Het gebruik van de ecoducten Leusderheide en Treeker Wissel

door middelgrote en grote zoogdieren, met speciale aandacht voor het ree (*Capreolus capreolus*)

Linda Smitskamp

Master Ecology

Vrije Universiteit Amsterdam

ALTERRA WAGENINGEN UR

provincie :: Utrecht

vrije Universiteit amsterdam

Foto voorpagina
Dit groepje reeën is vastgelegd door één van de infrarood camera's die opgehangen is in de omgeving van de ecoducten Leusderheide en Treeker Wissel. Zie voor nadere uitleg Hoofdstuk 5, paragraaf 2

Colofon

Auteur
Linda Smitskamp

Dit rapport als volgt citeren
Smitskamp, L., 2010. *Het gebruik van de ecoducten Leusderheide en Treeker Wissel door middelgrote en grote zoogdieren, met speciale aandacht voor het ree (Capreolus capreolus).* Stagerapport. Vrije universiteit, Amsterdam & Alterra, Wageningen

Opdrachtgever
Alterra Wageningen
Droevendaalsesteeg 3/3a
6708 PB Wageningen
Telefoon: 0317 48 07 00
Fax: 0317 41 90 00
E-mail: info.alterra@wur.nl

Opleiding Linda Smitskamp
Dit rapport is uitgevoerd in het kader van de Master Ecology aan de
Vrije Universiteit Amsterdam.
De Boelelaan 1105
1081 HV Amsterdam
Telefoon: 020 59 89898
Fax: 020 59 89899

Begeleiding
E. A. van der Grift, Alterra Wageningen
H. Eijsackers, Vrije Universiteit Amsterdam

Trefwoorden
Versnipperingproblematiek, faunapassages, ecoducten, ree, vos, haas, konijn, boommarter passagefrequentie, ontsnippering.

Foto's
Foto's van de auteur, tenzij anders vermeld.

Datum
Juli, 2010

***

The next moment all the rabbits leaped up in panic...Hazel looked down the road in astonishment. For a moment he thought that he was looking at another river-black smooth and straight between its banks..."But that's not natural" he said, sniffing the strange, strong smells of tar and oil. "What is it? How did it come there?" "It's a man thing" said Bigwig. "They put that stuff there and then the Hrududil [cars] run on it-faster than we can..."

"It's dangerous, then? They can catch us?" "No, that's what's so odd. They don't take any notice of us at all....As a matter of fact, I don't think they're alive at all. But I must admit I can't altogether make it out"

- Richard Adams, Watership Down, 1972 -

***

Inhoudsopgave

Summary 7

Samenvatting 15

1. Inleiding 17
1.1 Algemeen 17
1.2 Afbakening 19
1.3 Doel van het onderzoek 19
1.4 Onderzoeksvragen 19
Hypothese 19
1.5 Leeswijzer 20

2. Versnipperingproblematiek 21
2.1 Metapopulatietheorie 21
2.2 Gevolgen van versnippering 23
2.3 Het oplossen van problemen door versnippering 24
2.3.1 Verbeteren van de kwaliteit van het leefgebied 24
2.3.2 Vergroten van leefgebieden 25
2.3.3 Verdichten netwerk van leefgebieden 25
2.3.4 Verbinden van leefgebieden 25

3. Gebiedsbeschrijving 26
3.1 Gebiedsvisie 26
3.2 Corridors 26
3.3 Het nut van een corridor 28
3.4 Natuurdoeltypen 28

4. De Ecoducten 30
4.1 Ecoduct A28 Leusderheide 30
4.1.1 Bouw 30
4.1.2 Inrichting en vegetatie 30
4.1.3 Bodem en waterhuishouding 31
4.2 Ecoduct N227 Treeker Wissel 32
4.2.1 Bouw 32
4.2.2 Inrichting en vegetatie 32
4.2.3 Bodem 33
4.3 Doelsoorten voor beide ecoducten 33
4.3.1 Gebruiksfrequentie 34
4.3.2 Relatie inrichting ecoducten en doelsoorten 35

5. Gevolgde werkwijze voor het eigen onderzoek 37
5.1 Monitoring zoogdieren op de ecoducten 37
5.2 Monitoring van zoogdieren in de omgeving 38

6. Gegevensverwerking 41
6.1 Schatting van het aantal 'passages' en 'bezoeken' op de ecoducten 41
6.2 Schatting van de opnametijd van de sporenbedden 42
6.3 Frequentie van passage en bezoek op ecoduct 44
6.4 Trefkans van soorten op de ecoducten 44
6.5 Analyse looppatronen zoogdieren 45
6.6 Analyse plaats van passeren zoogdieren 45
6.7 Gevonden versus verwacht aantal loopsporen op de ecoducten 45

7. Het gebruik van de ecoducten door zoogdieren 47
7.1 Aantal soorten 47
7.2 Aantal passages en bezoeken per jaar 47
7.3 Frequentie passages en bezoeken per maand 49
7.4 Trefkans van soorten op de ecoducten 53
7.5 Plaats van passeren soorten op de ecoducten 54
7.6 Looppatronen van de soorten over de ecoducten 56
7.7 Waarneming van soorten op de ecoducten versus in de omgeving 59

8. Het ree (Capreolus capreolus) 62
8.1 Homerange 62
8.1.1 Draagkracht 63
8.1.2 Reeëndichtheid 63
8.2 Dispersie en Migratie 64
8.3 Reeën in de omgeving van de ecoducten Leusderheide en Treeker Wissel 65
8.3.2 Faunaslachtoffers 67

9. Conclusies en discussie 71
9.1 Het gebruik van de ecoducten door zoogdieren 71
9.2 Het ree 76
9.3 Opheffen/verzachten versnipperingproblematiek 76

10. Praktische beperkingen 78
10.1 Methodiek 78
Referentieplots 79
10.2 Resultaten 79

11. Aanbevelingen 80
11.1 Ecoducten 80
11.1.1 Inrichting en beheer 80
11.1.2 Sporenbedden 81
11.2 Aanvullend onderzoek 82
11.2.1 Voldoende data genereren 82
11.2.2 Effectiviteit ecoducten 82
11.2.3 Effectiviteit ecoducten voor het ree 83

Dankwoord 85

Bronnenlijst 86

Bijlagen **91**
Bijlage 1. Overzicht doelsoorten 92
Bijlage 2 Notitieformulieren 94
Bijlage 3. Locatie camera's 97
Bijlage 4. Alle waargenomen soorten op de ecoducten 99
Bijlage 5. Vergelijking gebruiksfrequentie ecoducten per jaar over verschillende onderzoeksperiode 100

Summary

In the Netherlands, nature fragmentation can be considered as a major nature conservation problem. There are several negative effects of fragmentation by roads and traffic (Bohemen, 2004; Alterra, 2001):

- Individuals of animal populations get separated from each other and as a result become isolated. This isolation prevents gene flow between these populations. This can eventually lead to loss of biodiversity.
- They form barriers for crossing animals and inflict animal kills by traffic accidents.
- They cause loss of habitat patches for animals
- They create disturbance for animals by light, noise and air pollution

Fragmented nature areas have a great influence on the population dynamics of animals living in these areas. Due to the highly fragmented nature in the Netherlands, the animal populations here do not exist of only one source population, but merely of a metapopulation. A metapopulation can be defined as *"A set of local populations within an area, where typically migration from one local population to at least some other patches is possible to sustain local population numbers. The metapopulation may have a higher persistence than the single local populations"* (Bohemen, 2004). An important element of a metapopulation is that the individuals of a population have to be able to move to *another* patch/population. Migration to other patches/populations can be made difficult due to barriers like roads.

To constrain negative effects of fragmented nature patches and to prevent loss of habitat, mitigation measures need to be carried out. An example of such a mitigation measure is the realisation of a spatial network consisting of existing nature reserves, nature redevelopment areas and corridor zones (Ecological Main Structure). One of the goals of reconnecting nature areas is to enhance and sustain the metapopulations dynamics. A way to do this, is to reconnect the separated habitats and promote the exchange of individuals limited by the barriers by creating fauna passages like ecoducts.

A nature area situated in the province of Utrecht called the Utrechtse Heuvelrug, is also highly fragmented by infrastructure. In this area, a forest and heath landscape is situated in-between the motorways A28 and the N227 and its quality is in danger due to these motorways. In order to limit the negative effects of these roads to animals living in these areas and to preserve the biodiversity, the Province of Utrecht has developed a region vision. In this vision, a corridor zone – corridor Leusderheide – is indicated in the area surrounding the A28 and the N227. See figure 1. The goal for this corridor in the short term is to create a connected nature area for the animals which already live in this region. In the long term, the realisation of the connection between the Utrechtse Heuvelrug and the Veluwe should also stimulate the re-entry of the red deer *(Cervus elaphus)* to the Utrechtse Heuvelrug and the corridor Leusderheide should therefore contribute to the dispersion of the red deer.

Within this region vision and within the corridor Leusderheide, two ecoducts have been constructed. One ecoduct crosses the A28 and the other crosses the N227. The fauna passage at the A28 – ecoduct Leusderheide – connects the forest- and heath landscape of the Leusderheide with the forests of Soesterberg and the other ecoduct at the N227 – ecoduct Treeker Wissel – connects the Leusderheide with the estate of Den Treek – Henschoten.

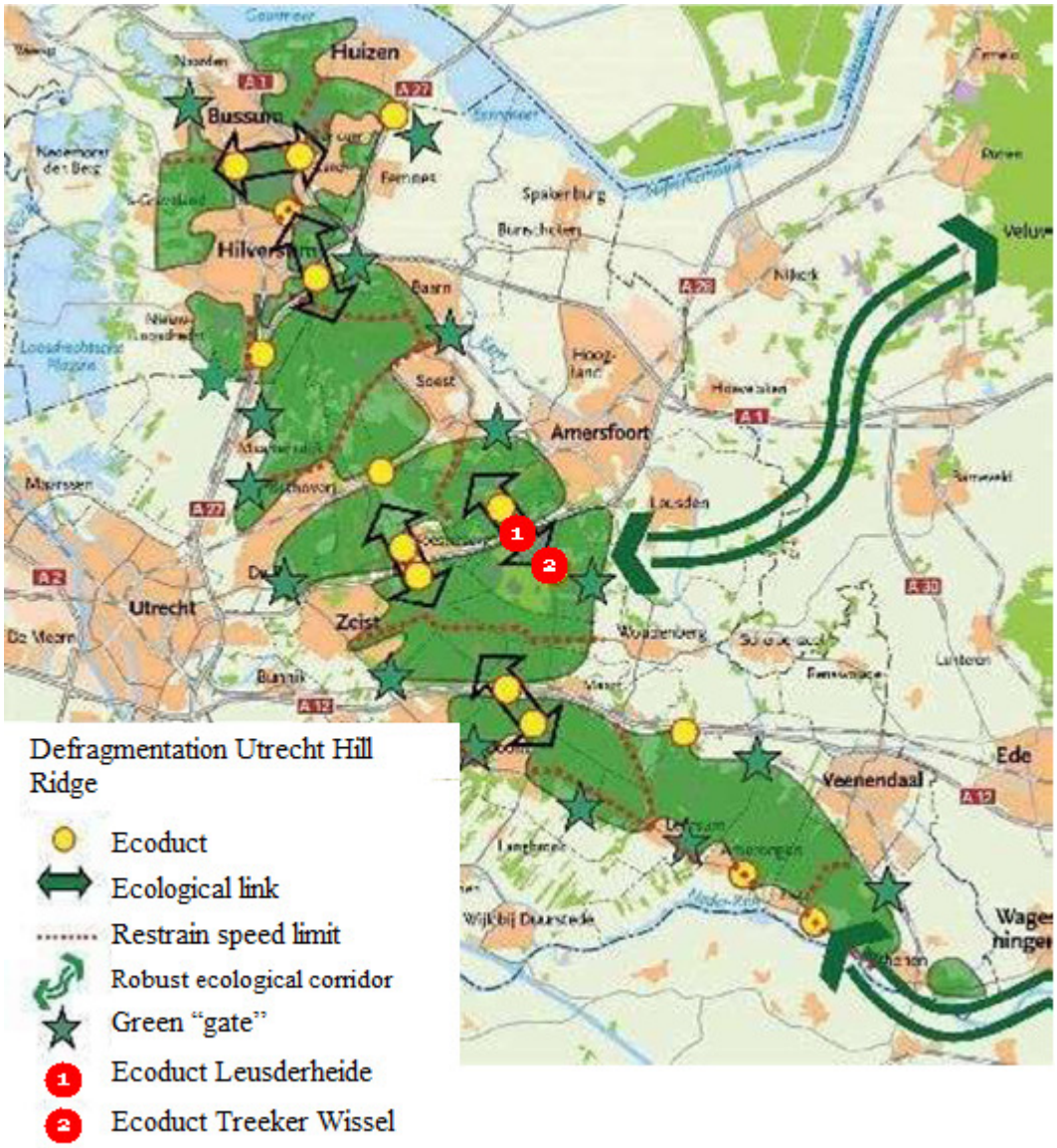


Figure 1. Region vision Province of Utrecht (Platform Heel de Heuvelrug, 2008)

Important things to know are whether these ecoducts are used by animal species, whether these ecoducts are well suited for the target species and whether the ecoducts provide a tool to reconnect the adjacent areas to re-establish the gene flow between populations. These are the questions this report will focus on.

The focus in this research will be on medium till large mammals. This is because these mammals are a vulnerable animal group and interruptions in their habitat by roads hinder

them in their activities.

Another important thing to find out is 'why do these species use the ecoducts'? When this is known, one can get a better insight in the question if the ecoducts restrain the negative barrier effects. To find this out, the focus in this research is on a vulnerable, mobile species; the roe deer (*Capreolus capreolus*).

The main question in this report is:

> *How do these two ecoducts contribute to the exchange of individuals between animal populations of the separated areas?*

To answer and support this question, several other questions are formulated and are listed below.

1. What are the target species belonging to both ecoducts? How are the ecoducts designed and does this correspond with the habitat requirements of the accompanied target species? Does this need to be improved?
2. Which medium to large mammal species use the fauna passages? How often do these species use the ecoducts? Is this conform to the expected use of the ecoducts by these species? When do these species pass most often and can this be explained?
3. Is there a difference between the crossings of the ecoduct Leusderheide and Treeker Wissel? Can this be explained by the environmental variables of the ecoducts?
4. What is the function of the ecoducts for the roe deer? To what extent do these ecoducts restrain the negative effects of the barriers for the roe deer? Are there more passages of roe deer at the ecoducts than random in the surrounding area?
5. Is the frequency of roe deer passages on the ecoducts exemplified by the estimated density of the roe deer in the adjoining areas?

To answer these questions, field research has been carried out in this area in the period of December 2009 till May 2010. Before this research, another study has been carried out at approximately the same subject and area from September 2009 till December 2009.

To answer the first question, information has been gathered about the ecoducts. The fauna passage Leusderheide was built in 2005 and is of a big size; the length is 70 meters and the width is 53 meters . The concrete sound screens and the walls are positioned to reduce the external lights and noises from the motorway. The fauna passage Treeker Wissel is of a smaller size and has a length of 38 meters and a width of 44 meters. This ecoduct is newer; it has been built in spring 2009. Game fences, situated parallel to the roads, prevent animals to cross these roads and provide guidance to the wildlife crossing as well.

The design of the fauna passages is accustomed to the surrounding landscape. The fauna passage Leusderheide has a forest and heath character, while ecoduct Treeker Wissel

represents a more open character. Because of the novelty of the latter, almost no vegetation is present yet. The little vegetation there is on the Treeker Wissel ecoduct consists of sporadically present Scotch Heather *(Calluna vulgaris)*, Purple Moor Grass *(Molina caerulea)* and several grass species. To form a good foundation for this vegetation, a sandy ground has been chosen. More vegetation can be found on the ecoduct Leusderheide, under which a few heather species and some tree species; Pedunculate Oak *(Quercus robur),* Silver Birch (*Betula pendula)* and Glossy Buckthorn (*Rhamnus frangula*). To prolong sturdiness of the bigger vegetation and trees, a loamy ground has been chosen and is situated mostly at the sides. A more sandy ground is located in the centre of the bridge floor to promote the heath vegetation. To protect the animals crossing the fauna passages from external disturbances, young trees are planted at the flanks of the bridges. On both fauna passages, stub walls are located to provide a shelter for the smaller animals and to guide them towards the ecoducts.

The first research question was also about which target species are defined for both ecoducts. The target species which are defined for both ecoducts are adjusted to the target species belonging to the Leusderheide corridor. The target species enclose the European roe deer, Eurasian badger (*Meles meles*), European pine marten (*Martes martes*) and the Eurasian red squirrel (*Sciurus vulgaris*). The ecoduct Leusderheide contains sufficient vegetation to shelter the animals. However, Ecoduct Treeker Wissel has a very open character and barely any vegetation. This may restrain animals to cross this fauna passage, especially the more timid animals like the roe deer and pine marten. Furthermore, there are no elder trees in the near surroundings of this ecoduct. These trees are seen as part of the habitat of the pine marten and the red squirrel. The lack of these trees may prevent those animals to use the fauna passage. If the frequency of use by these species is low, one should consider what the causes can be. Plantation of elder trees may stimulate the fauna passage usage..

To obtain knowledge about the usage of the fauna passages by mammals (research question two), footprints were acquired. These footprints were captured on a sand bed located in the centre of the ecoducts. Monitoring of ecoduct Treeker Wissel started in September 2009 while monitoring of the ecoduct Leusderheide started a month later; in October 2009. A total of five middle to large mammal species were recorded on ecoduct Leusderheide, including: roe deer, fox (*Vulpes vulpes*), hare (*Lepus europaeus*), rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) and Eurasian pine marten. For ecoduct Treeker Wissel, all previously mentioned mammals except the pine marten were recorded. Roe deer, fox, hare and rabbit crossed the ecoducts several times a day. The usage of the pine marten was much lower because this species started to use the ecoduct in the last week of the fieldwork period. The frequency of usage is verified with the expected use of the mammals established beforehand. However, some species which were predicted to use the fauna passages (hedgehog (*Erinaceus europaeus*), weasel (*Mustela nivalis*) and ermine (*Mustela erminea*)) were not recorded during the fieldwork period. The lack of footprints of these animals do not mean these animals did not use the fauna passages. The sometimes poor state of the sand beds (due to weather conditions) might elucidate the missing

recordings. Besides, these animals could still use the ecoducts for the rest of the year. Stronger conclusions can be made if monitoring takes place for at least a year-round.

In figure 2, the average frequency of usage for all recorded animals per year is shown. The rabbit crosses the ecoducts most often, followed by fox, roe deer and hare.

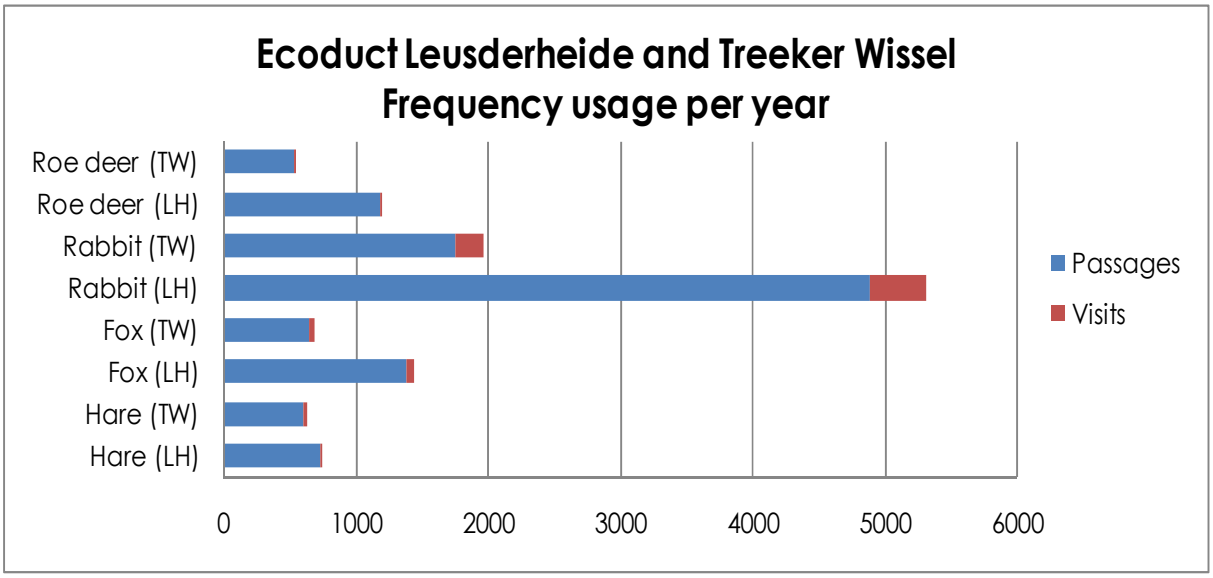


Figure 2. The estimated usage frequency per year for the ecoducts Leusderheide and Treeker Wissel.

At ecoduct Leusderheide, the roe deer, fox and hare were most seen in December, while the rabbit crossed mostly in March. At Treeker Wissel, the rabbit and roe deer passed most often in March, the hare in February and the fox in December. See figure 3. Although it is complicated to relate the animal's lifestyle to the usage frequency, something can be said for the fox. The fox' reproduction season occurs in December and in this period they show an increase in activity. This may explain the increase in usage. However, these statements need to be considered in perspective because the data was not collected for a whole year.

