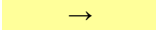
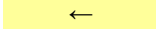
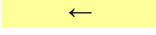

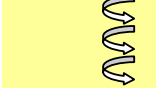
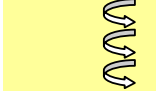

## Bijlage 3 Beslisregels interpretatie diersporen op sporenbedden

Hieronder zijn alle mogelijke sporenpatronen ingeval van twee of vier sporenbedden weergegeven en of deze als PASSAGE of BEZOEK moeten worden geïnterpreteerd. Bij de bepaling van het aantal passages/bezoeken is onderzocht hoe vaak de sporenpatronen tijdens een monitoringronde op de sporenbedden zijn gevonden, in de volgorde waarin de sporenpatronen zijn gepresenteerd. Onderzocht is dus eerst hoe vaak sporenpatroon 1 voorkomt, dan hoe vaak sporenpatroon 2 voorkomt, dan hoe vaak - met de overgebleven sporen - sporenpatroon 3 voorkomt, etc. De gedachte achter de volgorde van de sporenpatronen is dat eerst wordt gezocht naar de langst doorlopende patronen, c.q. sporen aan elkaar worden gerelateerd die waarschijnlijk van één passerend dier afkomstig zijn. Ingeval van sporenpatroon 11 en 64 bij respectievelijk twee en vier sporenbedden is er naast het patroon zelf ook een voorwaarde gegeven om te bepalen of het spoor als BEZOEK moet worden geteld of niet.

Legenda:



## A. Interpretatie van sporen op twee sporenbedden




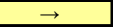
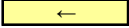
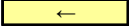
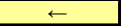

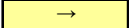
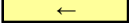
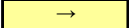
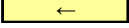
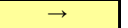
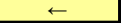
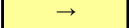
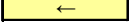
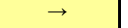
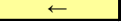
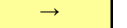
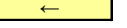
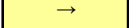
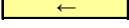
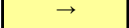
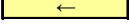
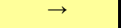
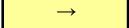
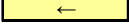
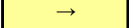
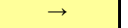
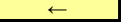
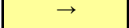
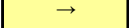
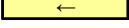
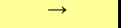
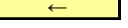
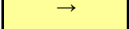
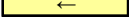
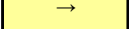
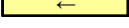

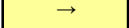
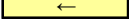

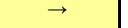
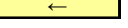

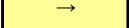
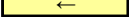
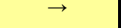
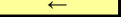
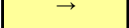
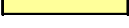
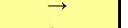
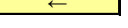
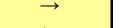
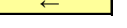
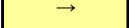
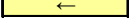
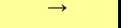
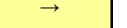
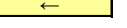
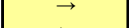
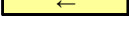
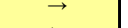
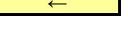
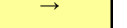

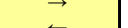

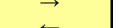
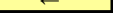

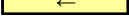
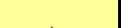
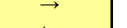
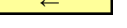

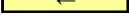
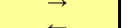
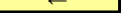
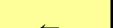
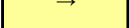
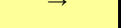
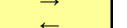
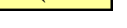

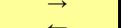
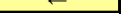
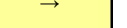

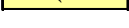


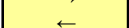
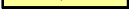
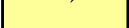



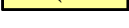


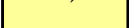
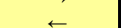
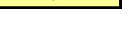
Sporenpatroon	Zandbed 1	Zandbed 2	Interpretatie
1			= 1 passage
2			= 1 passage
3			= 1 bezoek
4			= 1 bezoek
5			= 1 bezoek
6			= 1 bezoek
7			= 1 bezoek
8			= 1 bezoek
9			= 1 bezoek (1)
10			= 1 bezoek (2)
11			= 1 bezoek (3)


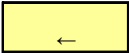






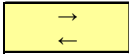



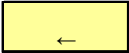


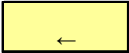













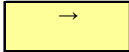



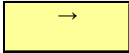



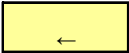
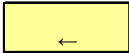


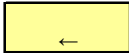




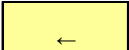
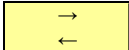
### Voetnoten:





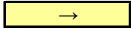
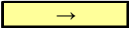


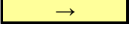
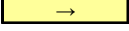
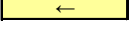
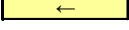
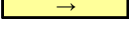
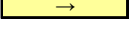
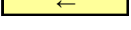
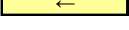
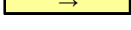
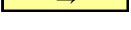
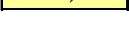
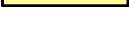




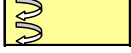

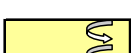


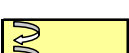
- (1) Eén of meerdere O-O sporenpatronen op het oostelijke sporenbed worden geïnterpreteerd als één bezoek.
- (2) Eén of meerdere W-W sporenpatronen op het westelijke sporenbed worden geïnterpreteerd als één bezoek.
- (3) Eén of meerdere W-W sporenpatronen op het oostelijke sporenbed en/of één of meerdere O-O sporen op het westelijke sporenbed worden geïnterpreteerd als één bezoek wanneer er geen O-W of W-O sporen op één of beide sporenbedden zijn aangetroffen; zijn er wel O-W of W-O sporen (PASSAGE of BEZOEK) dan wordt verondersteld dat de W-W sporen op het oostelijke bed en/of de O-O sporen op het westelijke bed daarbij horen en worden deze dus niet als een apart bezoek geteld.  
VOORWAARDE: Er zijn geen O-W of W-O sporen.