A moderate difference in the usage of mammals can be observed between both fauna passages (see figure 3). For the roe deer, fox, hare and rabbit, the usage of ecoduct Leusderheide is respectively 2.2, 2.1, 1.2 en 2.7 times higher than their usage of Treeker Wissel. This difference might be explained by the novelty of the ecoduct Treeker Wissel. Because of this newness, the vegetation is in a younger developing state than that of Leusderheide. Especially animals which are strongly bound to their habitats appreciate shelter by vegetation and this lack of vegetation might restrain them from crossing.

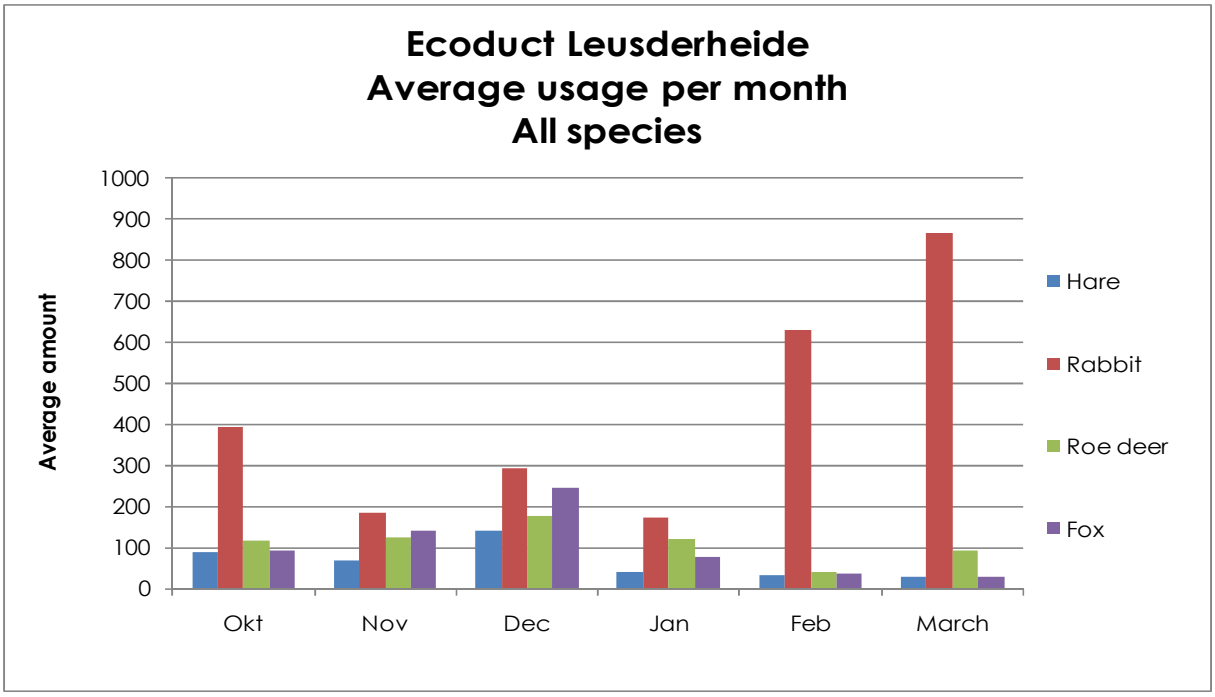


Figure 3. The estimated usage frequency of the months September 2009 till March 2010 for the ecoducts Leusderheide and Treeker Wissel.

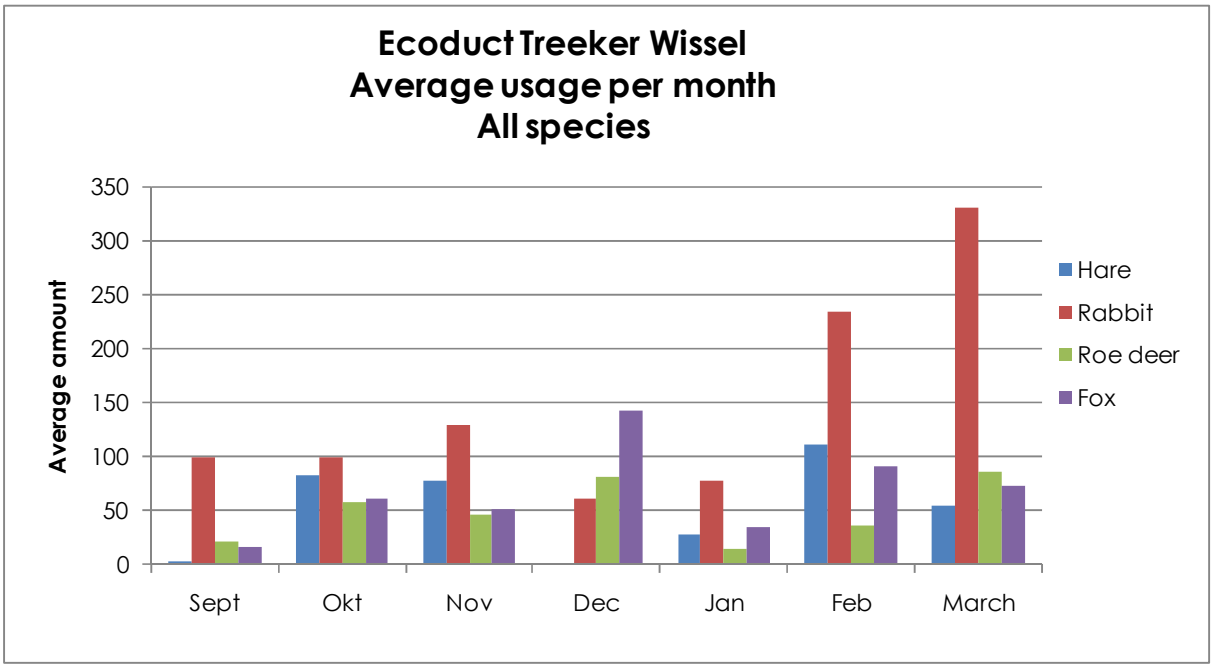


Figure 3. The estimated usage frequency of the months September 2009 till March 2010 for the ecoducts Leusderheide and Treeker Wissel.

An important aspect of this research was to find out more about the function of the ecoducts for the animals using it (research question 4). This was done by gathering information about the roe deer using the literature and contacting several organisations.

The usage of the ecoducts by the roe deer can depend on several movement patterns of the Roe deer. First, they have their home ranges near the ecoducts and use the ecoduct as a

foraging site. Second, the ecoducts could (also) be used to migrate between different habitats (for example in the winter period when there is less food available) and third, the ecoducts can be used by young dispersing males. Young roe deer males disperse to new areas to create their own home range and territory. To find out if the carrying capacity of the areas Leusderheide and Den Treek - Henschoten is reached and if the males need to be dispersed to other areas, a counting of roe deer takes place every year.

This counting of animals occurs once a year and is divided over three sequenced days to get a good impression of the total amount and to avoid external influences (like bad weather). The amount of roe deer counted in Den Treek - Henschoten en Leusderheide from several years are shown in figure 4.

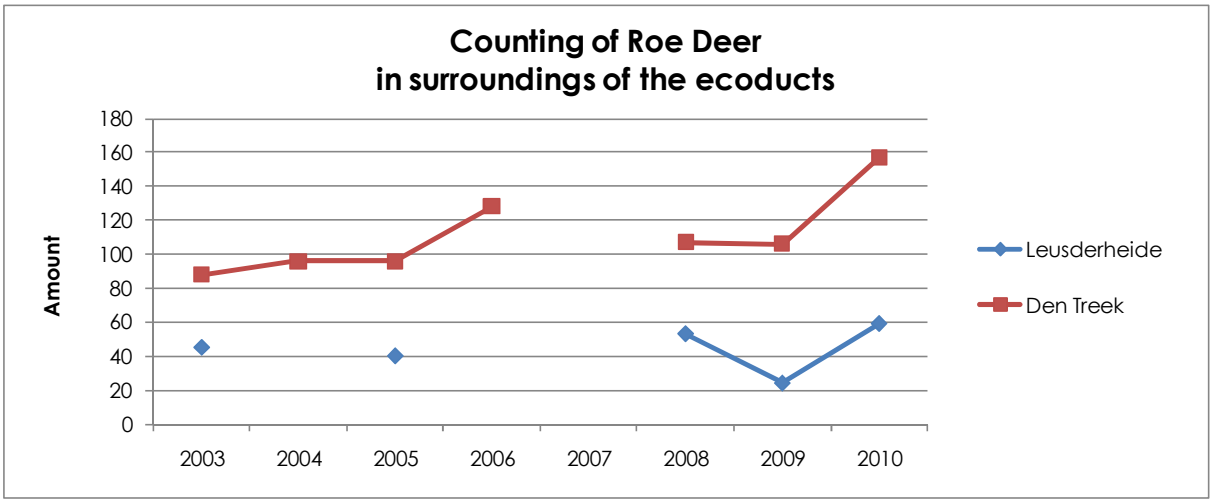


Figure 4. The annual counted individuals of roe deer in Leusderheide and Den Treek – Henschoten. Some data are missing. No counting was executed in the year 2007 for both areas. The data from Leusderheide were not available for the years 2004 and 2006. Moreover, the counted individuals in 2009 for this area are highly disputable because of external influences (D. Rodrigo, Wildbeheereenheid Schaffelaar, persoonlijke mededeling).

The results in the figure combined with the data obtained from the Province of Utrecht about the estimated *total* individuals of roe deer in nature areas in the Province of Utrecht, shows an increase in roe deer population size. Consequently, there will be more activity among the roe deer (this was also shown in the increasing amount of road kill of roe deer in the Province of Utrecht). An example of an activity which will increase, is the dispersion rate of young deer. In order to be able to say something about the dispersion rate of these animals in the areas of Leusderheide and Treeker Wissel, first of all the carrying capacity for the roe deer of these areas must be known. This carrying capacity can be estimated by using standardised counting data for at least six years of uninterrupted data. Although counting of roe deer has been performed for several years in these areas, some data are missing and therefore well performed estimations cannot be made. Besides this required information, the carrying capacity also depends on external and internal issues like competition, food ability and shelter and can differ each year. Another tool to get more insight in their dispersion rate and

subsequently in their increasing activity, is to take a closer look at the road kills. It is known from male roe deer that they disperse at young age to find their own habitat. This is also reflected in the data obtained from the Province of Utrecht, where the most deer which got killed are of a young age (0 – 4 years).

To find out more about the function of the ecoducts, a research question was constructed about the frequency of passages in the surroundings of the ecoducts compared with the frequency of passages on the ecoducts. To make such a comparison, passing animals were captured in the surrounding areas by infrared cameras which were placed in two 'searching areas'. Each searching area had the shape of a circle, with the ecoduct in the centre, and had a radius of 1000m. To exclude the influence of disturbance, a *road effect zone* was applied parallel to the road, with a width of 250m at both sides. Within each area, two cameras were placed to capture animals passing by. The camera's were relocated each week to get a better overview of the animals living in these areas. All the species seen on the ecoducts, except the pine marten were recorded in the plots surrounding each ecoduct. A comparison between the passages recorded by the camera and the crossings on the ecoducts shows a much higher frequency in passages for the ecoducts. This indicates a 'stowing' of fauna movements towards the ecoducts. The roe deer is also seen at a higher frequency on the ecoducts than the surroundings. This may indicate that the roe deer uses the ecoducts for other purposes than just as a home range.

Although an attempt has been made to find out the function of the ecoducts for the Roe deer, it is still hard to make conclusions about the effectiveness of the ecoducts. There are several methods to investigate this effectiveness. DNA samples can be obtained from the ecoduct using barbed wire. This DNA will give some information about the number of individuals crossing the ecoduct and also their sex and genetic relationship. Besides DNA analysis, individuals can also be recorded by infrared cameras positioned on the ecoducts. Telemetry can be used to get an insight into the carrying capacity of the areas for roe deer and to observe the utility of the ecoducts for dispersing roe deer. When young fawns are provided a radio collar, they can be followed during their first year(s) and it can be monitored how they spread through the landscape.

Even though these methods are not used in this research, it is clear that the ecoducts are used frequently by mammals and therefore some expectations arise concerning the effectiveness of the ecoducts. The expectations are that: the negative influences of the roads are reduced to some extent; the separated areas are reconnected again and individuals are able again to exchange between populations and as a result are able to promote gene flow. So thanks to these new ecoducts, animals are able again to migrate and disperse and this contributes to a healthy and vital metapopulation in this area.

Samenvatting

De Nederlandse natuur is onderhevig aan versnippering door verstedelijking en infrastructuur. Één manier om de negatieve effecten van versnippering op de natuur (zoals genisolatie en verlies van habitat) tegen te gaan is het plaatsen van faunapassages. In dit onderzoek staat het ecoduct over de A28 – Ecoduct Leusderheide – die de Leusderheide met de bossen rond Soesterberg verbindt en het ecoduct over de N227 – Ecoduct Treeker Wissel – die de Leusderheide met landgoed Den Treek–Henschoten verbindt, centraal. Het doel van dit onderzoek is om voor de onderzoeksperiode van september 2009 tot en met maart 2010 in kaart te brengen welke middelgrote en grote zoogdieren gebruik hebben gemaakt van de faunapassages Leusderheide en Treeker Wissel, hoe frequent zij dit deden, in welke periode de meeste passages voorkwamen, of er veel verschil zat tussen de gebruiksfrequentie van beide ecoducten door de diersoorten en hoe de soorten en aantallen op de ecoducten zich verhouden tot de omgeving. Daarnaast is geprobeerd om te achterhalen voor welke doeleinden het ree (*Capreolus capreolus*) de faunapassages gebruikt (dispersie en/of migratie en/of als onderdeel van de homerange) om zo meer inzicht te krijgen in de manier waarop deze ecoducten de negatieve effecten van de barrières (A28 en N227) kunnen opheffen/verzachten.

De doelsoorten die gedefinieerd zijn voor beide ecoducten zijn gelijk aan die van corridor Leusderheide waarbinnen beide ecoducten gesitueerd zijn. De doelsoorten behelzen; ree, das (*Meles meles*), boommarter (*Martes martes*) en eekhoorn (*Sciurus vulgaris*). De middelgrote tot grote zoogdieren die in de onderzoeksperiode op beide ecoducten geregistreerd zijn (doormiddel van zandbedden die midden op de ecoducten gepositioneerd zijn), zijn: ree, vos (*Vulpes vulpes*), haas (*Lepus europaeus*) en konijn (*Oryctolagus cuniculus*). Op het ecoduct Leusderheide is tevens de boommarter aangetroffen. Het ontbreken van enkele doelsoorten op de ecoducten kan liggen aan het feit dat de sporen niet geregistreerd zijn door de sporenbedden die soms onleesbaar werden gekwalificeerd. Andere oorzaken van het ontbreken van (bepaalde) doelsoorten kunnen de mogelijk lage populatiedichtheden in de omgeving zijn en/of het gebrek aan voldoende vegetatie op de ecoducten. De ontbrekende doelsoorten kunnen in de loop van het jaar nog wel gebruik gaan maken van de ecoducten, want de verwachting is dat deze soorten enkele keren per jaar zullen passeren en het kan zijn dat deze soorten dit nog gaan doen buiten de periode waarin dit onderzoek heeft plaatsgevonden.

De soorten ree, vos, haas en konijn betraden de ecoducten meerder malen per dag. Dit is voor de boommarter een stuk lager aangezien deze in de onderzoeksperiode slechts vijf keer is waargenomen. De meeste passages van ree, vos en haas op Leusderheide vonden in december plaats, terwijl het konijn het meeste in maart passeerde. Voor de meeste geregistreerde soorten is het gebruik van het ecoduct Leusderheide niet te herleiden naar hun leefwijze. De vos laat qua gebruik een piek zien in de maand december. Vanaf deze maand begint hun

voortplantingsperiode en laten de dieren een verhoogde activiteit zien. Deze piek verschilt echter niet veel van de maanden oktober en november, waardoor het gebruik van het ecoduct door de vos moeilijk te herleiden is. Het ree lijkt tevens een piek in gebruik te vertonen in december. Reeën kunnen in de winter in sprongen gaan leven en mogelijkerwijs is dit voorgekomen in de omgeving van het ecoduct en is het aantal reeënsporen op het ecoduct daarom toegenomen. Voor Treeker Wissel geldt dat het konijn en ree het meeste passeerden in maart, de haas in februari en de vos in december. Voor alle soorten kan er betreft het gebruik per maand geen eenduidige relatie gevonden worden met hun leefwijze en/of betreding door de mens.

Er is een groot verschil te zien in de mate van gebruik door de soorten tussen beide ecoducten, namelijk; 1269 geregistreerde middelgrote- en grote zoogdierensporen op het ecoduct Leusderheide tegenover 601 geregistreerde middelgrote- en grote zoogdierensporen op het ecoduct Treeker Wissel. Dit verschil heeft hoogstwaarschijnlijk te maken met de nieuwigheid van het ecoduct Treeker Wissel (opengesteld in 2009) waardoor er nog niet veel vegetatie aanwezig is.

Infrarood camera's registreerden de diersoorten in de omgeving van de ecoducten. Hier zijn de soorten ree, vos, haas en konijn waargenomen. Het ree is in de omgeving van de ecoducten veruit het meest geregistreerd. De vergelijking tussen het aantal geregistreerde passages in de omgeving en het aantal geregistreerde passages op de ecoducten duidt erop dat de soorten vaker te vinden zijn op de ecoducten dan willekeurig ergens in de omgeving. Hieruit kan opgemaakt worden dat er sprake is van 'stuwing' van faunabewegingen op de ecoducten.

Er is sprake van veel activiteit door reeën in de omgeving van de ecoducten. Hierdoor is het mogelijk dat het ree zich meer gaat bewegen in en tussen de gebieden aangrenzend aan de ecoducten en daarbij de ecoducten gebruikt. Wanneer er een vergelijking wordt gemaakt tussen de passages willekeurig in de omgeving en de passages op de ecoducten, blijkt dat er meer faunabewegingen zijn van reeën op de ecoducten. Nu er weer een verbindingsstuk gecreëerd is tussen de gescheiden geraakte gebieden Leusderheide, Den Treek – Henschoten en Oude Kamp, kunnen de reeën zich weer dispergeren naar deze gebieden, nieuwe leefgebieden opzoeken en zal de genenstroom tussen de populaties onderling gestimuleerd worden. Verwacht wordt dat de ecoducten een belangrijke bijdrage leveren aan het voortbestaan van de reeënpopulatie in het onderzoeksgebied. Hieruit kan al voorzichtig geconcludeerd worden dat de ecoducten de negatieve effecten van de barrière voor het ree verzachten.

Alhoewel nader onderzocht moet worden in hoeverre de ecoducten effectief zijn voor de diersoorten betreft het opheffen van de negatieve effecten van de barrière, is algemeen gezien de verwachting dat de ecoducten bijdragen aan de landschappelijke samenhang tussen de gescheiden gebieden. Er is een verbinding gecreëerd naar nieuwe leefgebieden en op deze manier kunnen individuen van soorten zich hiertussen weer verplaatsen.

1. Inleiding

1.1 Algemeen

In Nederland is de natuur onderhevig aan versnippering. Fragmentatie van natuurgebieden door landbouw, stedenbouw en infrastructuur veroorzaken onderbrekingen in de verspreiding van dieren. Op deze manier ontstaat er niet alleen demografische isolatie, maar tevens genisolatie; genenuitwisseling tussen verschillende populaties wordt verhinderd. Hierdoor kan binnen deze geïsoleerde populaties inteelt ontstaan en de genetische gezondheid van de soort gaat sterk achteruit. Dit verhindert dat de populatie lang standhoudt en kan leiden tot het verdwijnen van fauna in verschillende leefgebieden (Forman *et al.,* 2003).

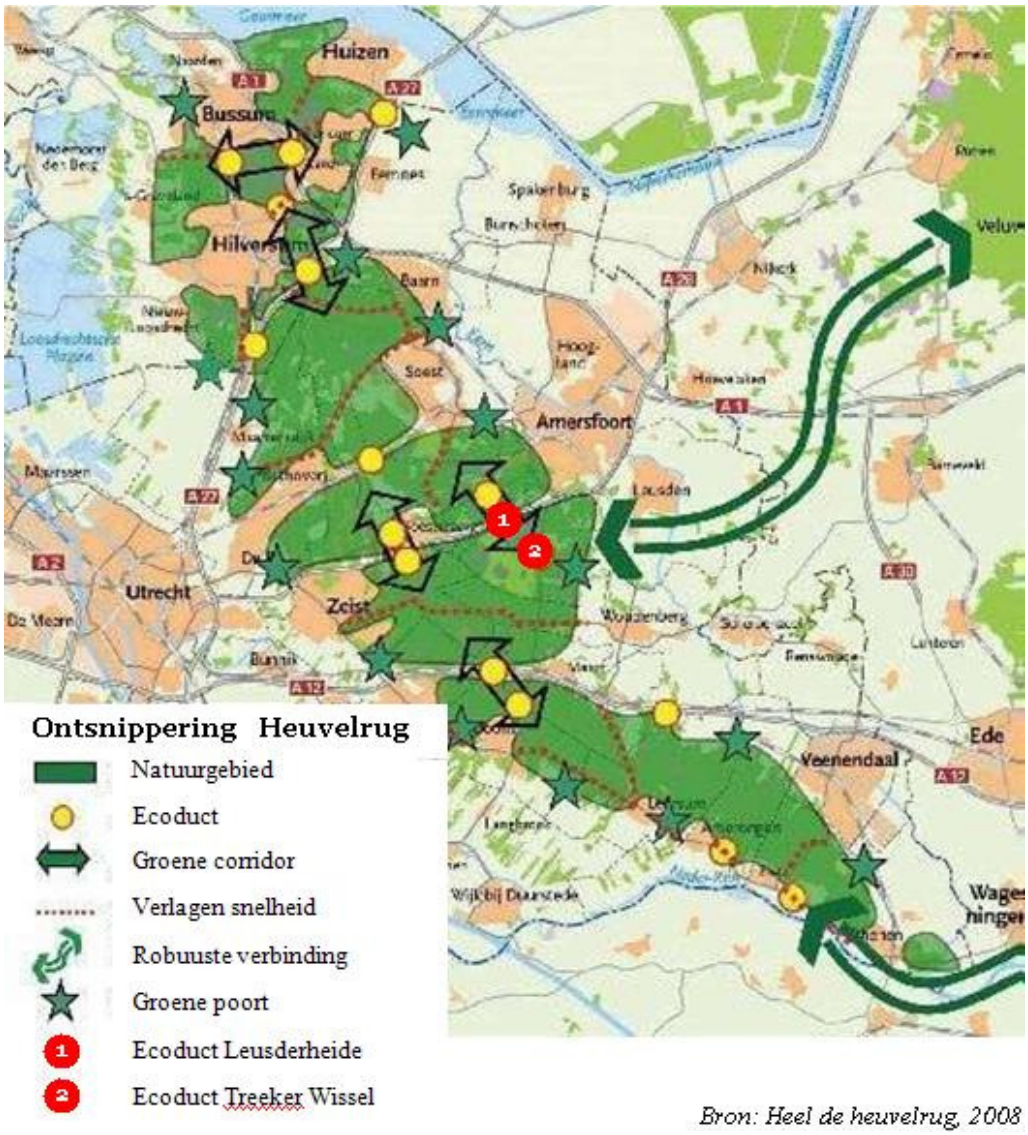
Om deze versnippering tegen te gaan en ruimte te bieden voor de fauna moeten er maatregelen getroffen worden om de natuur die nog over is in Nederland te behouden. Enkele maatregelen die getroffen worden zijn het verwezenlijken van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), inclusief de aanleg van robuuste verbindingszones en het verbinden van gebieden door de aanleg van faunapassages bij infrastructuur. Op deze manieren worden de geïsoleerde populaties weer met elkaar verbonden en zo wordt een basis gevormd voor een gezonde duurzame (meta)populatie. Een belangrijke voorwaarde van een metapopulatie is echter wel dat er uitwisseling (en rekolonisatie) mogelijk moet zijn tussen de apart gelegen populaties. Wanneer de populaties door een drukke weg worden gescheiden, vormt dit voor onder andere grondgebonden soorten een groot obstakel en is er geen sprake meer van een metapopulatie. Om toch uitwisseling tussen deze populaties mogelijk te maken, biedt een faunapassage hiervoor een uitkomst (Townsend *et al*., 2008).

Een van de gebieden waar menselijke handelingen hebben gezorgd voor versnippering is de Utrechtse Heuvelrug. Binnen dit gebied bevindt zich tussen de A12 en A28 een groot bos- en heidegebied waarvan de kwaliteit in gevaar komt door onder andere de drukke infrastructuur. Middelgrote tot grote zoogdieren die een redelijk groot verspreidingsgebied nodig hebben om een duurzame populatie te realiseren (bijvoorbeeld de vos (*Vulpes vulpes*) en het ree (*Capreolus capreolus*)) zullen last ondervinden van onderbrekingen in hun leefgebied (Adriaens, 2004).

Om de natuurwaarde van de Utrechtse Heuvelrug te herstellen is er door de Provincie Utrecht een gebiedsvisie opgesteld, zie figuur 1.1. Binnen dit project is een aantal ecoducten voorzien, waarvan er inmiddels vier zijn aangelegd. Op deze manier worden natuurgebieden weer met elkaar verbonden en wordt getracht de dieren zo min mogelijk last te laten ondervinden van de aanwezige infrastructuur en zo een groter leefgebied te bieden. De ecoducten die in dit rapport behandeld zullen worden bevinden zich over de A28 en over de provinciale weg N227. Het ecoduct dat over de A28 is geplaatst – Ecoduct Leusderheide – verbindt de Leusderheide met de bossen rond Soesterberg en het ecoduct over de N227 – Ecoduct Treeker Wissel – verbindt de Leusderheide met landgoed Den Treek–Henschoten.

Een belangrijke vraag is in hoeverre de ecoducten daadwerkelijk bijdragen aan het verbinden van de natuurgebieden; worden de ecoducten wel door de fauna gebruikt en zijn ze dermate ingericht dat ze aantrekkelijk zijn voor de gedefinieerde fauna doelsoorten? Wil men de negatieve effecten die de infrastructuur met zich meebrengt, zoals geïsoleerd geraakte habitats, verzachten en/of opheffen, dan rijst tevens de vraag voor welk doel (als leefgebied, migratieroute etc.) de diersoorten de ecoducten gebruiken. In dit rapport zal wat betreft dit laatste punt, de nadruk worden gelegd op het ree om zo meer inzicht te krijgen in de functie van de ecoducten voor de meer mobielere soorten.

Vanaf september tot en met december 2009 is begonnen met het verzamelen van gegevens van deze twee ecoducten (Veldhoen, 2010). In de onderzoeksperiode van het huidige rapport (december 2009 tot en met maart 2010) is doorgegaan met het verzamelen van dezelfde gegevens en is geprobeerd om de bovenstaande vragen te beantwoorden met behulp van *alle* verzamelde gegevens (september 2009 tot en met maart 2010).



Figuur 1.1 Ontsnippering van de Utrechtse heuvelrug.

1.2 Afbakening

Dit onderzoek zal zich richten op het gebruik van de ecoducten door middelgrote tot grote zoogdieren. Voor dit gebied behoren bij de grote zoogdieren: edelhert (*Cervus elaphus*), ree, das (*Meles Meles*) en vos. De dieren die behoren tot de categorie middelgrote zoogdieren zijn haas (*Lepus europaeus)*, konijn (*Oryctolagus cuniculus*), boommarter (*Martes martes*), steenmarter (*Martes foina*), bunzing (*Mustela putorius*), wezel (*Mustela nivalis*), hermelijn (*Mustela erminea*), egel (*Erinaceus europaeus*) en eekhoorn (*Sciurus vulgaris)*. Een belangrijke reden voor de keuze van deze soortgroep is dat zoogdieren een kwetsbare groep vormen die vaak sterk gehinderd worden in hun bewegingen door de infrastructuur. Daarnaast waren in de (winter)periode, waarin het veldwerk voor dit onderzoek is uitgevoerd, voornamelijk zoogdieren actief. Het onderzoeken van alleen middelgrote tot grote zoogdieren heeft consequenties voor de manier van data verzamelen. De registratiemethoden die gebruikt zijn op en rond de ecoducten, werken het beste voor deze groep zoogdieren (Van der Grift, 2010).

1.3 Doel van het onderzoek

Het doel van dit onderzoek is om voor de gehele onderzoeksperiode van september 2009 tot en met maart 2010 in kaart te brengen welke middelgrote en grote zoogdieren gebruik maken van de faunapassages Leusderheide en Treeker Wissel, hoe frequent zij dit doen en in welke periode de meeste passages voorkomen. Ook zal het verschil in passagefrequentie tussen beide ecoducten bekeken worden en zal een verklaring gezocht worden voor het eventuele verschil. Daarnaast wordt geprobeerd te achterhalen voor welke doeleinden het ree de faunapassages gebruikt (dispersie en/of migratie en/of als onderdeel van de homerange) om zo meer inzicht te krijgen in de manier waarop deze ecoducten de negatieve effecten van de barrières (de A28 en de N227) kunnen opheffen/verzachten. Tevens wordt ingegaan op de manier waarop de effectiviteit van een ecoduct voor deze soort onderzocht kan worden. Aan de hand van de resultaten worden aanbevelingen opgesteld die van nut kunnen zijn bij het ontwerpen en inrichten van vergelijkbare faunapassages.

1.4 Onderzoeksvragen

Ten behoeve van dit onderzoek zijn enkele onderzoeksvragen opgesteld waaronder een hoofdvraag en een aantal subvragen. De hoofdvraag luidt als volgt:

> *Dragen de ecoducten Leusderheide en Treeker Wissel bij aan de uitwisseling van individuen tussen dierpopulaties?*

Hypothese

De hypothese van dit onderzoek is dat de ecoducten bijdragen aan het opheffen/verzachten van de barrièrewerking door de A28 en de N227, doordat een geschikte verbinding gecreëerd wordt tussen de natuurgebieden grenzend aan de wegen. De verwachting is dat de populatiedruk een rol speelt bij het gebruik van de passages. Is er een hoge populatiedruk dan gaan de dieren op zoek naar een nieuwe leefomgeving en zullen ze naar aansluitende gebieden migreren. Hierbij kunnen ze in deze omgeving (hier: Utrechtse Heuvelrug) gebruik maken van de passages die een verbinding leggen tussen waardevolle natuurgebieden.

Enkele deelvragen die hierbij onderscheiden worden zijn de volgende:

1. a. Welke doelsoorten zijn gedefinieerd voor beide ecoducten?
   b. Voldoen de ecoducten aan de habitateisen van de bijbehorende doelsoorten?
   c. Hoe kan de inrichting van de ecoducten ten behoeve van de doelsoorten geoptimaliseerd worden?

2. a. Welke middelgrote tot grote zoogdieren maken gebruik van de ecoducten?
   b. Hoe vaak maken deze soorten gebruik van de passages?
   c. Voldoet het gebruik aan de verwachtingen die opgesteld zijn voor de ecoducten?
   d. In welke maand passeren de betreffende dieren het meest frequent?
   e. Zijn de verschillen in passagefrequentie in tijd door deze soorten te verklaren?

3. a. Zit er verschil in het gebruik (aantal passages) tussen de twee ecoducten?
   b. Zo ja, zou dit te verklaren zijn door de omgeving en inrichting van de ecoducten?

4. a. Welke functies nemen de ecoducten in voor het ree?
   b. In welke mate heffen de ecoducten de barrièrewerking van de wegen voor het ree op?
   c. Is er sprake van meer passages van het ree op de ecoducten ("stuwing") in vergelijking met passages op willekeurige plekken in de omgeving?

5. Is de passagefrequentie op de ecoducten van reeën te verklaren op basis van hun populatiedichtheden in de omgeving?

1.5 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 is de versnipperingproblematiek op populatieniveau kort uiteengezet. Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van de Utrechtse Heuvelrug en de daarbij horende gebiedsvisie. De ecoducten worden vervolgens in Hoofdstuk 4 beschreven, waar de bouw, inrichting, bodem en waterhuishouding aan bod komen. Tevens zijn de doelsoorten behandeld. Hoofdstuk 5 representeert de gevolgde werkwijze bij dit onderzoek. In Hoofdstuk 6 wordt toegelicht hoe de verkregen data verwerkt zijn tot de resultaten die in Hoofdstuk 7 gepresenteerd staan. In Hoofdstuk 8 wordt er geprobeerd om de functionaliteit van de ecoducten voor het ree te achterhalen. In Hoofdstuk 9 worden conclusies gegeven en zullen deze resultaten in het perspectief gezet worden van het in Hoofdstuk 2 behandelde theoretische kader. Hoofdstuk 10 geeft enkele praktische beperkingen aan die van belang zijn bij het interpreteren van de resultaten, gevolgd door aanbevelingen in Hoofdstuk 11.

2. Versnipperingproblematiek

Nu de natuur in de Utrechtse Heuvelrug onderhevig is aan de negatieve effecten van de infrastructuur en een toename in verstedelijking, worden alsmaar meer natuurgebieden (en populaties) van elkaar gescheiden. Deze opdeling en isolatie veroorzaken voornamelijk problemen bij faunapopulaties. Zoals hieronder nader zal worden toegelicht is deze versnippering van invloed op de populatiedynamica van de soorten die in deze gebieden leven. Vanwege deze versnippering kan er namelijk niet meer gesproken worden van één vitale kernpopulatie, maar eerder van een metapopulatie (Adriaens, 2004). Een metapopulatie, ook wel netwerkpopulatie genoemd, kan gedefinieerd worden als een groep van lokale populaties binnen een bepaald gebied, waar migratie van individuen van de ene deelpopulatie naar minimaal één andere deelpopulatie mogelijk is om de aantallen in de lokale populatie te behouden. Iedere deelpopulatie ligt tevens dermate geïsoleerd dat er een onafhankelijke populatiedynamiek bestaat (Hanski & Gilpin 1991).

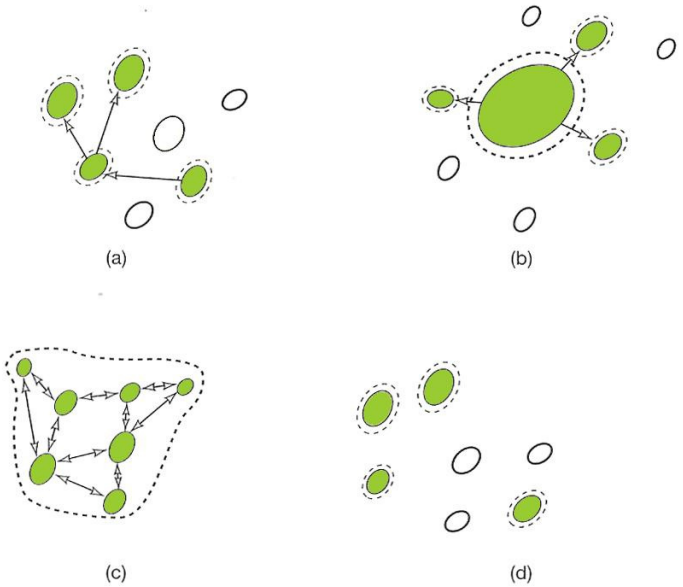
2.1 Metapopulatietheorie

Bij een versnipperd landschap speelt de theorie over metapopulaties binnen de populatiedynamica een grote rol. Binnen deze theorie worden ruimtelijke patronen van populaties in de tijd verklaard (Van Winden, 2003). Deze theorie is gebaseerd op de Eilandtheorie van MacArthur en Wilson (1967). De theorie van MacArthur en Wilson verklaart de soortenrijkdom op eilanden aan de hand van de balans tussen kolonisatie en extinctie van de soorten. Dit dynamisch evenwicht is vervolgens afhankelijk van de bron van de kolonisatie op het vaste land, waar het geboortecijfer gemiddeld hoger ligt dan het sterftecijfer en een netto bijdrage levert aan de dispersiestroom in de richting van de overige eilanden (Adriaens, 2004). De eilandbiogeografietheorie gaat uit van een aantal basisprincipes. Namelijk hoe kleiner het oppervlak van het eiland hoe groter de kans dat soorten uitsterven. Deze sterfte hangt samen met een aantal factoren, namelijk: hoe kleiner het eiland hoe minder habitats er kunnen voorkomen en hoe kleiner het eiland hoe sneller er concurrentie optreedt, wat sterfte in de hand werkt. Daarnaast is de kolonisatiekans geringer wanneer het een klein eiland betreft; het is voor een disperser namelijk moeilijker om een klein eiland te bereiken dan een groot eiland. De afstand van het vaste land naar de eilanden speelt daarbij ook een rol; hoe verder deze afstand is, hoe geringer de kans dat de soorten dit eiland bereiken.

Een theorie die veel overeenkomsten vertoont met de eilandtheorie is de metapopulatietheorie (Levins, 1969, 1970). Hierbinnen is er ook enigszins sprake van ‘eilanden’ die onderhevig zijn aan de kolonisatie- en extinctiedynamiek. Echter het betreft hier geen eilanden in de oceaan, maar eilanden in de vorm van deelgebieden op het vaste land die gescheiden van elkaar liggen. Hoewel de eilandtheorie zich richt op kolonisatie en extinctie van een bepaald hoeveelheid soorten op eilanden, richt de metapopulatietheorie zich meer op de levensvatbaarheid van subpopulaties betreffende één soort die onderling verbonden zijn. Een ander verschil met de eilandtheorie is dat de kolonisatie van de ‘eilanden’ ofwel de

deelgebieden plaatsvindt vanuit de andere deelgebieden en niet vanuit één locatie (het vaste land bij de eilandtheorie).

Er zijn verschillende soorten metapopulatiesystemen ontwikkeld door Harrison & Taylor (1997). In figuur 2.1 zijn de verschillende types netwerkpopulaties weergegeven. Ieder populatiemodel heeft zijn eigen dynamiek. Hierbij heeft bijvoorbeeld de klassieke netwerkpopulatie (figuur 2.1.a), met vele kleine deelgebieden, minder kans op overleven dan een kern-satelliet populatie die uit één groot deelgebied en meerdere kleine gebieden bestaat. De vitaliteit van een metapopulatie als geheel kan namelijk grotendeels afhankelijk zijn van de populatie in het grotere leefgebied. De populatie in dit leefgebied kan dienen als 'bron' voor het aanleveren van nieuwe individuen naar de kleinere gebieden met een negatieve geboorte/sterfte ratio. De populatie in deze grote leefgebieden wordt ook wel kernpopulaties genoemd (Pulliam, 1988).



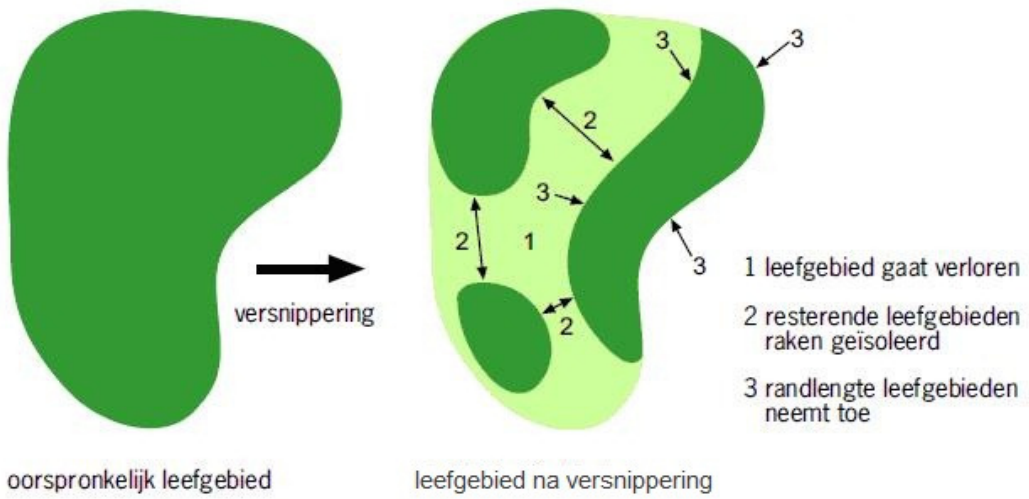
Figuur 2.1. Verschillende metapopulatiesystemen, waarbij de gevulde cirkels de bezette habitats voorstellenen de lege de 'lege' habitats. De gestippelde lijnen geven de grenzen van de lokale populatie aan. De pijlen geven de dispersie aan. (a) Klassieke metapopulatiel (Levins), (b) Kern-satelliet metapopulatie (algemeen), (c) 'Patchy' populatie en (d) uitevenwicht populatie (verschilt van (a) doordat hier geen rekolonisatie plaatsvindt) (Harrison and Taylor, 1997).

De populaties binnen deze netwerksystemen zijn op zichzelf ook te categoriseren. De populaties die zonder uitwisseling met populaties in andere deelgebieden levensvatbaar zijn worden "*Minimum Viable Populations*" (MVP) genoemd (Schaffer 1987; Hanski *et al.* 1996). Populaties die afhankelijk zijn van één immigrant per generatie uit de populaties in de andere deelgebieden en zonder deze uitwisseling niet zelf levensvatbaar zijn worden gedefinieerd als "*sleutelpopulaties*" (Pouwels, 2000).

2.2 Gevolgen van versnippering

Wanneer een landschap versnipperd raakt wordt een aaneengesloten natuurgebied opgedeeld in kleinere deelgebieden. Hoe kleiner deze gebieden worden en hoe verder ze van elkaar liggen (en/of onbereikbaar zijn) hoe groter de kans dat er negatieve effecten optreden. Zoals voor de eilandtheorie beschreven staat kunnen deze negatieve aspecten ook voor de deelgebieden uiteengezet worden. De drie belangrijkste elementen staan hieronder weergegeven (Alterra, 2001 en Bohemen, 2004), zie tevens figuur 2.2.

- De functionaliteit en de landschappelijke samenhang neemt af, doordat habitats verloren gaan. Hierdoor neemt tevens de kwaliteit van het habitat af;
- Een belangrijk aspect bij een metapopulatie is dat er migratie mogelijk moet zijn tussen de verschillende deelgebieden. Dit kan echter belemmerd worden door barrières die de gebieden scheiden; de gescheiden leefgebieden raken als gevolg hiervan geïsoleerd;
- Meer randeffecten treden op doordat gebieden van elkaar gescheiden worden en er zo een grotere oppervlakte/omtrek ratio ontstaat.



Figuur 2.2. De negatieve effecten van versnippering op leefgebieden (Alterra, 2001).

Als gevolg van deze versnippering kunnen andere stressfactoren tevens van grote invloed zijn op het welzijn van de populaties. Doordat het aanpassingsvermogen van de soorten achteruitgaat door de vermindering van habitatkwaliteit en omvang, worden de soorten alsmaar gevoeliger voor externe factoren.