## B. Interpretatie van sporen op vier sporenbedden

Sporenpatroon	Zandbed 1	Zandbed 2	Zandbed 3	Zandbed 4	Interpretatie
1					= 1 passage
2					= 1 passage
3	 	 	 		= 1 bezoek
4		 	 	 	= 1 bezoek
5	 	 			= 1 bezoek
6	 		 		= 1 bezoek
7		 	 		= 1 bezoek
8	 	 			= 1 bezoek
9	 		 		= 1 bezoek
10		 	 		= 1 bezoek
11		 	 	 	= 1 bezoek
12		 		 	= 1 bezoek
13		 	 		= 1 bezoek
14			 	 	= 1 bezoek
15		 		 	= 1 bezoek
16		 	 		= 1 bezoek
17				 	= 1 bezoek
18			 		= 1 bezoek
19		 			= 1 bezoek
20	 				= 1 bezoek
21		 			= 1 bezoek
22			 		= 1 bezoek

Sporenpatroon	Zandbed 1	Zandbed 2	Zandbed 3	Zandbed 4	Interpretatie
23					= 1 bezoek
24					= 1 bezoek
25					= 1 bezoek
26					= 1 bezoek
27					= 1 bezoek
28					= 1 bezoek
29					= 1 bezoek
30					= 1 bezoek
31					= 1 bezoek
32					= 1 bezoek
33					= 1 bezoek
34					= 1 bezoek
35					= 1 bezoek
36					= 1 bezoek
37					= 1 bezoek
38					= 1 bezoek
39					= 1 bezoek
40					= 1 bezoek
41					= 1 bezoek
42					= 1 bezoek
43					= 1 bezoek

Sporenpatroon	Zandbed 1	Zandbed 2	Zandbed 3	Zandbed 4	Interpretatie
44					= 1 bezoek
45					= 1 bezoek
46					= 1 bezoek
47					= 1 bezoek
48					= 1 bezoek
49					= 1 bezoek
50					= 1 bezoek
51					= 1 bezoek
52					= 1 bezoek
53					= 1 bezoek
54					= 1 bezoek
55					= 1 bezoek
56					= 1 bezoek
57					= 1 bezoek
58					= 1 bezoek
59					= 1 bezoek
60					= 1 bezoek
61					= 1 bezoek
62					= 1 bezoek (1)
63					= 1 bezoek (2)
64					= 1 bezoek (3)

#### Voetnoten

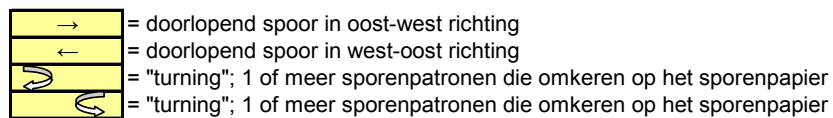
- (1) Eén of meerdere O-O sporenpatronen op het meest oostelijke sporenbed worden geïnterpreteerd als één bezoek.
- (2) Eén of meerdere W-W sporenpatronen op het meest westelijke sporenbed worden geïnterpreteerd als één bezoek.
- (3) Eén of meerdere W-W sporenpatronen op sporenbed 1 en/of 2 en/of 3 en één of meerdere O-O sporen op sporenbed 2 en/of 3 en/of 4 worden geïnterpreteerd als één bezoek wanneer er geen O-W of W-O sporen op één of meer sporenbedden zijn aangetroffen; zijn er wel O-W of W-O sporen (PASSAGE of BEZOEK) dan wordt verondersteld dat de W-W sporen en O-O sporen daarbij horen en worden deze dus niet als een apart bezoek geteld. VOORWAARDE: Er zijn geen O-W of W-O sporen.


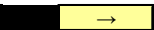

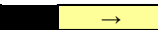






# Bijlage 4 Beslisregels interpretatie diersporen op inktbedden














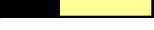

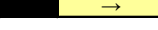

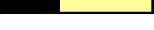

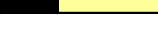

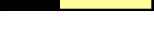

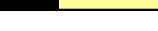
Hieronder zijn alle mogelijke sporenpatronen op de twee inktbedden weergegeven en of deze als PASSAGE of BEZOEK moeten worden geïnterpreteerd. Bij de bepaling van het aantal passages/bezoeken is onderzocht hoe vaak de sporenpatronen tijdens een monitoringronde op de spoorpapieren zijn gevonden, in de volgorde waarin de sporenpatronen zijn gepresenteerd. Onderzocht is dus eerst hoe vaak sporenpatroon 1 voorkomt, dan hoe vaak sporenpatroon 2 voorkomt, dan hoe vaak - met de overgebleven sporen - sporenpatroon 3 voorkomt, etc. In geval van een H-vormige tunnel met vier in plaats van twee tunnelingangen zijn de sporenpatronen van de ingangen aan één kant van de tunnel eerst bij elkaar opgeteld. Vervolgens zijn dezelfde beslisregels als voor een 'normale' tunnel met twee ingangen gehanteerd.