De negatieve effecten van habitatfragmentatie op de biodiversiteit kunnen ingedeeld worden in drie niveaus van organisatie (Desender *et al.,* 2002);

- Fragmentatie onderbreekt in de verspreiding van individuen tussen populaties. Op deze manier wordt genenuitwisseling tussen deze populaties verhinderd, met (gen)isolatie als gevolg. Door deze genetische isolatie kan er binnen de populaties inteelt ontstaan waardoor de genetische gezondheid van de soort sterk achteruit gaat (Forman *et al*., 2003). Deze achteruitgang van de genetische vitaliteit heeft vervolgens weer zijn effect op het volgende niveau;

- De isolatie die optreedt door versnippering verhindert dat de populatie standhoudt, wat leidt tot het verdwijnen van fauna in verschillende leefgebieden (Forman *et al*., 2003).
- Deze lokale extinctie van soorten heeft grote gevolgen voor ecosystemen waar deze soorten deel van uit maken. Door het verdwijnen van soorten veranderen de trofische niveaus en de daarbij behorende functionele relaties binnen ecosystemen, zoals predator-prooi interacties, parasiet-gastheer interacties en concurrentieverhoudingen tussen soorten. Het verdwijnen van een sleutelsoort kan een cascade-effect veroorzaken op andere niveaus binnen het ecosysteem.

Binnen de versnipperingproblematiek hangt het sterk van de soort af op welke schaal het probleem zich voordoet. Betreft het een soort die sterk plaatstrouw is en weinig kilometers aflegt om andere leefgebieden te bereiken – we spreken dan van een beperkte dispersiecapaciteit – dan is versnippering op een kleine, lokale tot regionale schaal naar verwachting al een aanzienlijke barrière. Dit in tegenstelling tot een soort die tientallen kilometers kan afleggen om nieuwe deelgebieden te bereiken (Bergers en Kalkhoven, 1996). Voor zowel Europese als nationale beleidvorming is het van belang dat er bij het opstellen van de bescherming en instandhouding van deze soorten aandacht geschonken wordt aan deze populatiedynamiek.

2.3 Het oplossen van problemen door versnippering

Wanneer versnippering van de natuur is opgetreden kunnen er enkele strategieën worden toegepast om de effecten hiervan te verzachten. Om systemen te herstellen en de diersoorten hierbinnen te beschermen is het belangrijk om een kwalitatief hoogwaardige ruimtelijke samenhang te creëren. Vier strategieën kunnen onderscheiden worden die de ruimtelijke samenhang binnen netwerkpopulaties kunnen verbeteren (Alterra, 2001):

- Strategie 1: Verbeteren van de kwaliteit van het leefgebied;
- Strategie 2: Vergroten van de leefgebieden;
- Strategie 3: Verdichten netwerk van de leefgebieden;
- Strategie 4: Verbinden van de leefgebieden.

2.3.1 Verbeteren van de kwaliteit van het leefgebied

Het milieu waarin de soorten leven is erg belangrijk voor de vitaliteit en het voortbestaan van populaties. De kwaliteit van de leefgebieden wordt beïnvloed door negatieve effecten vanuit het milieu. Hierbij valt te denken aan de vijf V's: verdroging, vermesting, verzuring, verontreiniging en verstoring. Een lage kwaliteit van het habitat is terug te zien in de lage draagkracht van dat gebied voor een soort en een laag voortplantingssucces. Neemt de kwaliteit echter toe, dan zal dit resulteren in een toename van het aantal individuen in het leefgebied, mogelijk resulterend in een geboorte-overschot. In dit laatste geval kan dit gebied dienen als "bron" voor het verspreiden van individuen naar kwalitatief mindere leefgebieden. Een voorwaarde is wel dat deze gebieden binnen bereik moeten liggen. Het verbeteren van de kwaliteit van een leefgebied kan bereikt worden door het inrichten/beheer van de natuur of door het verhogen van de algemene milieukwaliteit (Alterra, 2001).

2.3.2 Vergroten van leefgebieden

Ieder diersoort heeft een hoeveelheid ruimte nodig om tot de dagelijkse behoeftes te komen, zoals voedsel, schuilmogelijkheden en nestplaatsen. Deze ruimtes worden meerstal door individuen verdedigd tegen andere soortgenoten. Hoe groter een gebied is, hoe meer ruimte er is voor meer individuen en hoe groter een populaties is, hoe kleiner de kans op uitsterven. Daarnaast wordt de kernpopulatie in een groot leefgebied beter beschermd tegen negatieve invloeden van buitenaf. Hoe groot een populatie kan worden hangt echter wel sterk samen met de kwaliteit van het leefgebied.

2.3.3 Verdichten netwerk van leefgebieden

Dispersie is een belangrijk aspect binnen een metapopulatie. Echter hoe verder de leefgebieden binnen het netwerk van elkaar liggen, des te moeilijker het is voor individuen om deze gebieden te bereiken. Door het creëren van nieuwe deelgebieden met een goede gebiedskwaliteit wordt de stroom van individuen naar andere gebieden verhoogd. Daarnaast bieden deze leefgebieden zelf extra ruimte voor kolonisatie. Deze aspecten zorgen ervoor dat metapopulatie versterkt wordt.

2.3.4 Verbinden van leefgebieden

Een andere manier om de ruimtelijke samenhang te verhogen is om leefgebieden met elkaar te verbinden zodat dispersie tussen populaties vergemakkelijkt wordt. Deze verbindingszones bestaan uit een stelsel van landschapselementen (groene corridors) en leefgebieden. Er zijn verschillende situaties te noemen waarbij een verbindingszone uitkomst biedt om een netwerkpopulatie in stand te houden. Een voorbeeld hiervan is dat de individuen van een populatie niet meer naar naastgelegen deelgebieden kunnen uitzwerven, omdat het tussenliggende landschap ongeschikt is. Belangrijke barrières hierbij zijn wegen, spoorlijnen, bebouwing en dergelijke. Een andere factor die dispersie tegenwerkt is de afstand tussen de leefgebieden. Vooral voor soorten die een geringe dispersiecapaciteit hebben, zoals amfibieën, reptielen en vele insecten, zou het verbinden van leefgebieden een uitkomst zijn. Dit zelfde geldt voor zoogdieren die door de infrastructuur gehinderd worden in hun bewegingen.

In dit rapport staat deze laatste strategie centraal. De ecoducten Leusderheide en Treeker Wissel bieden voor veel diersoorten in de omgeving van de Utrechtse Heuvelrug een mogelijkheid om zich wederom tussen de leefgebieden te bewegen die sinds de komst van de A28 en N227 van elkaar gescheiden zijn. De verwachting is dat door de ecoducten de metapopulatiedynamiek in dit gebied versterkt zal worden. De populaties krijgen hier zo de kans om duurzaam voort te bestaan, omdat de aantalfluctuaties in de populaties als gevolg van milieufactoren en/of door toevallige schommelingen beter gebufferd zijn (Grift van der *et al.* 2010b).

3. Gebiedsbeschrijving

De ecoducten Leusderheide en Treeker Wissel zijn gesitueerd in het natuurgebied de Utrechtse Heuvelrug. In dit hoofdstuk zal dieper worden ingegaan op de gebiedsvisie Hart van de Heuvelrug die hierbij van toepassing is.

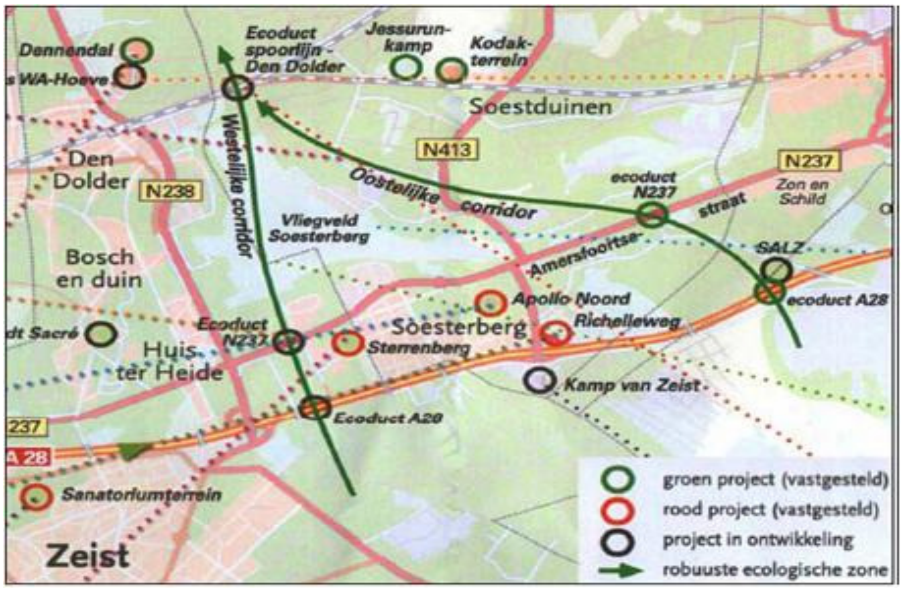
3.1 Gebiedsvisie

De Utrechtse Heuvelrug is na de Veluwe het grootste aaneengesloten bosgebied van Nederland. Vanwege infrastructuur en stedenbouw is dit gebied echter sterk versnipperd en is de waarde van de natuur afgenomen.

In 2003 is de gebiedsvisie 'Hart van de Heuvelrug' opgesteld om onder andere dit versnipperingprobleem weg te nemen. In deze gebiedsvisie staan maatregelen om de kwaliteit van de natuur en het landschap van de Utrechtse Heuvelrug in de omtrek van Zeist en Amersfoort te verbeteren en de ruimtelijke versnippering terug te dringen. Het uiteindelijke doel is om de ruimtelijke samenhang binnen de Ecologische Hoofdstructuur te verbeteren (Programmabureau Hart van de Heuvelrug, 2008).

3.2 Corridors

Binnen deze gebiedsvisie zijn twee corridors aangewezen nabij de A28; de Westelijke corridor en de Oostelijke corridor. De Westelijke corridor, ook wel corridor Huis ter Heide genoemd, bevindt zich tussen de bosgebieden rond Austerlitz en de laagte van Pijnenburg en moet gaan fungeren als bosverbinding voor alle bosgebonden soorten (Programmabureau Hart van de Heuvelrug, 2008). De Oostelijke corridor, ook wel corridor Leusderheide genoemd, is gesitueerd tussen het militaire oefenterrein Leusderheide en de Stompert/Vlasakkers (Van der Grift, 2004). Het doel van deze corridor is dat het voorziet in een verbinding tussen het noordelijke en het zuidelijke deel van de Utrechte Heuvelrug (Platvorm van de Heuvelrug, 2003). Zie figuur 3.1 voor de gebiedsligging.



Figuur 3.1. De locatie van de groene corridors Hart van de Heuvelrug.

De Oostelijke corridor heeft tevens voor de korte termijn als functie om voor de reeds voorkomende dieren een aaneengesloten natuurgebied te vormen. Op langere termijn zal de realisatie van de robuuste verbindingszone tussen de Utrechtse Heuvelrug met de Veluwe de herintrede van het Edelhert stimuleren en kan de Oostelijke corridor Leusderheide hier tevens aan bijdragen.

Binnen beide corridors vormt de drukke infrastructuur een barrière voor de soorten levend in de aangrenzende natuurgebieden (Van der Grift, 2004). Voor beide corridors gaat het om de wegen A28, N237 en de spoorlijn Amersfoort-Utrecht en in het geval van de Oostelijke corridor, tevens om de N227. Inmiddels zijn er plannen gemaakt om deze barrières op te heffen door ecoducten te realiseren. Enkele van deze ecoducten zijn reeds gerealiseerd. Door middel van deze ecoducten worden de, door infrastructuur versnipperde, gebieden weer aaneengesloten. De ecoducten die inmiddels gerealiseerd zijn en centraal staan in dit onderzoek zijn de ecoducten Leusderheide over de A28 en het ecoduct Treeker Wissel over de N227 (figuur 3.2). Beide ecoducten behoren tot de Oostelijke corridor Leusderheide.

Figuur 3.2. Het studiegebied met de twee ecoducten Leusderheide en Treeker Wissel (respectievelijk aangegeven met rode ster 1 en rode ster 2). Daarnaast zijn de aangrenzende gebieden Oude Kamp, militairoefenterrein Leusderheide en Sterrenbos aangegeven.

3.3 Het nut van een corridor

Het realiseren en verbinden van corridors kan een belangrijke bijdrage leveren aan het duurzaam behouden van de biodiversiteit in Nederland. Corridors vormen een essentieel onderdeel van de Ecologische Hoofdstructuur en zorgen voor de ruimtelijke samenhang. Zonder dit duurzame netwerk lopen lokale en regionale populaties het risico om uit te sterven (Van der Grift, 2004). In een onderzoek van Pelk *et al*. (2000) worden vier beweegredenen genoemd waarom het versterken van de Ecologische Hoofdstructuur cruciaal is:

1. De geschiktheid van leefgebieden neemt toe en vergroot zo de overlevingskansen van de (lokale) populaties. Door het realiseren van een verbindingszone worden gebieden die meerdere functies kunnen innemen voor een soort, te denken aan voortplantings- en foerageergebieden, met elkaar verbonden.

2. Er kan een gezonde, duurzame metapopulatie ontstaan. Populaties verliezen hun genetische variatie wanneer er geen nieuwe aanwas aan individuen de versnipperde (kleine) leefgebieden kan bereiken. Hierdoor lopen deze populaties het risico om uit te sterven. Echter door het verbinden van kleine leefgebieden kan er uitwisseling van individuen (en genen) ontstaan en vormt zich een vitale netwerkpopulatie met goede overlevingskansen.

3. De corridors kunnen functioneren als een verbindingsstuk naar nieuwe leefgebieden, zowel binnen als buiten de Ecologische Hoofdstructuur. Deze verspreiding van diersoorten uit gezonde metapopulaties vergroot de biodiversiteit van natuurgebieden en kan bijdragen aan de 'compleetheid' van sommige ecosystemen. Deze aanvulling zorgt voor het herstel van interspecifieke relaties en energie- en nutriëntenstromen.

4. De mogelijkheden voor diersoorten om zich aan te passen aan grootschalige veranderingen wordt vergroot. Door veranderingen in hun leefomgeving, door bijvoorbeeld klimaatverandering of aantasting bij calamiteiten, voorzien verbindingszones in het verschuiven van verspreidingsarealen. Hierbij faciliteren de zones tevens de overlevingskansen van de soort.

3.4 Natuurdoeltypen

De natuurdoeltypen die aan het gebied van de corridor Leusderheide zijn toegedeeld zijn *multifunctioneel bos* (voornamelijk voor de boommarter en eekhoorn van belang), *droge heide, droge bosgemeenschap van arme zandgrond* en *droge bosgemeenschap van leemgrond*. Daarbij beslaan de eerste twee typen het grootste oppervlak van de corridor (Van der Grift, 2004).

Binnen de corridor dient de leefomgeving van voldoende omvang en (ecologisch) hoogwaardige kwaliteit te zijn. Een van de aspecten die hierbij belangrijk is, is de overgang van bosrand naar open struweel. Andere aspecten, die niet mogen ontbreken, zijn een goed

ontwikkelde kruidenlaag (voor schuil- en voedselvoorziening voor kleine zoogdieren), een goed ontwikkelde strooisellaag en voldoende dood hout. Met name voor insecten zijn dit essentiële vereisten. De boommarter stelt veel oude bomen op prijs die kunnen dienen als schuil- en/of broedgelegenheid. Aan dit laatste aspect wordt tegemoet gekomen door de oude beukenlanen die zich thans bevinden in de Westelijke corridor (Programmabureau Hart van de Heuvelrug, 2008).

4. De Ecoducten

In dit hoofdstuk zullen de twee onderzochte ecoducten Leusderheide en Treeker Wissel nader toegelicht worden. Hierbij zal aandacht besteed worden aan de bouw en inrichting, de ligging in het landschap en de toegewezen doelsoorten.

4.1 Ecoduct A28 Leusderheide

In januari 2005 is, in opdracht van Rijkswaterstaat, begonnen met de bouw van deze faunapassage en het ecoduct is opgeleverd in het najaar van ditzelfde jaar. Het ecoduct Leusderheide bevindt zich boven de snelweg A28, die Amersfoort met Utrecht verbindt. Het ecoduct Leusderheide heeft als doel de waardevolle natuurgebieden aan weerszijden van de A28, Oude Kamp en Leusderheide, weer met elkaar te verbinden en zo de barrière van de snelweg voor fauna te verzachten. Het ecoduct is niet toegankelijk voor publiek.

In de nabijheid van het ecoduct Leusderheide aan de kant van het Oude Kamp, bevindt zich een motorcrossterrein. Dit motorcrossterrein wordt voornamelijk op zaterdagen gebruikt. In Hoofdstuk 10.2 Praktische beperkingen zal hier nader op worden ingegaan.

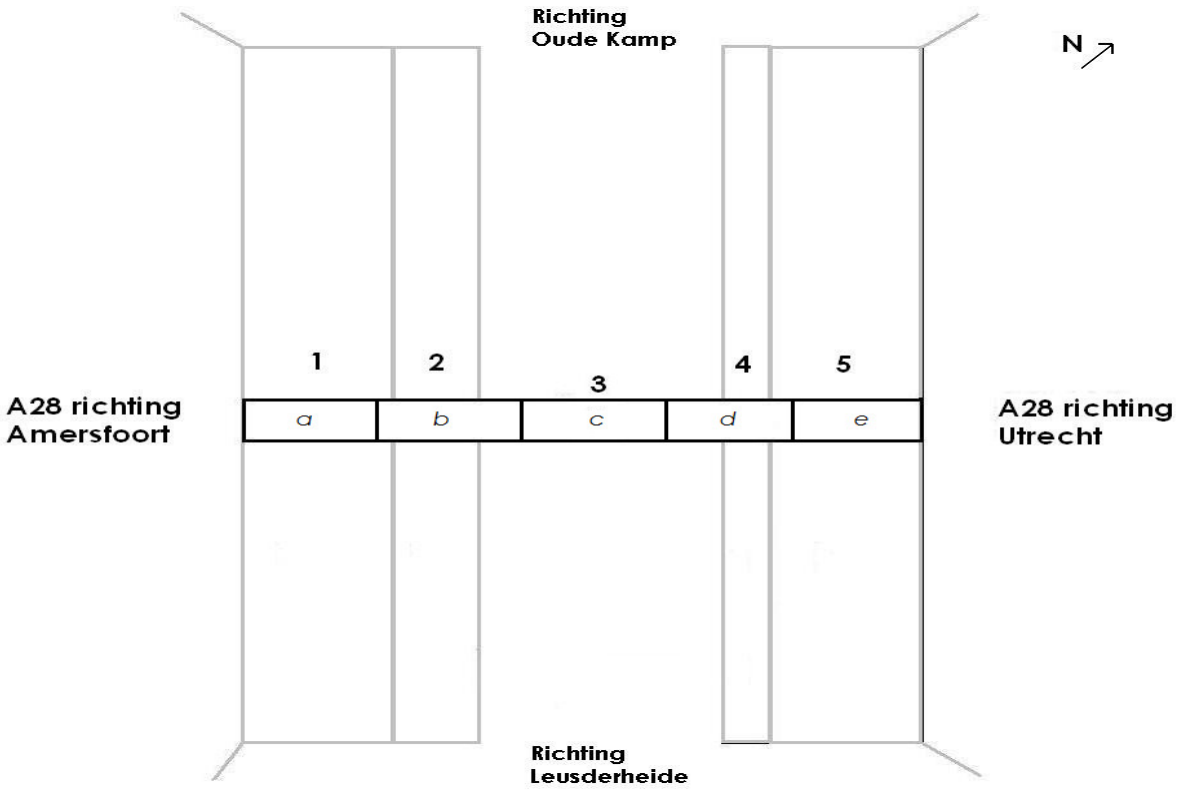
4.1.1 Bouw

Het ecoduct is 70 meter lang en 53 meter breed. De mate van gebruik van een ecoduct wordt vaak bepaald door de breedte/lengte verhouding van het ecoduct. Bij het ecoduct Leusderheide is deze verhouding 53/70 = 0,76. Volgens verschillende handboeken (Müller & Berthoud, 1996; Iuell *et al*. 2003) is de minimale ratio 0,4-0,5. De optimale situatie voor een breedte/lengte verhouding is >0,8. Daar wordt bij deze faunapassage zo goed als aan voldaan. Daarnaast wordt aangenomen dat er een minimale breedte van 50 meter moet zijn, wil de brug geschikt zijn voor grote zoogdieren zoals het Edelhert (Van der Grift, 2004). De toelopen (buffers) van en naar het ecoduct omvatten 80 tot 90 meter in de breedte. Om een zo natuurlijk mogelijke verbinding te creëren is het ecoduct op ongeveer gelijke hoogte als het omliggende landschap gepositioneerd. Op het ecoduct zijn betonnen geluidsschermen geplaatst. Om te voorkomen dat dieren toch de weg benaderen, zijn er wildrasters geplaatst. Deze hebben ook als doel de dieren naar het ecoduct te leiden. Boven het ecoduct bevindt zich een rij lampen, maar die verspreiden geen licht (RWS, 2005).

4.1.2 Inrichting en vegetatie

De aangrenzende natuur bestaat uit bos- en heidegebeid. Wil men deze goed met elkaar verbinden, dan is het noodzakelijk dat ook de inrichting van het ecoduct hierop aansluit. De vegetatie die op het ecoduct is aangeplant sluit aan op die van de omgeving. Op de in- en uitloop van het ecoduct en her en der op het brugdek bevinden zich boomsoorten als Ruwe Berk (*Betula pendula),* Sporkehout (*Rhamnus frangula*), Eenstijlige Meidoorn (*Crataegus monogyna)*, Lijsterbes (*Sorbus aucuparia*) en Zomereik *(Quercus robur)*. Struikvegetatie die de fauna moet voorzien van beschutting zijn: Brem (*Cytisus scoparius*) Gaspeldoorn (*Ulex europaeus)*, Vlier (*Sambucus nigra*) en Hondsroos (*Rosa canina*) (Veldhoen et al., 2010; RWS, 2005). Andere veel voorkomende vegetatie is het Pijpenstrootje *(Molina caerulea)* en

Pitrus *(Juncus effusus)*. Om te voldoen aan het heidehabitat is er gezorgd voor verschillende typen heide die van nature voorkomen in het gebied, zoals Struikheide (*Calluna vulgaris*) en Dopheide (*Erica tetralix*). Naast deze twee soorten is er op het brugdek tevens sporadisch Kraaiheide (*Empetrum nigrum*) aangetroffen. De heide bevindt zich in het midden van het brugdek en wordt omgeven door zandige plekken. Naast deze vegetatie zijn er ook stobbenwallen gesitueerd op het ecoduct. Deze hebben de functie om dieren te geleiden over het ecoduct en, voornamelijk vlak na de aanleg als er nog niet veel hoge vegetatie aanwezig is, beschutting te bieden. Deze beschutting zal deels overgenomen worden door de vegetatie die zich in de loop der jaren zal gaan ontwikkelen. Zie voor de indeling van het ecoduct figuur 4.1.



Figuur 4.1. Schets indeling ecoduct Leusderheide. De totale lengte van het ecoduct is 70 meter (gemeten langs beton, langs zijde 1) en de totale breedte 53 m (gemeten op lijn Amersfoort-Utrecht). De nummers geven het volgende aan; 1. Beplanting (12 meter breed), 2. Stobbenwal (7 meter breed), 3. Sporenbed (53 meter x 2 meter. Indeling in 5 sectoren: A, B, C, D en E van elk 10 meter), 4. Stobbenwal (4 meter breed) en 5. Beplanting (12 meter breed) (Veldhoen, 2010).

4.1.3 Bodem en waterhuishouding

De bodemdikte op de in- en uitloop van het ecoduct kan oplopen tot een dikte van circa 0,75 meter. Op het brugdek van het ecoduct bedraagt dit 0,50 meter. De bodemopbouw op het brugdek is toegesneden op de vegetatie (RWS, 2005). In het midden van het ecoduct is een zandige bodem aangelegd om heidevegetatie te ontwikkelen. Aan de zijkanten van het ecoduct bevindt zich een lemige bodem die stevigheid biedt aan de begroeiing. Deze lemige bodem dient tevens als vochttoediening. Om grote toestromen van water te voorkomen vanuit de omliggende gebieden is er aan de randen van het ecoduct een speciale drainage voorzien

om zo het water van het ecoduct weg te voeren. De drainage bestaat uit grindkoffers dat overtollig water in de bodem filtreert (RWS, 2005). Deze grindkoffers zijn nodig om water weg te laten zakken in slecht waterdoorlatende grond.

4.2 Ecoduct N227 Treeker Wissel

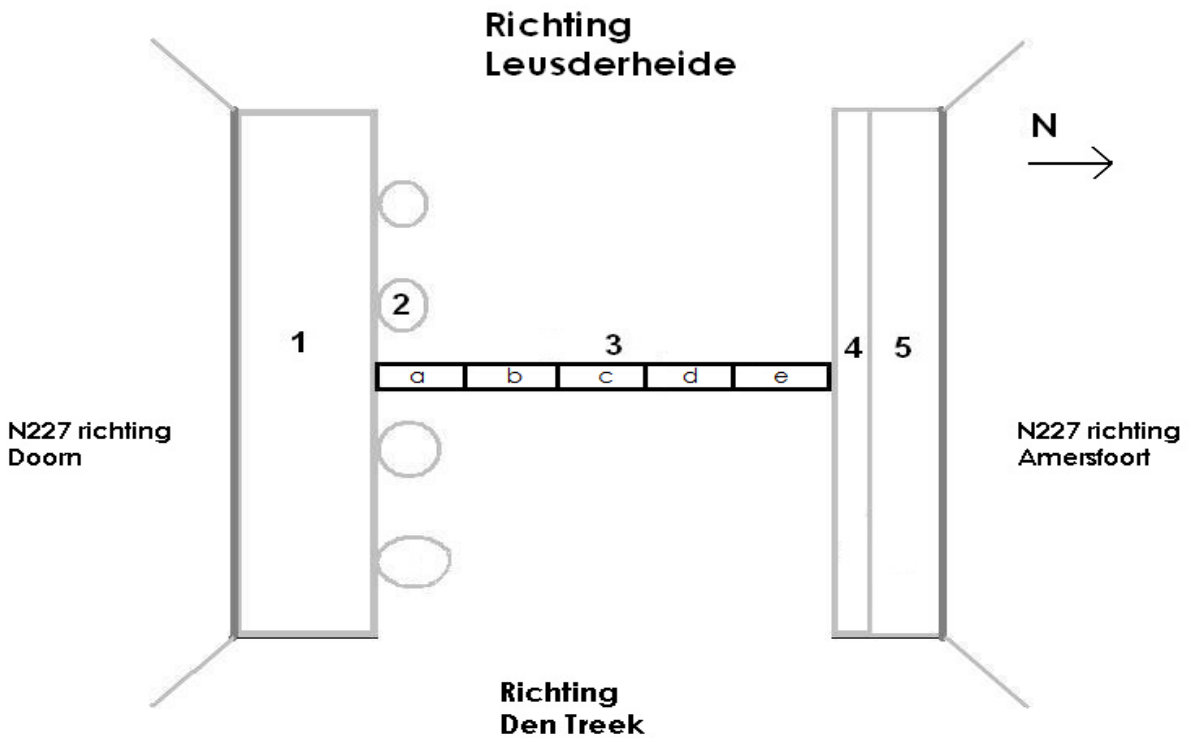
Het ecoduct Treeker Wissel is gesitueerd boven de N227 – de Doornseweg. Deze provinciale weg vormt een verbinding tussen Amersfoort en de A12. Het ecoduct vormt een verbinding tussen de natuurgebieden Leusderheide en landgoed Den Treek – Henschoten. In het voorjaar van 2009 is het ecoduct opengesteld. Ook dit ecoduct is niet opengesteld voor recreanten en in de omgeving is hier rekening mee gehouden door paden af te schermen met stobben en struweel.

4.2.1 Bouw

Het ecoduct is 38 meter lang en 44 meter breed. Zoals hiervoor al is aangegeven dient de breedte/lengte verhouding minimaal 0,4-0,5 te zijn en bij voorkeur >0,8 (Grift, van der, 2004). De breedte/lengte verhouding van het ecoduct Treeker Wissel is 1,15 en voldoet hiermee aan de eisen. De faunapassage bevindt zich op een gelijke hoogte als het omliggende landschap. De Doornseweg is hierdoor verdiept. In totaal is er 4880 meter raster geplaatst om de dieren van de weg te houden, waaronder 63 meter kleinwildraster op het ecoduct, 2731 meter reeënraster van 1,8 meter (soms met kleinwildraster en terugkeerpoortjes) langs de greppels en de overige 2086m reeënraster langs de weg (Bosland adviesbureau, 2008).

4.2.2 Inrichting en vegetatie

Aan de kant van het defensieterrein Leusderheide is het landschap open en er bevindt zich voornamelijk heide. Aan de andere kant is er voornamelijk (dicht) naaldbos te vinden. Echter is een deel van dit landschap omgevormd naar heide ten gunste van de heideverbinding met de Leusderheide, waardoor het landschap aangrenzend aan het ecoduct nu een open uitstalling heeft. Om een homogene verbinding te vormen tussen deze twee gebieden, heeft het ecoduct ook de inrichting van een heidelandschap gekregen. Alhoewel het ecoduct nog jong is, is er reeds sporadisch struikheide (*Calluna vulgaris*) aanwezig. Andere vegetatie die te vinden is op het ecoduct is Pijpenstrootje *(Molina caerulea)* en verschillende grassoorten, zoals Buntgras (*Corynephorus canescens*) (Veldhoen, 2010). Aan de rand van het brugdek, aan de noordzijde, is struikvegetatie geplant. De soorten Brem (*Cytisus scoparius*), Gaspeldoorn (*Ulex europaeus)* en Lijsterbes *(Sorbus aucuparia)* vormen hier beschutting en afscherming van de N227 (Bosland adviesbureau, 2008). Om de dieren over de faunapassage te leiden zijn er ook enkele stobben op het brugdek geplaatst, zie figuur 4.2. Deze stobbenwallen bieden beschutting en schuilmogelijkheden voor kleine dieren, zoals kleine knaagdieren, amfibieën en reptielen. Aan de noordzijde op het ecoduct is een greppel gegraven om vochtminnende soorten te stimuleren. Op de toeloop naar het ecoduct, aan de zijde van het Sterrenbos (zie figuur 3.2), is een poel aangelegd. Deze poel kan functioneren als drinkplaats voor zoogdieren of als leefplek voor verschillende amfibieën. Op de taluds van het ecoduct, parallel aan de Doornseweg, zijn enkele boomsoorten aangeplant, zoals de Grove den *(Pinus sylvestris)* en Zomereik *(Quercus robur).*



Figuur 4.2. Schets indeling ecoduct Treeker Wissel. De totale breedte is 44m (gemeten van zuid-noord), en de totale lengte 38m (gemeten oost-west). De nummers geven het volgende aan; 1. Stobbenwal (9 meter breed), 2. Losse stobben (5 meter breed), 3. Sporenbed (24 meter x 2 meter. Indeling in 5 sectoren: A, B, C, D en E van elk 6 meter), 4. Verhoging (1 meter), en 5. Greppel (6 meter) (Veldhoen, 2010).

4.2.3 Bodem

In de nabijheid van het ecoduct bestaat de bodem voornamelijk uit middelgrof tot grof zand. Deze zandgronden zijn een goede basis voor de heidevegetaties, die karakteristiek zijn voor de omgeving. Het brugdek is daarom ook voorzien van deze schrale gebiedseigen grond (Jansen, 2006). Het heideplagsel wat gebruikt zal worden om de heide op het terrein terug te brengen is voorzien van zaden van voornamelijk Struikheide (*Calluna vulgaris*), mogelijk ook van Dopheide (*Erica tetralix*), maar ook van Bochtige Smele (*Deschampsia flexuosa*) en Pijpenstrootje.

4.3 Doelsoorten voor beide ecoducten

Aangezien de ecoducten onderdeel uitmaken van de corridor Leusderheide zijn de betreffende doelsoorten gekoppeld aan deze verbindingszone, tevens als doelsoorten voor de ecoducten benoemd.

Aan de verbindingszone zijn doelsoorten gekoppeld die door de realisatie van de corridor hun habitat versterkt en vergroot zien worden met als doel de instandhouding of het herstel van de populaties binnen de Utrechtse Heuvelrug (Programmabureau Hart van de Heuvelrug, 2008). De doelsoorten kunnen de corridor zowel gebruiken als geschikt leefgebied (de minder mobiele soorten) als wel als een incidentele uitwisselingsmogelijkheid tussen natuurgebieden (Programmabureau Hart van de Heuvelrug, 2008). Zie Bijlage 1 voor een overzicht van de doelsoorten.

Voor de corridor Leusderheide zijn alle soorten van bos- en heidesystemen die reeds voorkomen op de Utrechtse Heuvelrug aangewezen als doelsoort. Met nadruk zijn het ree, boommarter, eekhoorn en zandhagedis genoemd. Naast deze soorten wordt ook het edelhert gekenmerkt als doelsoort. Vanwege de mogelijke terugkeer van het edelhert zal de corridor ook voor dit soort een geschikte verbinding moeten vormen (Van der Grift, 2004).

Het Meerjarenprogramma Ontsnippering (MJPO, 2010) heeft tevens specifiek voor het ecoduct Leusderheide enkele doelsoorten gedefinieerd. Deze zijn: ree, das, boommarter, eekhoorn, zandhagedis en verschillende soorten insecten.

Voor Treeker Wissel zijn de soortgroepen en doelsoorten aangepast aan de natuurdoeltypen die er te vinden zijn in de aangrenzende natuurgebieden van het ecoduct. Hieronder staan ze gerangschikt per natuurtype en hun manier van verspreiden (Jansen, 2006):

1. Soorten van bossen, bosranden en halfopen terreinen met een grote actieradius, die zich over de grond verplaatsen:
   <u>grotere zoogdieren</u>
2. Soorten van bossen, bosranden en halfopen terrein met een matige tot geringe actieradius, die zich over de grond verplaatsen:
   <u>kleinere zoogdieren</u>
3. Soorten van bossen, bosranden en beplanting, die zich voornamelijk vliegend of via bomen verplaatsen:
   <u>vleermuizen, vogels, boommarter & eekhoorn</u>
4. Soorten van voornamelijk heide, open zand en heischrale graslanden met een geringe actieradius die zich (laag)vliegend verplaatsen:
   <u>insecten</u>
5. Soorten van heide, open zand en heischrale milieus met een geringe actieradius die zich over of via de grond verplaatsen:
   <u>reptielen en insecten</u>

4.3.1 Gebruiksfrequentie

Zoals in Hoofdstuk 2 Versnipperingproblematiek reeds is toegelicht heeft versnippering negatieve invloeden op de metapopulatiedynamiek. Aan de hand van deze negatieve effecten kunnen er voor de doelsoorten doelen aan de ecoducten worden gekoppeld. Deze staan hieronder weergegeven (naar Van der Grift *et al.*2009a):

- De ecoducten faciliteren genetische uitwisseling;
- De ecoducten faciliteren (her)kolonisatie van geschikt leefgebied;
- De ecoducten faciliteren de toegang tot nieuw geschikt leefgebied binnen de home range;
- Het ecoduct zelf biedt aanvullend leefgebied.

Bij ieder doel hoort een andere passagefrequentie om dit doel te bereiken. Zo kan worden aangenomen dat enkele passages per jaar voldoende moet zijn om de brug te laten faciliteren

voor de uitwisseling van genen. Hetzelfde geldt voor het bereiken van nieuwe gebieden om deze te (her)koloniseren. Echter voor de andere twee doelen zijn er veel frequentere passages nodig. Zo zijn er dagelijkse tot wekelijkse passages nodig om geschikt leefgebied binnen de homerange te vinden aangrenzend aan het ecoduct. Moet het ecoduct zelf dienen als leefgebied dan zullen er dagelijks veel passages moeten plaatsvinden om dit doel te bereiken (Kleijberg *et al.* 2000).

Voor beide ecoducten zijn er vanuit de Provincie Utrecht of Rijkswaterstaat geen verwachtingen omtrent de passagefrequentie van de doelsoorten opgesteld. Daarom zijn deze hier alsnog vastgesteld als toetsingskader. De verwachte passagefrequenties is gebaseerd op de gemeten gebruiksfrequenties van het vergelijkbare ecoduct Zanderij Crailoo die net als de ecoducten Leusderheide en Treeker Wissel een verbinding vormt tussen heide- en bosgebieden op droge zandgronden (Veldhoen, 2010; Van der Grift *et al.* 2009a). De verwachte passages zijn afhankelijk van de populatieaantallen in de omgeving van de ecoducten.

Tabel 4.1 Het verwachte gebruik van de ecoducten Leusderheide en Treeker Wissel per diersoort.

(Doel)soort	Ecoduct Leusderheide	Ecoduct Treeker Wissel
egel	Enkele malen per maand	Enkele malen per maand
eekhoorn	Enkele malen per jaar	Enkele malen per jaar
konijn	Enkele malen per dag	Enkele malen per dag
haas	Enkele malen per week	Enkele malen per week
hermelijk/wezel	Enkele malen per maand	Enkele malen per maand
boommarter	Enkele malen per jaar	Enkele malen per jaar
vos	Enkele malen per dag	Enkele malen per dag
das	Enkele malen per jaar	Enkele malen per jaar
ree	Enkele malen per dag	Enkele malen per dag

4.3.2 Relatie inrichting ecoducten en doelsoorten

In dit rapport wordt er alleen aandacht geschonken aan middelgrote tot grote zoogdieren en daarom zullen alleen de doelsoorten die binnen deze categorieën vallen worden behandeld.

Beide ecoducten hebben een eigen biotoop toegewezen gekregen om zo een goede aansluiting te vormen met de aangrenzende gebieden. Vanwege de nieuwigheid van het ecoduct Leusderheide kan er nog niet gesproken worden van een ontwikkeld bos. Aan de randen en op enkele plekken op het brugdek zijn bomen aangeplant die hier in de toekomst voor zullen zorgen. Ditzelfde geldt voor de heidevegetatie op het ecoduct Treeker Wissel. Toch is de potentie er om een heidebiotoop te vormen aangezien beide ecoducten voldoen aan de bodemeisen van dit biotoop. Door de zandige bodem krijgt heide specifieke vegetatie de kans om op te groeien. Op het ecoduct Leusderheide hebben zich reeds struikjes heide ontwikkeld.

De vegetatie op het ecoduct kan tevens dienen als voedselbron voor de dieren. Hierdoor wordt de aantrekkingskracht van het ecoduct vergroot en kunnen de ecoducten een geschikt leefgebied vormen voor bijvoorbeeld kleine en middelgrote zoogdieren, zoals het konijn. Daarnaast is er bekend dat de doelsoort Edelhert, en mogelijk ook reeën, de Gewone Vlier eten. Zij kunnen, in tegenstelling tot veel andere dieren, de knoppen, twijgen, bast en dergelijke onderdelen wel goed verteren (Vereniging het Edelhert, 2007).

De meeste doelsoorten stellen beschutting en enkele schuilmogelijkheden op prijs willen zij zich op hun gemak kunnen verplaatsen. Hier is aan tegemoet gekomen door het plaatsen van stobbenwallen op beide ecoducten. De functie van de stobbenwallen zal in der loop der jaren overgenomen worden door de vegetatie.

Voor de meeste aangewezen doelsoorten is de inrichting zoals deze er momenteel uitziet (in de jonge staat) nog niet optimaal en dit kan mogelijk tot uitdrukking komen in de gebruiksfrequentie van die dieren. In Hoofdstuk 11 Aanbevelingen worden aanbevelingen gedaan betreft de inrichting van de ecoducten.

5. Gevolgde werkwijze voor het eigen onderzoek

Om het gebruik van middelgrote tot grote zoogdieren op de ecoducten A28 Leusderheide en N227 Treeker Wissel in kaart te brengen zijn er gegevens verzameld in de periode van 1 september 2009 tot en met 22 maart 2010 van zowel de ecoducten als van de omgeving.

5.1 Monitoring zoogdieren op de ecoducten

Om het functioneren van de faunapassages te onderzoeken worden er sporen van kleine tot grote zoogdieren afgelezen van een zandbed dat midden op de ecoducten gepositioneerd is.

Het sporenbed op het ecoduct A28 Leusderheide is 53 meter breed en 2 meter lang en beslaat de gehele breedte. Het sporenbed op het ecoduct Treeker Wissel is 24 meter breed bij 2 meter lang en dekt niet de gehele breedte af, omdat er aan de zuidzijde een stobbenwal en aan de noordzijde een greppel gesitueerd is (Veldhoen, 2010). De lengte van het sporenbed is ongeveer twee meter, zodat de sporen van een groot zoogdier (de paslengte van het ree kan in galop oplopen tot ongeveer twee meter) nog steeds zichtbaar zijn. De sporenbedden zijn in meerdere vakken verdeeld (A – E) om zo een impressie te krijgen van waar het dier het ecoduct oversteekt (zie figuur 4.1 en 4.2). Deze informatie kan gekoppeld worden aan de inrichting van het ecoduct en op deze manier kan bijvoorbeeld gekeken worden of de beschutting/stobbenwal daadwerkelijk fungeert als geleiding over het ecoduct. Naast het sporen aflezen wordt er zowel op het ecoduct zelf als op de in- en uitlopen gelet op haren, graafactiviteiten, uitwerpselen, etc. om zo aanvullende informatie te verkrijgen

In september is begonnen met het controleren van het sporenbed op Treeker Wissel, terwijl begin oktober begonnen is met het controleren van het sporenbed op het ecoduct Leusderheide. Gedurende een periode van zes maanden zijn de sporenbedden vrijwel elke werkdag gecontroleerd, wat neer komt op 117 inventarisaties voor Treeker Wissel en 108 voor Leusderheide. Door de weersomstandigheden (regen/sneeuwval) waren de sporenbedden soms onleesbaar en deze opnamedagen zijn daarom gekwalificeerd als *onbruikbare opnamen*. Zie voor een overzicht tabel 5.1. De controle vond in de ochtend plaats om te voorkomen dat de sporen vervagen door weersomstandigheden.

Tabel 5.1. Het aantal opnamen per zoogdiergroep. N.B In Hoofdstuk 6 Gegevensverwerking wordt toegelicht welke zoogdieren er onder welke categorie behoren.

Sporenbed	Aantal Opnamen:	Aantal onbruikbare opnamen:	Aantal bruikbare opnamen grote zoogdieren:	Aantal bruikbare opnamen middelgrote zoogdieren:
Leusderheide	108	14	94	63
Treek Wissel	117	26	91	62

Gedurende de controle van de zandbedden is er op een aantal aspecten gelet en deze zijn genoteerd op een notitieformulier (zie bijlage 2). Deze punten zijn conform aan de algemene

richtlijnen die opgesteld zijn voor het monitoren van faunapassages (Van der Grift, 2010). Allereerst is de soortnaam toegewezen aan ieder spoor met behulp van het boek *Veldgids diersporen* van A. Diepenbeek (1999). Daarnaast is de looprichting genoteerd (W-O of O-W).