Legenda:















Sporenpatroon	Oost-uit	Oost-in	West-in	West-uit	Interpretatie
1					= 1 passage
2					= 1 passage

















Als er geen sprake is van "turning", dan:

3					= 1 bezoek
4					= 1 bezoek
5					= 1 bezoek
6					= 1 bezoek
7					= 1 bezoek
8					= 1 bezoek

Als er ook sprake is van "turning", dan eerst zoeken naar de volgende combinaties:

3a			= 1 bezoek
4a			= 1 bezoek
5a			= 1 bezoek
6a			= 1 bezoek
7a			= 1 bezoek
8a			= 1 bezoek

En tenslotte de interpretatie van de overgebleven "enkele sporen":

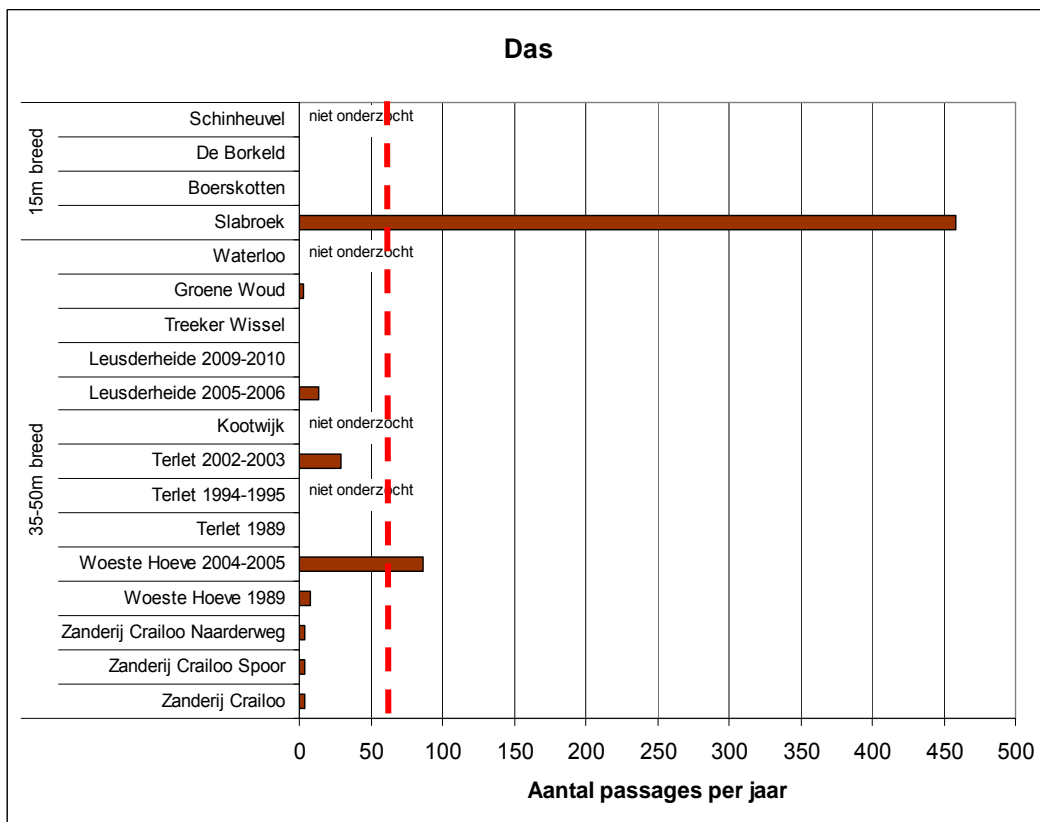
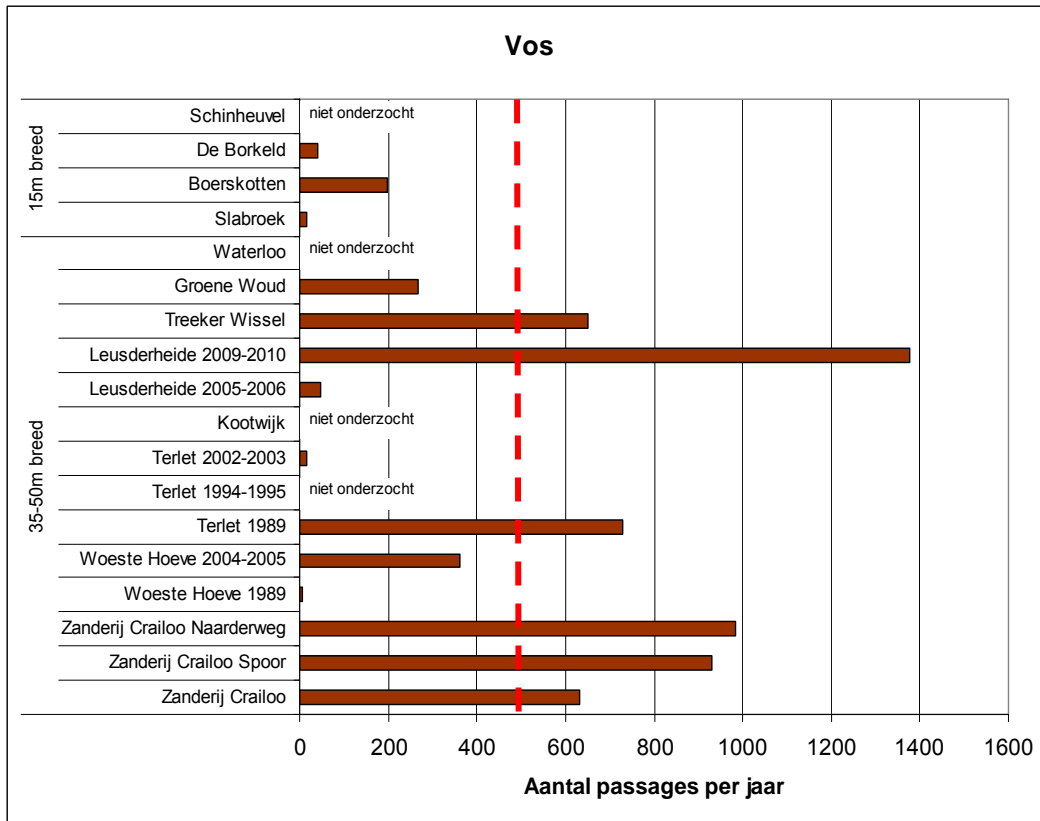
9a			= 1 bezoek
10a			= 1 bezoek
11a			= 1 bezoek
12a			= 1 bezoek
13a			= 1 bezoek
14a			= 1 bezoek
15a			= 1 bezoek
16a			= 1 bezoek