Bij de notatie van de sporen is gelet op het looppatroon van het dier. Er is onderscheid gemaakt tussen de volgende looppatronen: *sluipgang, stap, huppelgang, draf, galop en sprong-galop*. Hiervoor is wederom het boek *Veldgids diersporen* van A. Diepenbeek (1999) geraadpleegd, waarin de verschillende looppatronen met de bijhorende paslengte van elk diersoort beschreven staat.

Op het veldformulier is tevens de toestand van het sporenbed aangegeven. Het sporenbed is onderhevig aan verschillende weersomstandigeheden (bijvoorbeeld neerslag en wind) en wordt daarom zelf ook beoordeeld op de toestand in welke het verkeert. Hierbij is onderscheidt gemaakt tussen *uitstekend, goed, matig, slecht en onleesbaar*. Daarnaast is genoteerd welk formaat dieren bij de betreffende toestand in potentie duidelijk zichtbaar zijn op het sporenbed (*grote, middelgrote of kleine zoogdieren*).

Hoewel de ecoducten niet zijn opengesteld voor recreanten, zijn er gedurende de onderzoeksperiode af en toe sporen van mensen op het sporenbed gevonden. Deze gegevens zijn genoteerd en daarnaast ook op welke manier de mens het sporenbed betrad; als wandelaar/hardloper/langlaufer of op de fiets, motor of quad. Regelmatig waren de mensen in het gezelschap van een hond en dit wordt ook genoteerd. Aangezien de mensen vaak niet door hebben dat ze zich op een sporenbed bevinden, vertrappen ze (onbedoeld) sporen en dit heeft vaak een (negatieve) invloed op de leesbaarheid van het sporenbed.

Na elke controle worden de oude sporen op het sporenbed weg geharkt en wordt het sporenbed zo glad mogelijk gemaakt, waarbij onder andere grote stenen en andere objecten worden verwijderd.

5.2 Monitoring van zoogdieren in de omgeving

Om het gebruik van de ecoducten beter te begrijpen is het belangrijk om een idee te krijgen welke diersoorten in de omgeving aanwezig zijn en in welke mate. Wordt het ecoduct niet door een bepaald diersoort gebruikt, dan wil dit nog niet zeggen dat het ecoduct slecht functioneert voor het desbetreffende dier. Een laag aantal passages over het ecoduct van deze diersoort kan een gevolg zijn van de (lage) populatiedichtheid van dit soort in de omgeving (van der Grift *et al.*, 2009a).

Om de verhouding tussen de omgeving en de ecoducten beter in beeld te brengen, worden de zoogdieren ook in de natuurgebieden aangrenzend aan de ecoducten gemonitord; in de zogeheten referentieplots. De gegevens uit de omgeving zijn, net als de gegevens van het sporenbed, verzameld in de periode van 1 september 2009 tot en met 22 maart 2010.

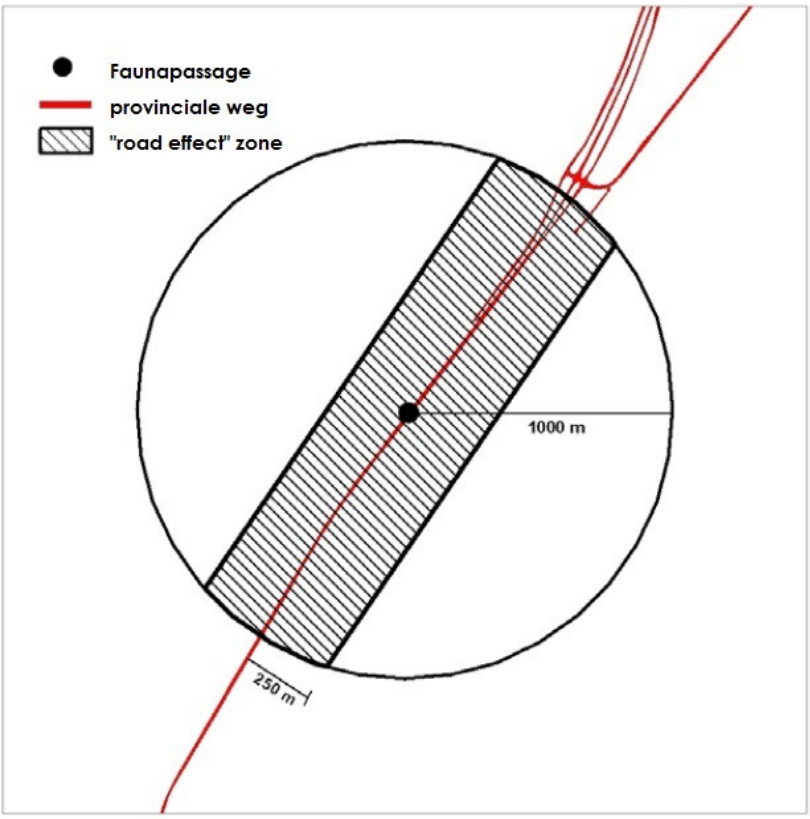
De aanwezigheid en relatieve dichtheden van zoogdieren in de omgeving van de ecoducten zijn onderzocht met behulp van infrarood fotocamera's met een beweging- en warmtesensor van het merk Reconyx RapidFire™ (figuur 5.1). Wanneer dieren passeren wordt er een fotoreeks van tien foto's gemaakt met een interval van één seconde. Op deze manier kan er een goede impressie verkregen worden van het soort dier, het geslacht, de richting waar het naartoe beweegt, het gedrag en het looppatroon. Deze gegevens zijn bij het uitlezen van de foto's genoteerd.

In het begin van het onderzoek naar het gebruik van de ecoducten (september 2009 tot en met december 2010 (Veldhoen, 2010)) was er per ecoduct één camera beschikbaar om dieren in de omgeving te registreren. Deze camera's waren gepositioneerd in Den Treek en in de Leusderheide. Sinds januari 2010 is er per ecoduct één infrarood camera bijgekomen en vanaf die tijd worden er twee camera's op de Leusderheide, één in Den Treek en één in Oude Kamp gebruikt (zie figuur 3.2 voor de ligging van deze gebieden ten opzichte van de ecoducten).

Figuur 5.1. Een van de infrarood camera's die gebruikt zijn in de omgeving (E. Veldhoen).

Met de komst van de nieuwe camera's is er begonnen met een nieuwe methode voor het bepalen van de locatie van de camera's. Om te bepalen waar de infrarood camera's moeten worden geplaatst, moeten referentieplots worden bepaald. De ligging van de referentieplots is zorgvuldig gekozen (Van der Grift 2010). Het referentieplot is binnen een straal van 1 kilometer van het ecoduct gesitueerd, gebaseerd op de veronderstelling dat nabij gelegen dierenpopulaties in potentie het meeste gebruik zullen en kunnen maken van het ecoduct. Daarnaast is aangenomen dat de habitattypes verder gelegen van het ecoduct meer verschillen dan die in de nabije omgeving. Verder worden de dieren binnen dit cirkelvormige zoekgebied

niet geregistreerd in de *road effect zone* (zie figuur 5.2). Deze zone omvat het gebied dat direct aansluit op de barrière (bijvoorbeeld een drukke infrastructuur) en wordt uitgesloten vanwege de mogelijke verstorende werking van deze barrière op dieren. De breedte van de *road effect zone* wordt bepaald door het formaat en het effect die de barrière heeft op de dieren die gebruik maken van de desbetreffende faunapassage. Gaat het om kleine zoogdieren dan is de *road effect zone* vastgelegd op 100 meter. Voor middelgrote en grote zoogdieren, zoals het geval bij de ecoducten Leusderheide en Treeker Wissel, is de *road effect zone* vastgelegd op 250 meter vanaf de barrière.



Figuur 5.2 Zoekgebied met het ecoduct als het centrum en de road effect zone parallel aan de weg (gestreepte zone) (Grift van der, 2010).

Binnen de zoekgebieden zijn iedere week locaties bepaald voor de plaatsing van de fotocamera's. Deze locaties en oriëntaties worden *ad random* gekozen, zodat er een objectieve steekproef verkregen wordt van de aanwezige dieren in de omgeving. Wanneer de locatie voor de camera op bebouwing of op paden terecht komt, wordt deze locatie verworpen en wordt er een nieuwe locatie berekend (Zie bijlage 3 voor de verschillende locaties van de camera's tijdens de onderzoeksperiode).

De camera's worden op een hoogte van ongeveer 40 centimeter aan een boom bevestigd. Deze hoogte wordt gekozen om ook de middelgrote zoogdieren als het konijn op de foto vast te leggen. Het bereik van de camera is ongeveer 12 á 15 meter.

6. Gegevensverwerking

6.1 Schatting van het aantal 'passages' en 'bezoeken' op de ecoducten

De sporen die gevonden worden op de sporenbedden worden gecategoriseerd in twee groepen; 'passages' en 'bezoeken'. Niet alle sporen die gevonden worden op de sporenbedden geven overstekende zoogdieren aan. Wanneer het dier het zandbed aan dezelfde kant verlaat als waar hij er op gekomen is, spreekt men van een bezoek. Verlaat het dier het sporenbed aan de andere kant van het sporenbed, dan wordt er van een passage gesproken.

Bij beide ecoducten is er onderscheid gemaakt in vier looprichtingen, namelijk: West – Oost (WO), West – West (WW), Oost – West (OW) en Oost – Oost (OO). Wanneer een dier het sporenbed heeft overgestoken is er van uit gegaan dat dit dier het hele ecoduct is overgestoken.

Het totale aantal passages (N_p) en bezoeken (N_b) van een diersoort over de ecoducten Leusderheide en Treeker Wissel zijn per opname geschat op grond van de geïnventariseerde loopsporen over het sporenbed. Van de mens zijn eveneens loopsporen geïnventariseerd. Verschillende vormen van betreding kwamen voor: hardlopers, wandelaars, motor- en quadrijders. Al deze sporen worden onder de noemer "mens" gecategoriseerd. Voornamelijk bij voortuigen is de richting van het spoor onbekend. Echter in het geval van de mens uitgegaan van passages. Zie voor een overzicht van de beslisregels tabel 6.1.

Tabel 6.1 Beslisregels passages en bezoeken.

Looprichting	Bezoek of Passage
Onbekend	Bezoek, indien diersoort
Onbekend	Passage, indien voertuig
West-Oost (WO)	Passage
Oost-West (OW)	Passage
Oost-Oost (OO)	Bezoek
West-West (WW)	Bezoek

Tijdens een opname wordt tevens genoteerd van welke zoogdierengroep de sporen goed leesbaar zijn. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen "grote zoogdieren" (G) en "middelgrote zoogdieren" (M). Welke soorten tot welke categorie behoren staat in tabel 6.2 in een overzicht weergegeven (volgens Van der Grift *et al.,* 2009a).

Tabel 6.2. 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
G	Alleen pootafdrukken leesbaar van grote zoogdieren	ree, das, vos, mol[1], hond, mens
M	Pootafdrukken leesbaar van grote en middelgrote zoogdieren	idem G en: haas, konijn, boommarter, steen-marter, bunzing, herme-lijn, egel, eekhoorn, kat

1 Indien geregistreerd als 'mollengang'.

6.2 Schatting van de opnametijd van de sporenbedden

De loopsporen die gevonden zijn op de sporenbedden worden sterk beïnvloed door de toestand van het sporenbed. Daarom is het van belang om een tijdindicatie (in uren) te geven voor de periode waarbinnen het sporenbed functioneel is geweest. Deze opnametijd (O_{bed}) valt binnen de periode dat er voor het laatst geharkt is tot het moment dat de sporen weer worden afgelezen. Aangezien de toestand (T) van het sporenbed sterk kan verschillen, zijn er regels opgesteld voor de opnametijd om deze te corrigeren (OC_{bed}). Deze correctie is gebaseerd op de toegewezen staat van het sporenbed tijdens een opname i.e. *onleesbaar (o). slecht (s), matig (m), goed (g) en uitstekend (u).* Onderstaande regels zijn gehanteerd tijdens de berekening van de gecorriceerde opnametijd (in uren).

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

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

Wanneer de opnametijd van een sporenbed langer dan 72 uur is, wordt er van uitgegaan dat de sporen niet juist meer kunnen worden afgelezen en kan dit aangemerkt worden als onbetrouwbaar. Dit is echter nooit voorgekomen, aangezien de staat van het sporenbed nooit beter dan *goed* (maximaal OC_{bed} = 48) is geschat. De opnametijden zijn afgerond op een halfuur nauwkeurig.

De gecorrigeerde opnametijden voor de ecoducten Leusderheide en Treeker Wissel staan in tabel 6.3 weergegeven.

Tabel 6.3. De opnametijd van de sporenbedden Leusderheide en Treeker Wissel per zoogdiergroep.

Ecoduct	Opnametijd grote zoogdieren (in uren)	Opnametijd middelgrote zoogdieren (in uren)
Leusderheide	1552	1156,5
Treeker Wissel	1616,5	1259,5

Duidelijk is uit het overzicht op te maken dat de opnametijd van de zoogdiergroep 'grote zoogdieren' hoger ligt dan die van de 'middelgrote zoogdieren'. De oorzaak hiervan ligt in de mate van leesbaarheid van de middelgrote-zoogdierengroep op sporenbedden met een slechte toestand. Deze is dan aanzienlijk lager dan die van de grote-zoogdierengroep.

In tabel 6.4 en 6.5 zijn de opnametijden per maand per ecoduct weergegeven. Tevens zijn de dagen waarin het sporenbed operationeel is geweest aangegeven. Over het algemeen geldt dat de ecoducten elke werkdag van de maand gecontroleerd zijn met uitzondering van de maand december. Deze maand telt minder waarnemingen vanwege de feestdagen. Vooral in de maand december en februari was het sporenbed van het ecoduct Treeker Wissel vaak onleesbaar door de slechte weersomstandigheden. Dit gold veel minder voor het sporenbed van Leusderheide. De waarschijnlijke oorzaak hiervan is dat het sporenbed van Treeker Wissel een stuk minder dik is dan die van Leusderheide en met slechte weersomstandigheden waren de sporen slecht tot niet zichtbaar op het sporenbed van Treeker Wissel. Voor het ecoduct Treeker Wissel geldt dat er in september weinig opnamedagen waren omdat pas eind september begonnen is met de waarnemingen op de sporenbedden. Voor de sporenbedden van Leusderheide en Treeker Wissel geldt respectievelijk dat ze 14 en 26 dagen onleesbaar waren.

Tabel 6.4. De opnametijd voor ecoduct Leusderheide, het totale aantal opnamedagen per maand en de opnamedagen per maand waarin de toestand van het sporenbed leesbaar was (slecht, matig, goed of uitstekend).

	Opnametijd Grote zoogdieren	Opnametijd Middelgrote zoogdieren	Aantal leesbare opnamen per maand	Totaal aantal opnamen per maand
Oktober	421,5	349,5	19	19
November	263	83	19	21
December	143,5	72	11	13
Januari	342	342	18	20
Februari	144	132	11	19
Maart	238	178	16	16
Totaal	**1552**	**1156,5**	**94**	**108**

Tabel 6.5. De opnametijd voor ecoduct Treeker Wissel, het totale aantal opnamedagen per maand en de opnamedagen per maand waarin de toestand van het sporenbed leesbaar was (slecht, matig, goed of uitstekend).

Maand	Opnametijd Grote zoogdieren	Opnametijd Middelgrote zoogdieren	Aantal leesbare opnamen per maand	Totaal aantal opnamen per maand
September	213	213	8	8
Oktober	392	263	21	21
November	286	142	18	21
December	36	12	3	12
Januari	331,5	331,5	18	20
Februari	120	72	10	19
Maart	238	226	13	16
Totaal	**1616,5**	**1259,5**	**91**	**117**

6.3 Frequentie van passage en bezoek op ecoduct

Om een idee te krijgen van de passages en bezoeken over de ecoducten gezien over een jaar, maand, week of zelfs dag kunnen de geïnventariseerde sporen hiernaar omgerekend worden.

De frequentie van passages ($F_{popname}$) is berekend op basis van alle passages van een diersoort ($N_{popname}$) gedurende die gecorrigeerde opnametijd (OC_{opname}), middels:

$F_{popname} = (N_{popname} / OC_{opname}) * 24$ (dag-1)

De frequentie van bezoeken ($F_{bopname}$) is berekend op basis van alle bezoeken van een diersoort ($N_{bopname}$) gedurende de gecorrigeerde opnametijd (OC_{opname}), middels:

$F_{bopname} = (N_{bopname} / OC_{opname}) * 24$ (dag-1)

Deze uitkomsten kunnen vervolgens worden omgerekend naar een jaargemiddelde volgens:

$F_{popname} = (N_{popname} / OC_{opname}) * 24$ (dag-1) $* 365$

$F_{bopname} = (N_{bopname} / OC_{opname}) * 24$ (dag-1) $* 365$

En een maandgemiddelde:

$F_{popname} = (N_{popname} / OC_{opname}) * 24$ (dag-1) $* 30{,}42$
$F_{bopname} = (N_{bopname} / OC_{opname}) * 24$ (dag-1)$* 30, 42$

6.4 Trefkans van soorten op de ecoducten

Hoeveel dagen een soort gemiddeld per jaar kan worden aangetroffen op de ecoducten is berekend met de volgende formule:

Trefkans (in dagen/jaar) = [(aantal opnamen met soort * gemiddelde duur van een opname) *(totaal aantal uren in jaar / totale duur alle opnamen)] /24

De trefkans van een soort is een robuustere maat voor het gebruik van de ecoducten dan 'het aantal passages' van een soort. De reden hiervoor is dat bij de berekening voor de trefkans geen gebruik wordt gemaakt van interpretaties of beslisregels. Deze berekening is dan ook veel minder gevoelig voor waarnemingsfouten in het veld. Er kan meestal wel met zekerheid gezegd worden welke soorten er gezien zijn die dag maar, voornamelijk wanneer er veel sporen door elkaar lopen, kunnen er bij het schatten van het *aantal* en de *looprichting* van een soort waarnemingsfouten optreden.

Het op deze manier berekenen van het gebruik van een ecoduct zorgt er ook voor dat verschillende ecoducten, waarbij dezelfde monitorrichtlijnen zijn toegepast, met elkaar vergeleken kunnen worden (Van der Grift, 2010).

6.5 Analyse looppatronen zoogdieren

De manier waarop dieren het ecoduct betreden is tevens meegenomen bij de notaties gedurende een opname. De verschillende categorien die zijn aangewezen zijn *sluipgang, stap, huppelgang, draf, galop en sprong-galop*. Voor beide ecoducten is per diersoort de proportionele verdeling van alle individuele loopsporen over deze zes categorieen berekend.

Aangenomen wordt dat het looppatroon van de dieren de gemoedstoestand van de dieren aangeeft. Zo wordt er verondersteld dat wanneer een dier in een stresstoestand verkeert, het looppatroon anders is dan in de gewone toestand, bijvoorbeeld galop in plaats van stap (Van der Grift *et al*., 2009a). De looppatronen van de diersoorten zijn vergeleken met die uit de omgeving. Dit is gedaan door de fotobeelden van de fotocamera's die *ad random* in de omgeving zijn opgehangen, eveneens te analyseren op looppatroon en deze vervolgens onderling met elkaar te vergelijken.

6.6 Analyse plaats van passeren zoogdieren

Tijdens het inventariseren van de sporen op de sporenbedden is tevens genoteerd over welke sector van het sporenbed het dier is gelopen. Voor beide ecoducten is per diersoort de proportionele verdeling van alle individuele loopsporen over de onderscheiden sectoren berekend.

6.7 Gevonden versus verwacht aantal loopsporen op de ecoducten

Om een idee te krijgen wat de verhouding is tussen het aantal passages over de ecoducten en die willekeurig in de omgeving, zijn het aantal loopsporen over de sporenbedden vergeleken met het aantal gepasseerde dieren die geregistreerd zijn door de infrarood camera's in de omgeving. Om deze twee goed te kunnen vergelijken zijn de passages voor de camera, net als de geïnventariseerde loopsporen op de sporenbedden, omgerekend naar een gemiddeld aantal per jaar. Daarnaast worden de passages voor de camera omgerekend naar de lengte van de sporenbedden.

De frequentie van passages (F_p) in de omgeving per jaar is berekend op basis van alle passages van een diersoort (N_p) voor de camera gedurende de opnametijd (O_{opname}), middels:

$(F_p) = ((N_{popname} / O)/12,5) * 24 (dag-1)) *365$

In de formule is de opnametijd (O) de totale tijd dat de camera's gehangen hebben in de omgeving van Leusderheide of die van Treeker Wissel gedurende de onderzoeksperiode van september 2009 tot en met maart 2010. In totaal is er gebruik gemaakt van vier camera's; twee camera's per ecoduct. Van die vier camera's hebben er twee camera's (één per ecoduct) in de periode van september 2009 tot en met maart 2010 op 21 locaties gehangen. Doorgaans hing de camera een week, maar in de vakantieperiode in december 2009 hebben de twee camera's drie weken op één locatie gehangen. Dit komt vervolgens neer op 23 weken. De twee camera's die er sinds januari 2010 zijn bijgekomen, hebben op acht locaties gehangen (acht weken). Bij het ophangen van de camera's wordt de tijd genoteerd en op die manier kunnen de precieze uren per week berekend worden. Dit resulteert voor Leusderheide en voor Treeker Wissel in een totale opnametijd (O) van respectievelijk 5207,5 uur en 5209 uur.

Voor het verwerken van de fotogegevens zijn de data van alle referentieplots meegenomen in de berekeningen. Door dit te doen ontstaat er een grotere steekproef en ontstaan er robuustere gemiddeldes. Zodoende kunnen hier, na vergelijk met de passages over de ecoducten, beter conclusies aan verbonden worden.

7. Het gebruik van de ecoducten door zoogdieren

7.1 Aantal soorten

Sinds september 2009 zijn er een aantal soorten waargenomen op de sporenbedden. In tabel 7.1 staat een overzicht van de middelgrote tot grote zoogdieren en het absolute aantal sporen die waargenomen zijn in de onderzoeksperiode. Alle andere soorten die waargenomen zijn op de ecoducten maar niet worden betrokken bij dit onderzoek zijn weergegeven in bijlage 4.

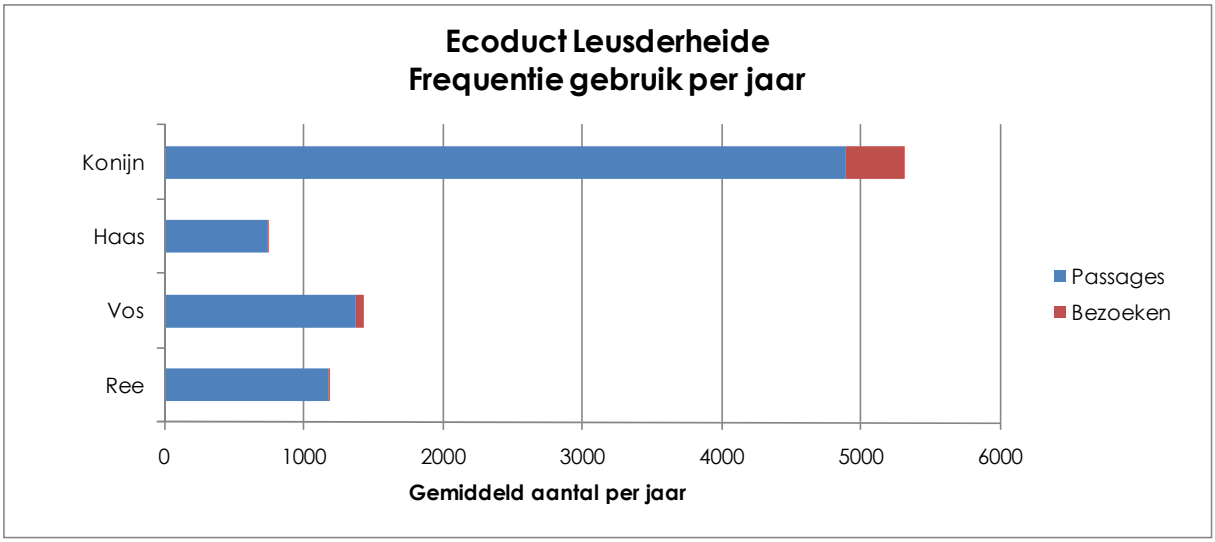
Tabel 7.1 De waargenomen soorten met het absolute aantal loopsporen geïnventariseerd op de sporenbedden gedurende de periode september 2009 – maart 2010.

Soort	Leusderheide	Treeker Wissel
konijn	702	283
haas	98	91
boommarter	5	Niet waargenomen
ree	209	100
vos	255	127
Totaal	**1269**	**601**

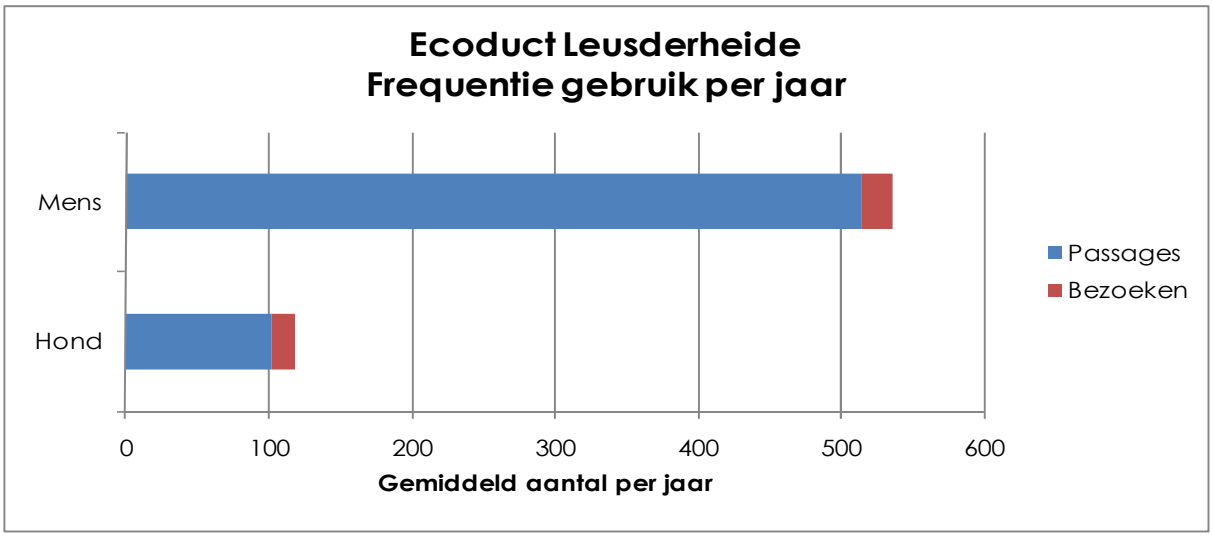
Het ree en de boommarter waren allebei als doelsoort gedefinieerd voor de beide ecoducten. Vooral het ree is vaak waargenomen op de ecoducten en lijkt zijn weg gevonden te hebben naar de ecoducten. Voor de boommarter is dit moeilijker te concluderen, omdat deze soort pas sinds maart 2010 (aan het einde van de veldwerkperiode) waargenomen is. Het is bijgevolg niet bekend of de boommarter zich vaker op het ecoduct zal begeven of dat de vijf waarnemingen incidenteel waren. De dag, maand en jaarberekeningen voor de boommarter zijn daarom niet heel robuust en dienen voorzichtig geïnterpreteerd worden. De soorten eekhoorn, egel, hermelijn/wezel en das zijn in de onderzoeksperiode helemaal niet waargenomen. In Hoofdstuk 9 Conclusie en discussie wordt hiervoor een verklaring gezocht.

7.2 Aantal passages en bezoeken per jaar

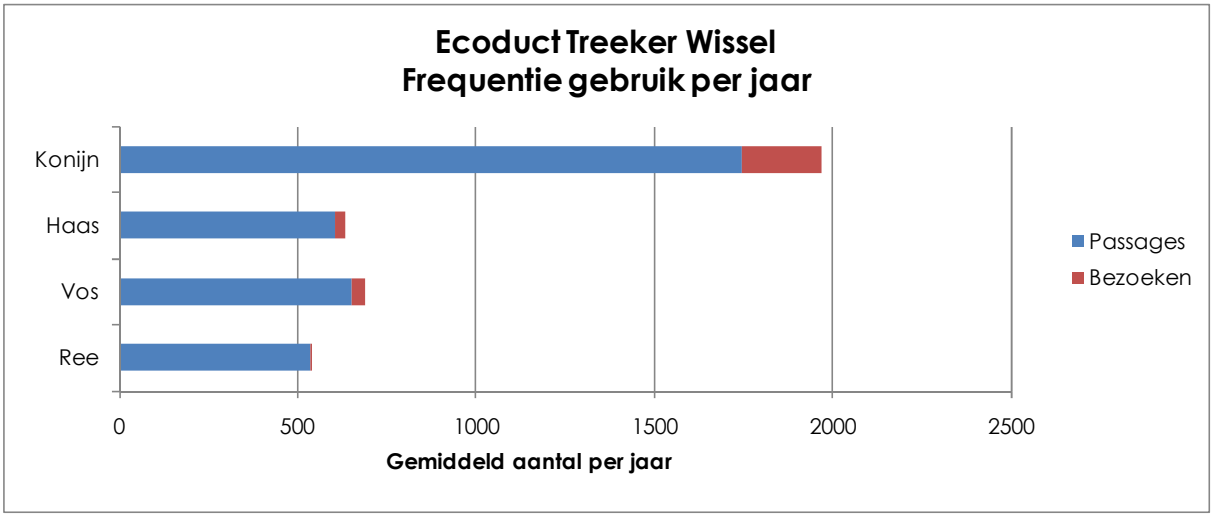
Hieronder is per ecoduct (figuur 7.1 en 7.3) aangegeven wat het geschatte aantal passages en bezoeken per jaar zal zijn van de soorten konijn (*Oryctolagus cuniculus*), haas (*Lepus europaeus)*, vos en ree. Ook de passages en bezoeken van de mens en hond zijn hiernaar omgerekend en in een grafiek weergegeven (figuur 7.2 en 7.4).



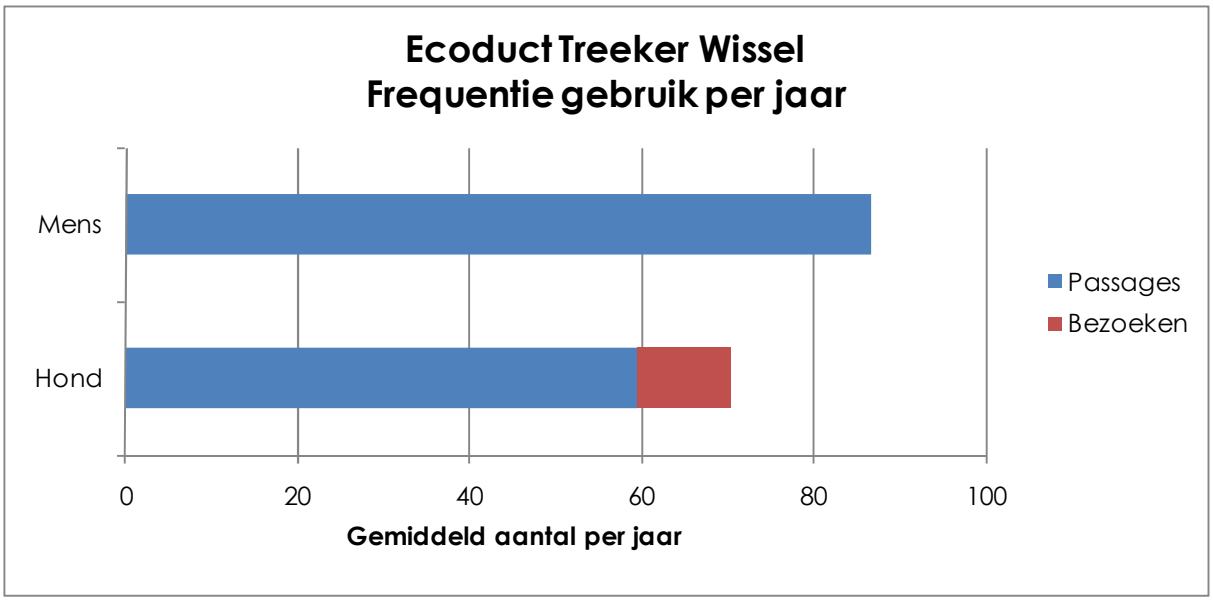
Figuur 7.1. Het gemiddeld aantal passages en bezoeken per jaar van konijn, haas, vos en ree op Ecoduct Leusderheide.



Figuur 7.2. Het gemiddeld aantal passages en bezoeken per jaar de mens en de hond op Ecoduct Leusderheide.



Figuur 7.3. Het gemiddeld aantal passages en bezoeken per jaar van konijn, haas, vos en ree op Ecoduct Treeker Wissel.



Figuur 7.4. Het gemiddeld aantal passages en bezoeken per jaar de mens en de hond op Ecoduct Treeker Wissel.

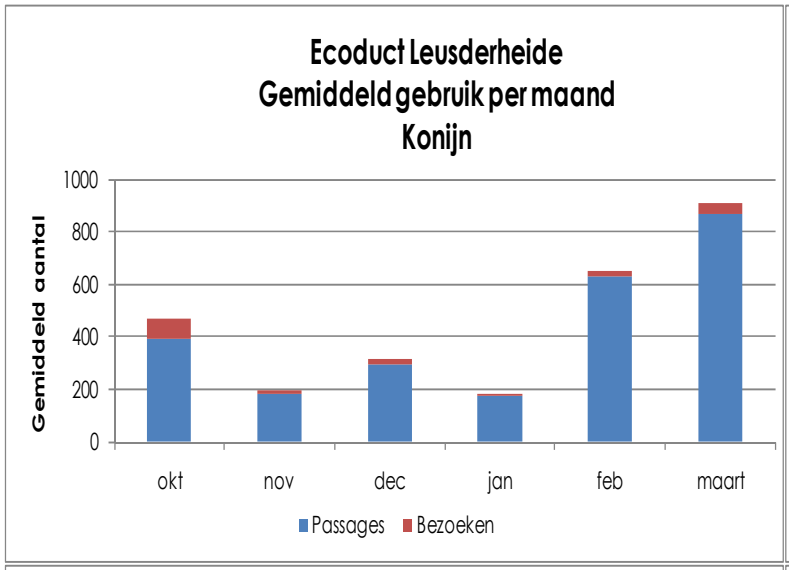
Er is tussen het ecoduct Leusderheide en het ecoduct Treeker Wissel een groot verschil te zien in de mate van gebruik door de soorten per jaar. Dit verschil is tevens goed terug te zien in het absolute aantal geregistreerde sporen van middelgrote- en grote zoogdieren op de ecoducten, namelijk 1269 geregistreerde sporen op het ecoduct Leusderheide tegenover 601 geregistreerde sporen op het ecoduct Treeker Wissel (tabel 7.1).

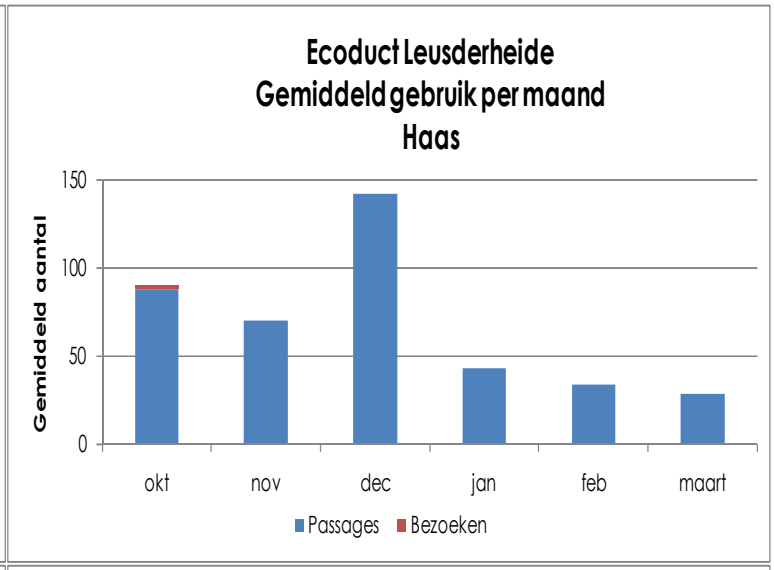
Om een eventueel verschil te constateren tussen de geschatte gebruiksfrequentie van de zoogdieren per jaar berekend op basis van een monitoringsperiode van twee á drie maanden (voorgaand onderzoek Veldhoen (2010); data van september 2009 tot en met begin december 2009) en een periode van zes maanden (de periode september 2009 tot en met maart 2010) is in bijlage 5 een vergelijking weergegeven.

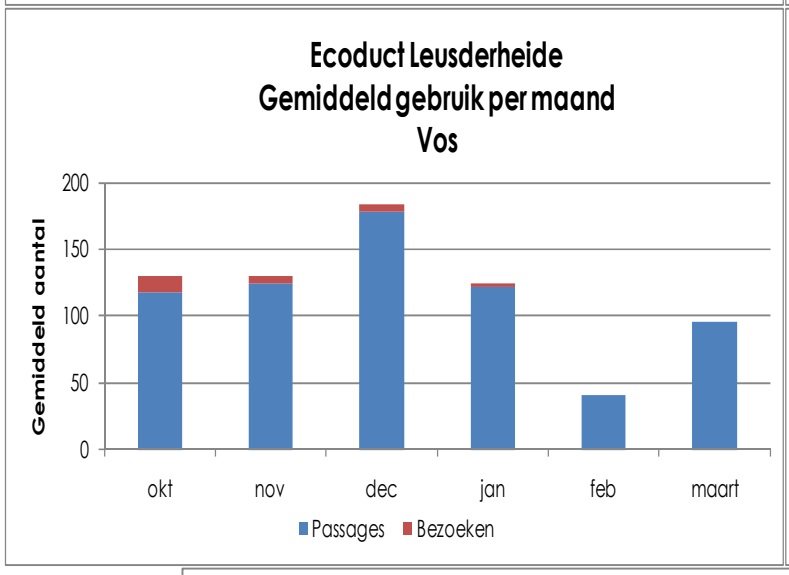
7.3 Frequentie passages en bezoeken per maand

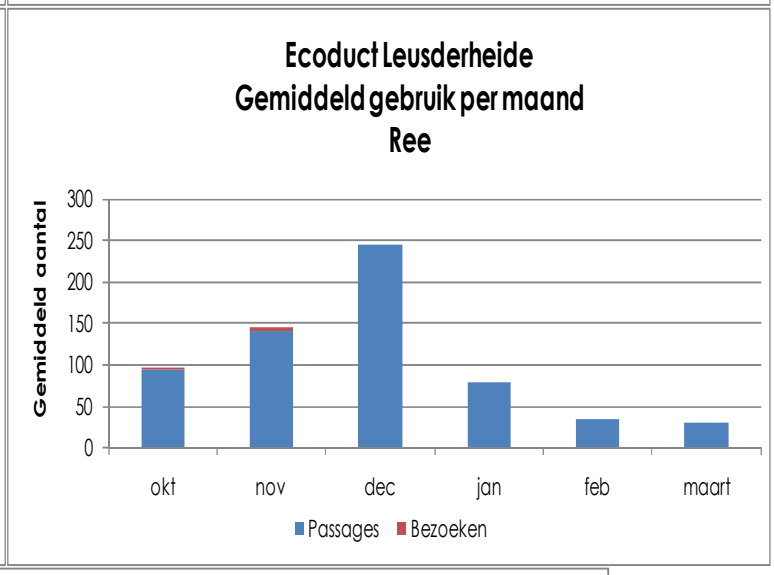
In figuur 7.5 en 7.7 zijn de gemiddelde passages en bezoeken van de soorten weergegeven per maand per ecoduct. Wanneer dit in beeld is gebracht kunnen er mogelijk patronen gevonden worden in hun maandelijks gebruik van de ecoducten.

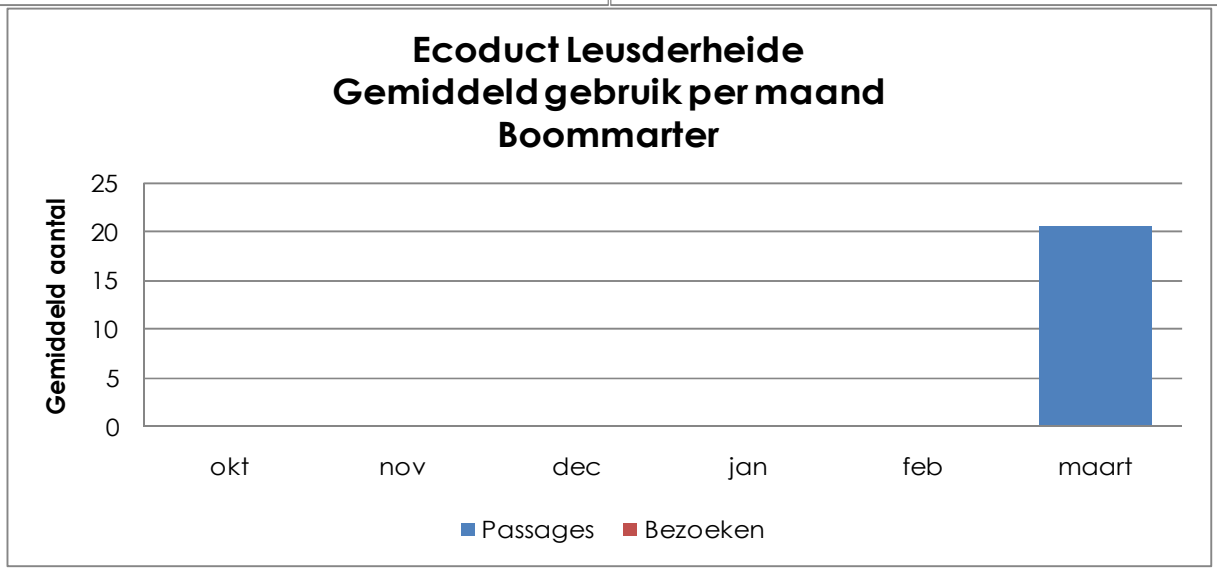
In figuur 7.5 zijn de gemiddelde passages en bezoeken van de soorten konijn, haas, vos, ree en boommarter weergegeven van het ecoduct Leusderheide. Duidelijk op te maken uit de grafiek van alle soorten samen, is dat alle soorten (behalve het konijn) verdeeld over de onderzoeksmaanden ongeveer een vast patroon hebben. Van oktober 2009 tot en met december lijken de passages per maand toe te nemen, maar vanaf januari 2010 tot en met maart daalt deze trend.