## Bijlage 5 Passagefrequenties op ecoducten in Nederland

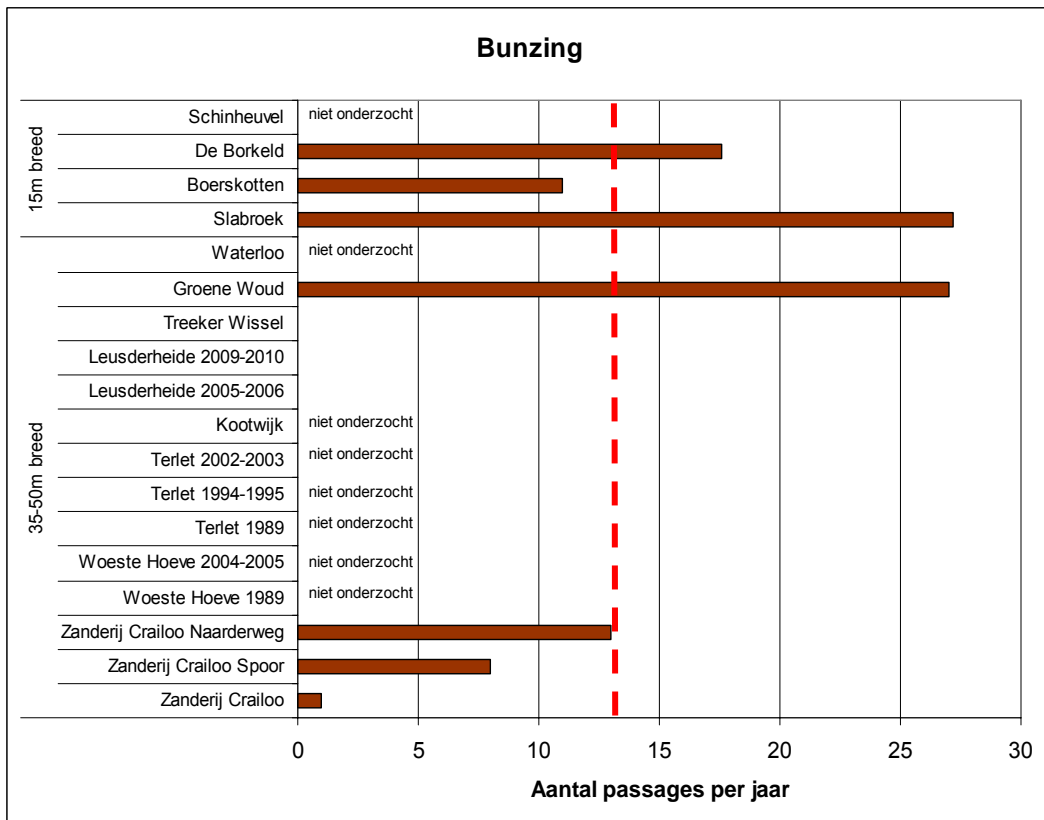
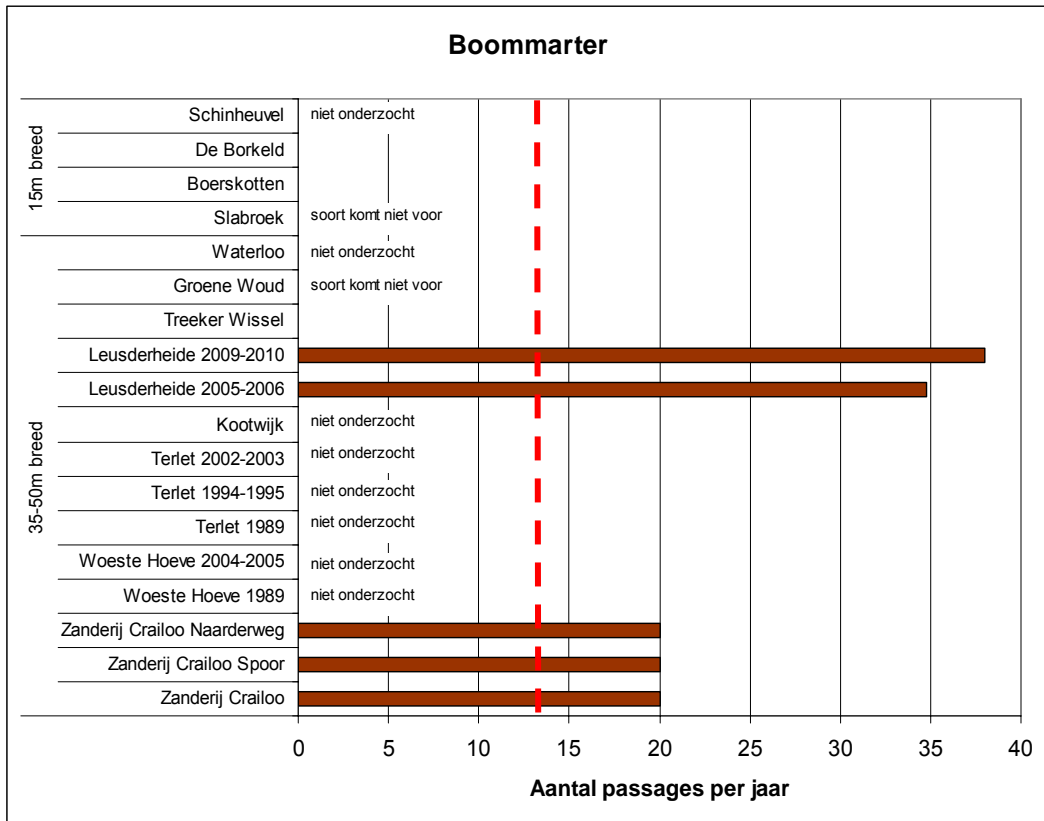
In deze bijlage zijn de passagefrequenties van middelgrote en grote zoogdieren weergegeven voor alle bestaande ecoducten in Nederland (peildatum: 1-1 2010). Het betreft alleen soorten die op Natuurbrug Zanderij Crailoo en/of Natuurbrug Slabroek zijn waargenomen. De figuur voor Ree is opgenomen in hoofdstuk 6 (figuur 6.7).

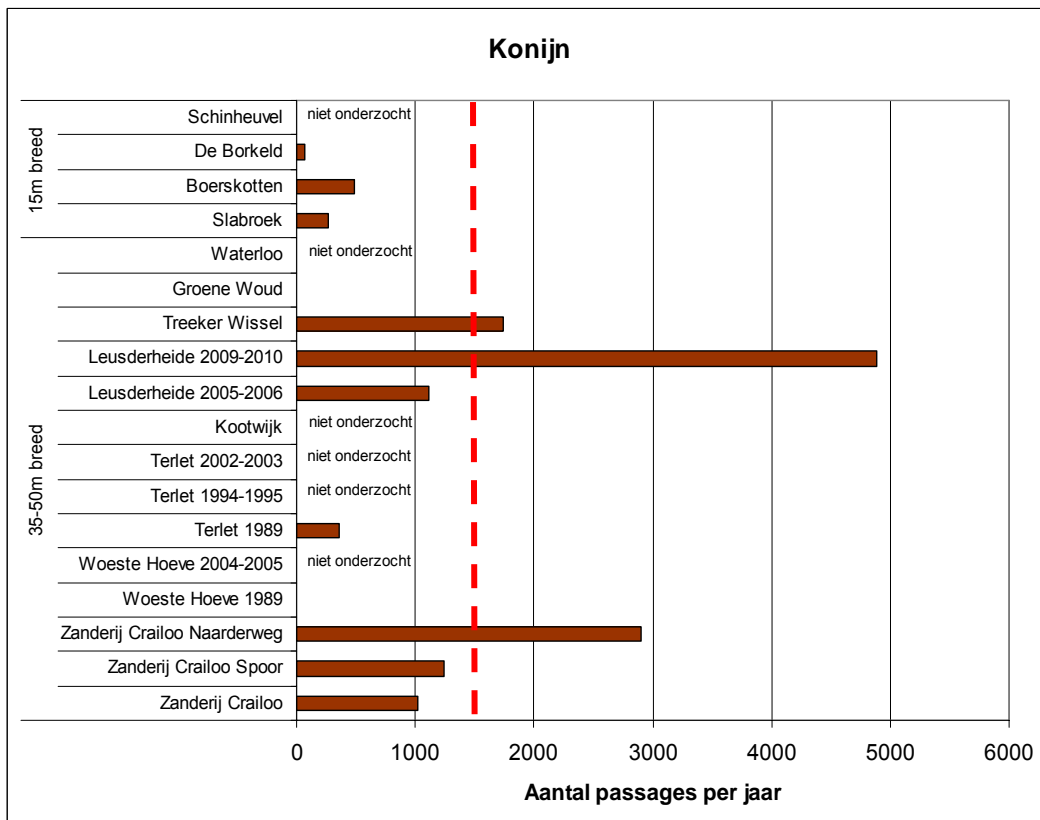
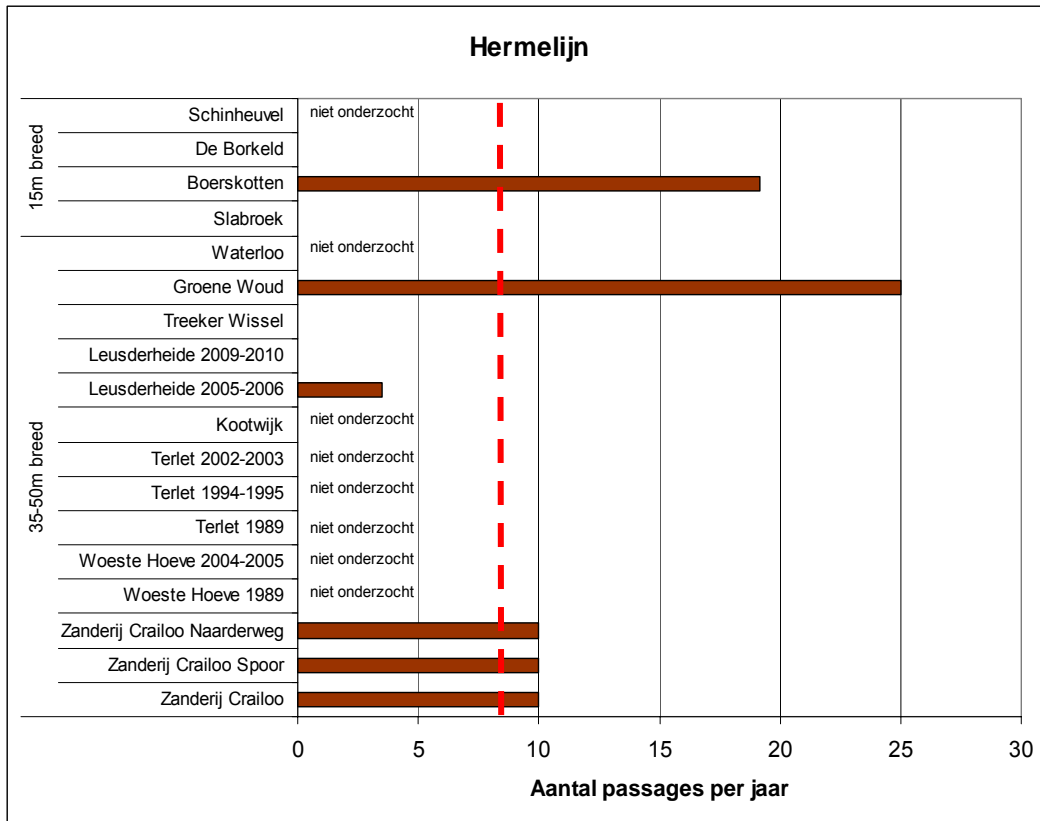
### Gebruikte bronnen:

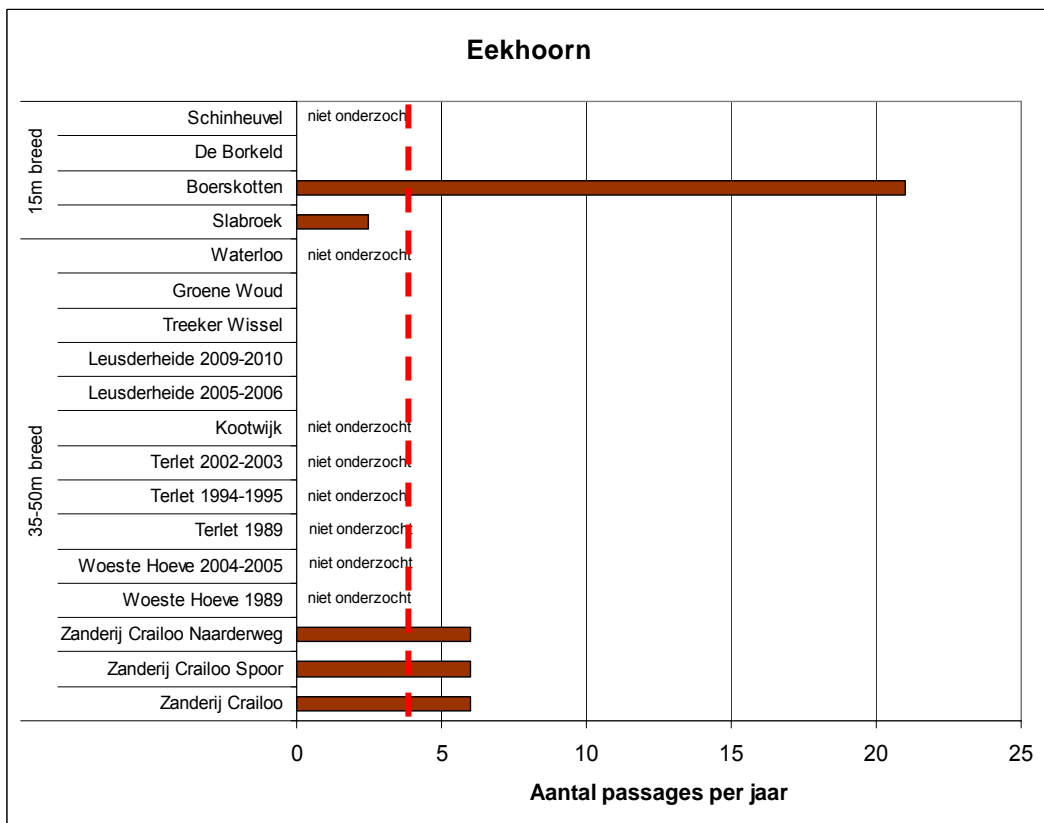
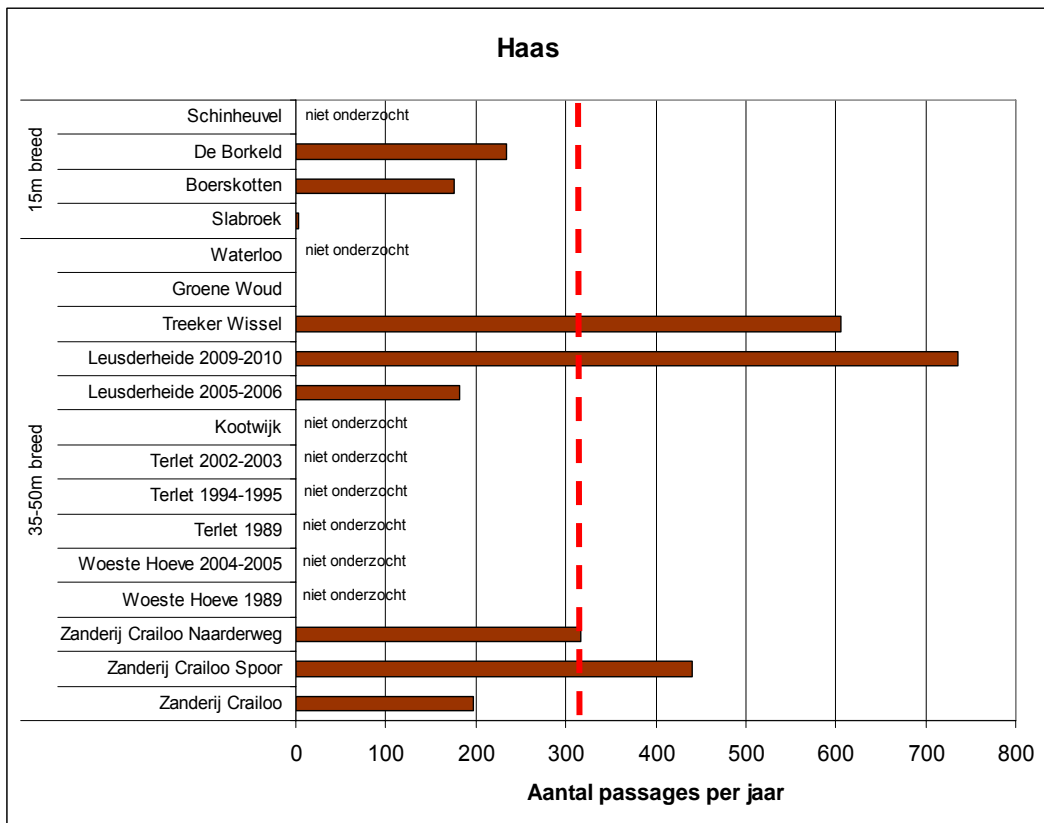
<b>Ecoduct</b>	<b>Bron</b>
Zanderij Crailoo	Van der Griff et al., 2009; Onderhavige studie
Woeste Hoeve	Litjens, 1991; Renard et al., 2008
Terlet	Litjens, 1991; Worm, 1995; Van Belle en Frenztz, 2005
Kootwijk	Van Eekelen en Smit, 2000
Leuserheide	Brandjes et al., 2006; Veldhoen, 2009; Smitskamp, 2010
Treeker Wissel	Veldhoen, 2009; Smitskamp, 2010
Groene Woud	Van der Griff et al., in prep.
Waterloo	-
Slabroek	Onderhavige studie
Boerskotten	Nieuwenhuizen en Van Apeldoorn, 1994
De Borkeld	Brandjes et al., 2007
Schinheuvel	-

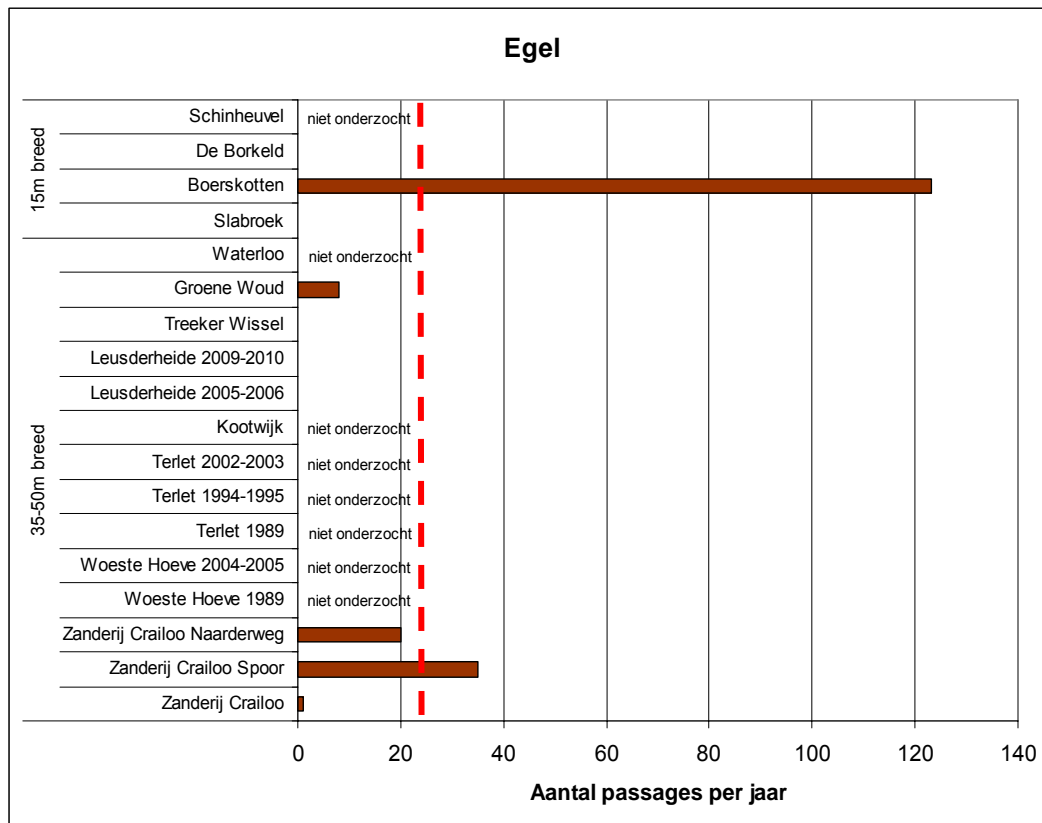




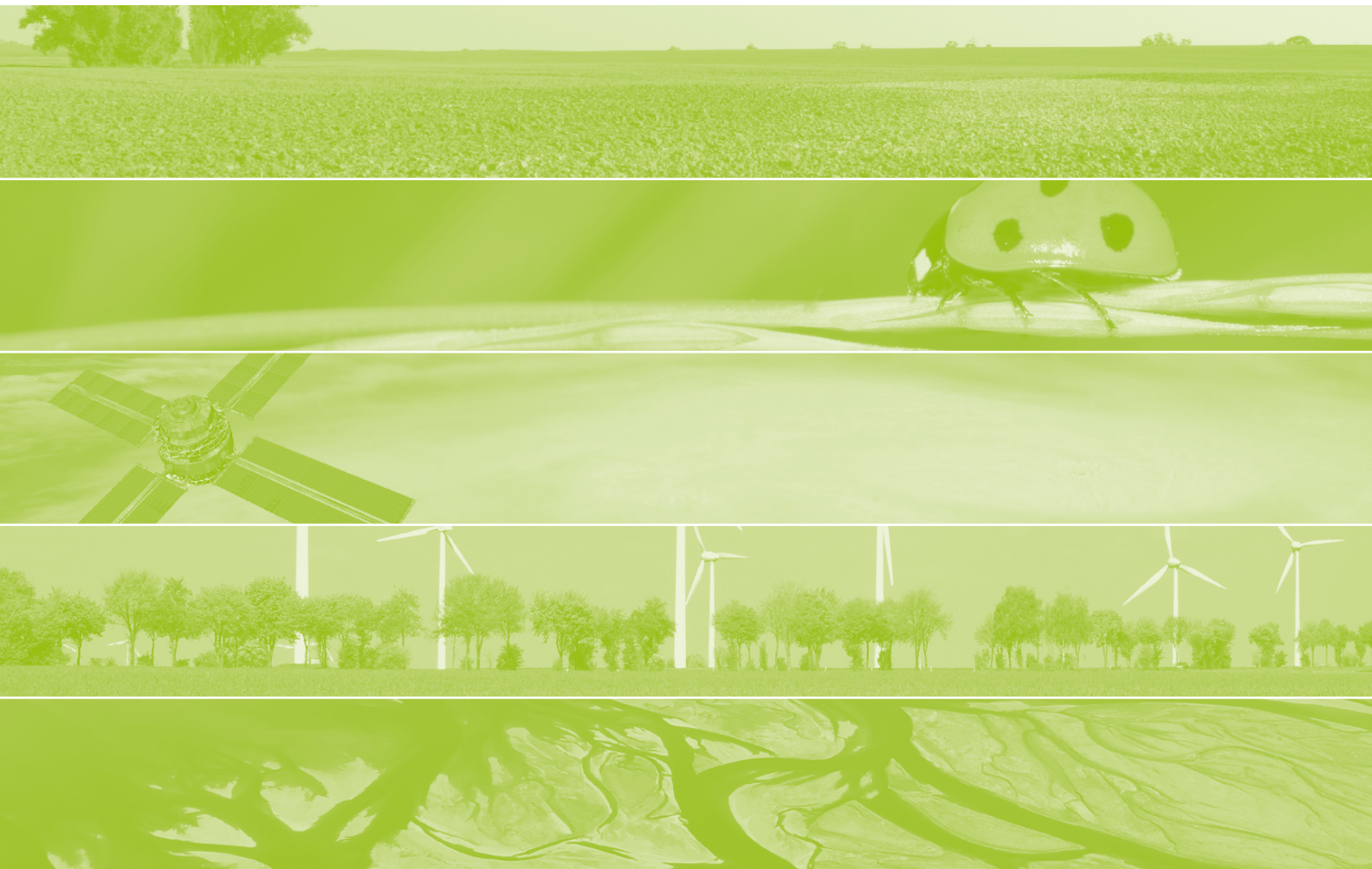












Alterra is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). De missie is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen negen gespecialiseerde en meer toegepaste onderzoeksinstituten, Wageningen University en hogeschool Van Hall Larenstein hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 40 vestigingen (in Nederland, Brazilië en China), 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de vooraanstaande kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen natuurwetenschappelijke, technologische en maatschappijwetenschappelijke disciplines vormen het hart van de Wageningen Aanpak.

Alterra Wageningen UR is het kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

Meer informatie: [www.alterra.wur.nl](http://www.alterra.wur.nl)