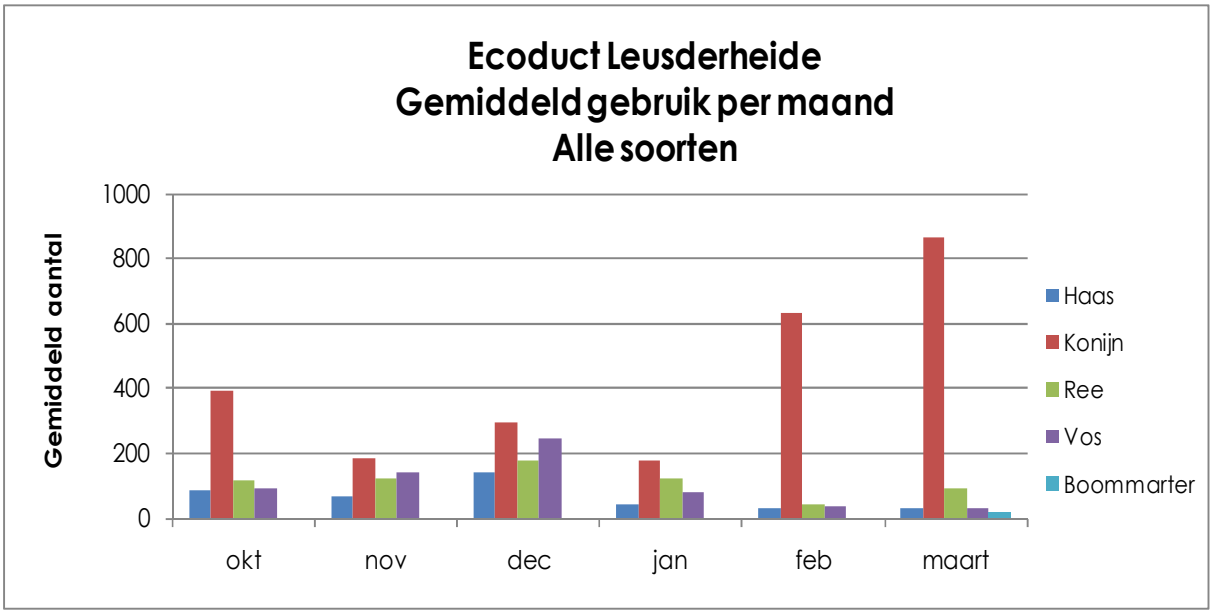






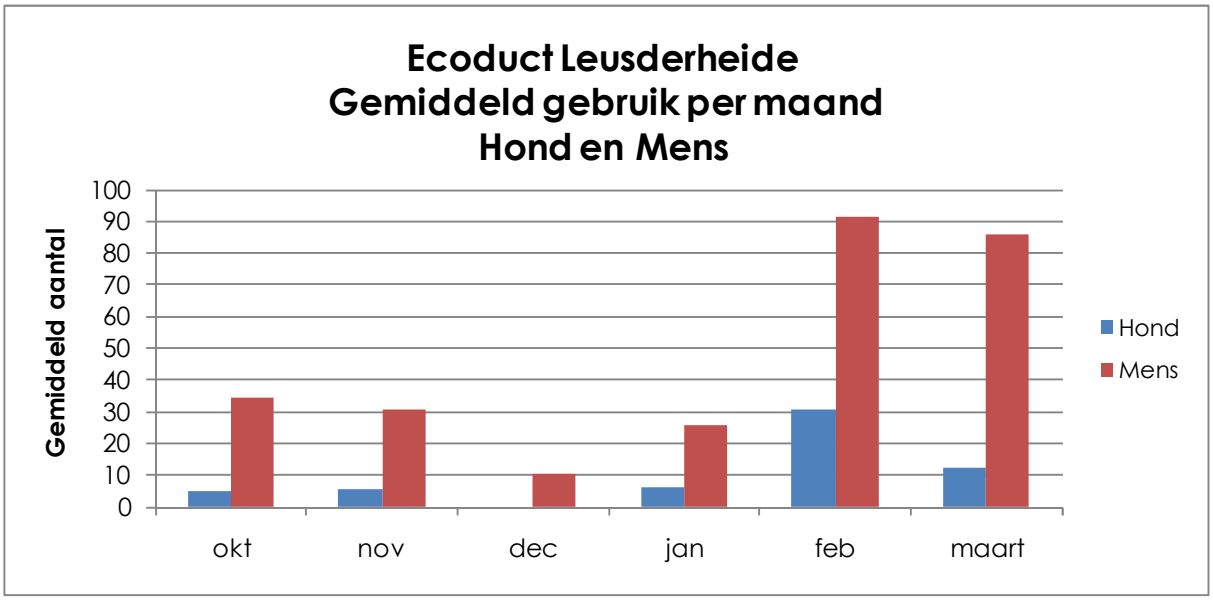


Figuur 7.5.1 Het gemiddeld aantal passages en bezoeken per maand van konijn, haas, vos en ree op het ecoduct Leusderheide (let op: schaal y-as verschilt per grafiek).



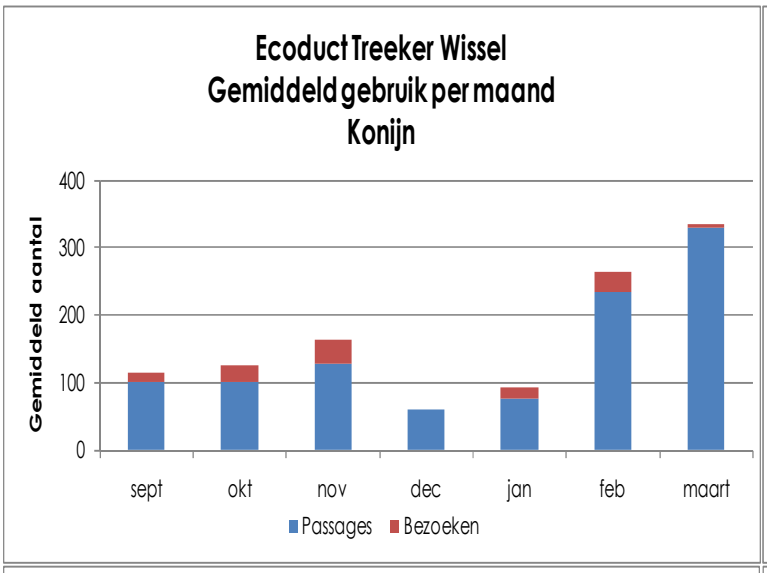
Figuur 7.5.2 Het gemiddeld aantal passages en bezoeken per maand van konijn, haas, vos, ree en boommarter op het ecoduct Leusderheide (let op: schaal y-as verschilt per grafiek).

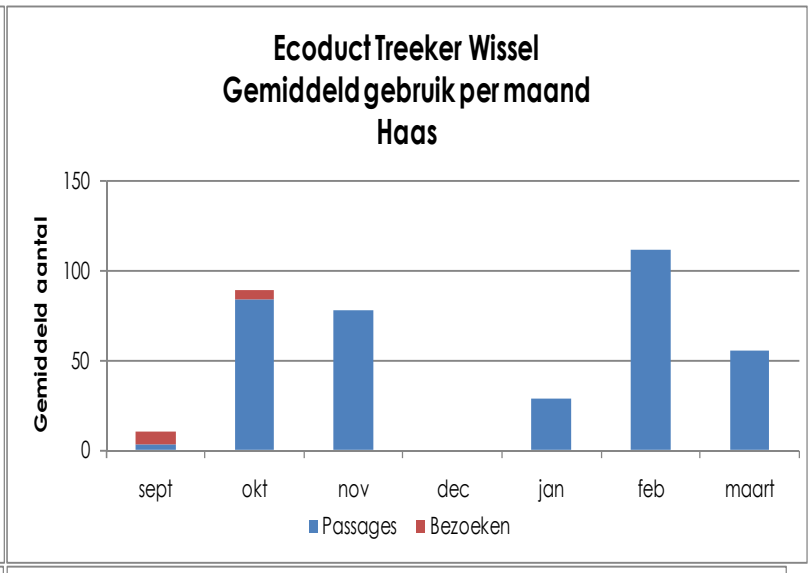
Een opvallend feit is wel dat er een enigszins tegengesteld patroon (behalve bij het konijn) te zien is in de passages van de Mens en de Hond. Zie figuur 7.6 voor de gemiddelde passages van de Mens en de Hond verdeeld over de maanden.

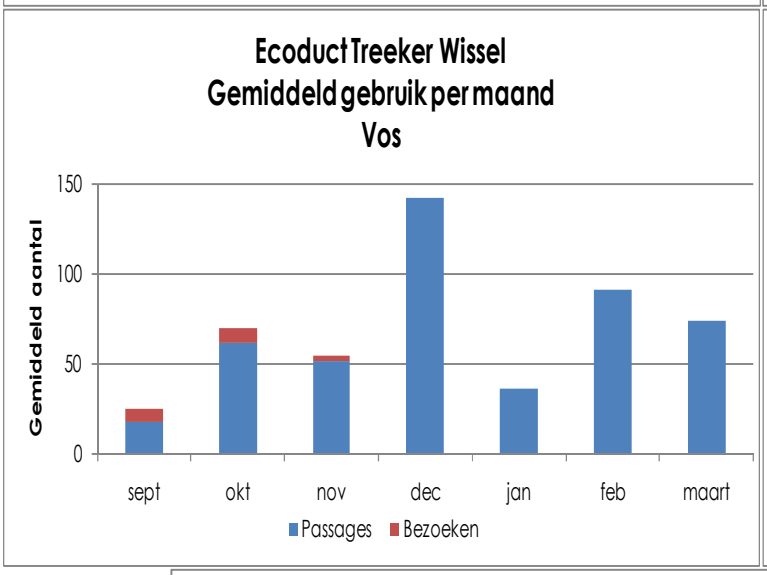


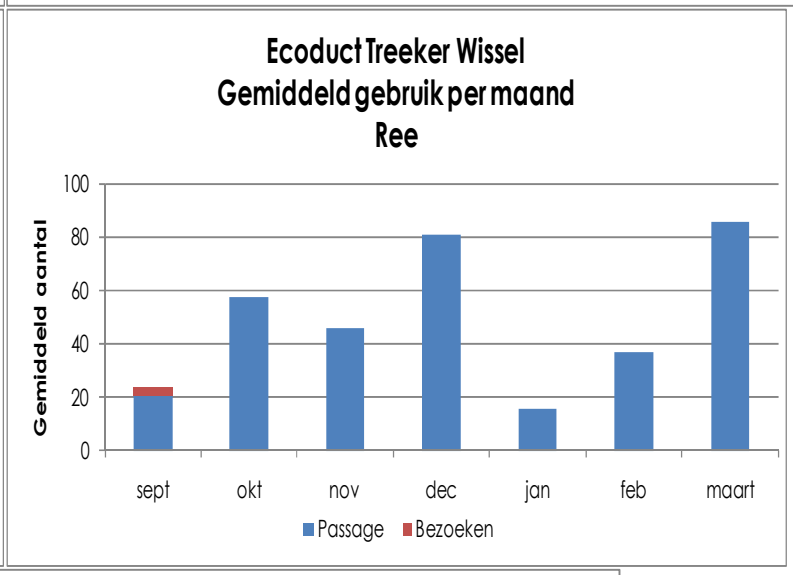
7.6 Het gemiddeld aantal passages en bezoeken per maand van Mens en Hond op het ecoduct Leusderheide.

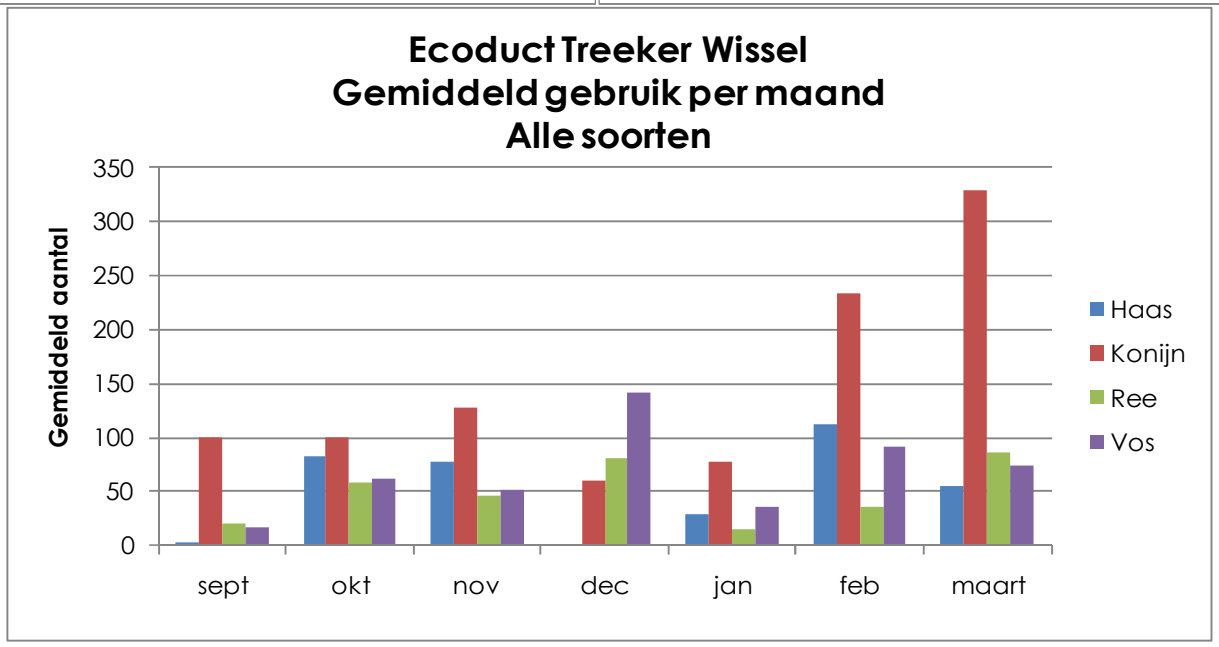
In de grafiek is te zien dat de passages van de mens en de hond afnemen tot en met december 2009. Echter vanaf die maand zijn er veel meer passages waargenomen dan voorheen.



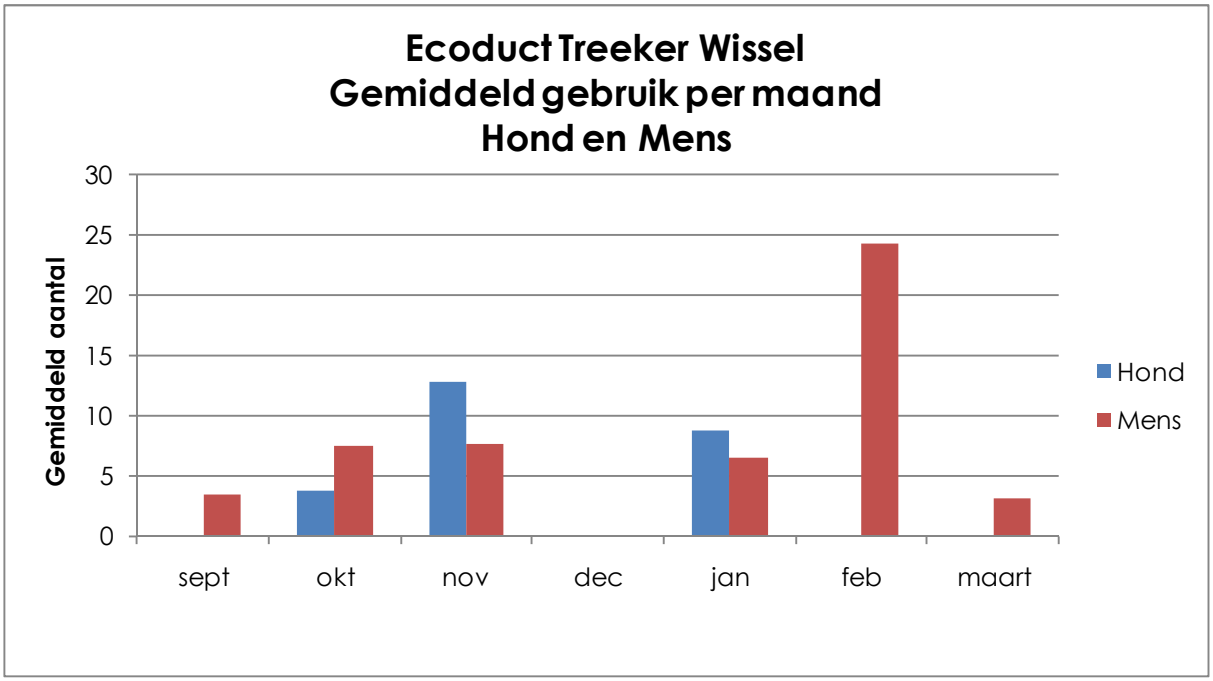








Figuur 7.7 Het gemiddeld aantal passages en bezoeken per maand van konijn, haas, vos en ree op het Ecoduct Treeker Wissel (let op: schaal y-as verschilt).

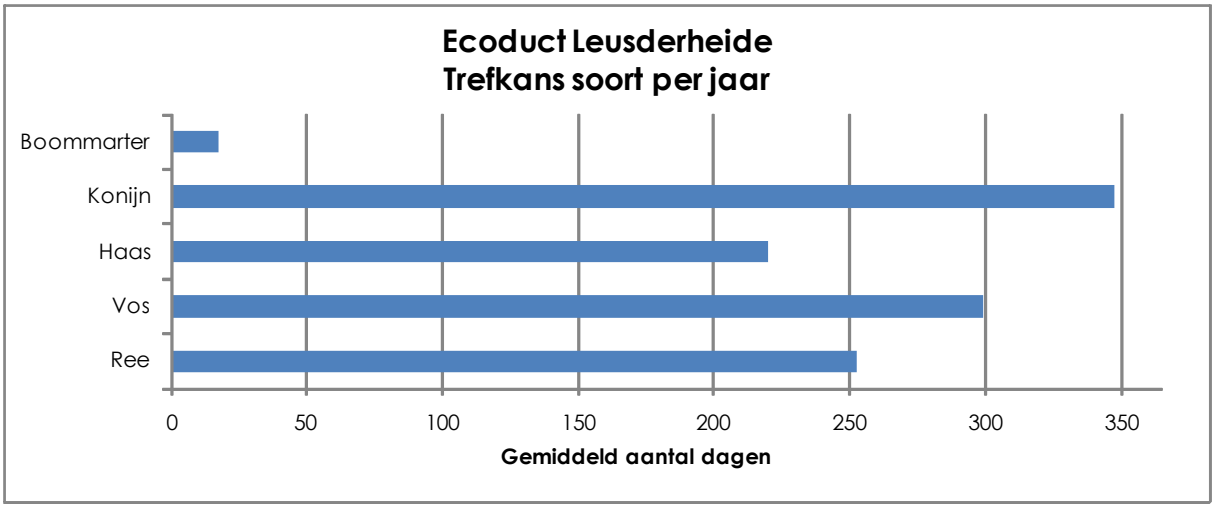


7.8 Het gemiddeld aantal passages en bezoeken per maand van Mens en Hond op het Ecoduct Treeker Wissel.

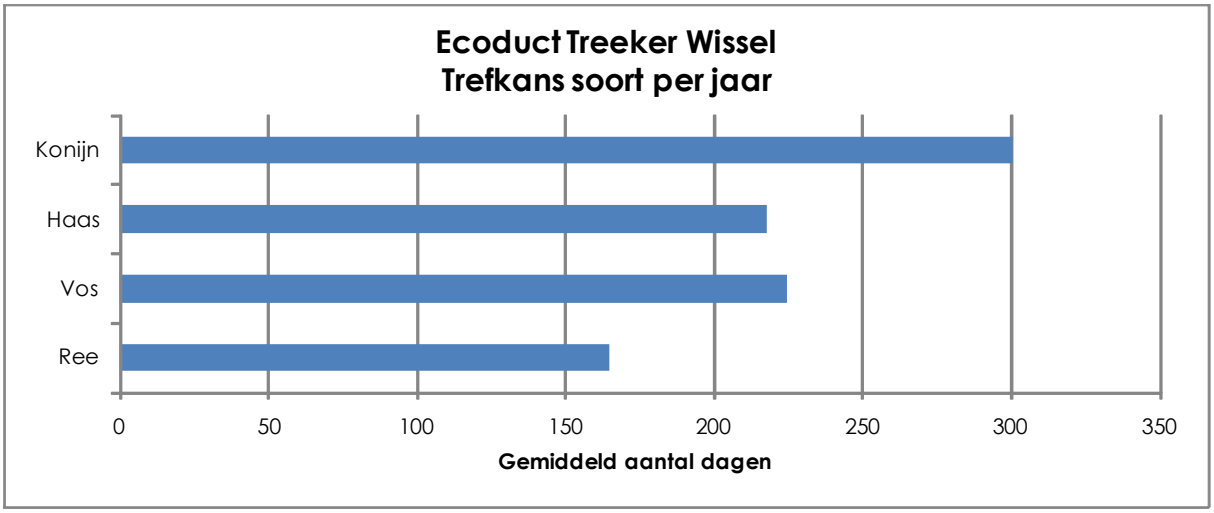
In grafiek 7.7 is het maandelijkse gebruik van het ecoduct Treeker Wissel door de soorten weergegeven. Er is geen duidelijk overeenkomend patroon van de soorten te zien wat betreft het maandelijkse gebruik van het Ecoduct Treeker Wissel. Echter voor alle soorten geldt wel dat er een daling te zien is in de maand januari, gevolgd door een toename in februari. In figuur 7.8 staat het gemiddelde gebruik van het ecoduct van de mens en de hond weergegeven.

7.4 Trefkans van soorten op de ecoducten

De trefkans van de zoogdieren gevonden op de ecoducten staan weergegeven in de grafieken 7.9 en 7.10. Voor het Ecoduct Leusderheide geldt dat het konijn 348 dagen van het jaar aangetroffen kan worden op het ecoduct. Voor het ree en de vos is dit respectievelijk 252 en 299 dagen van het jaar. De trefkans van de haas is iets lager: 220 dagen per jaar. De trefkans van de boommarter is op basis van vijf waarnemingen geschat op 17 dagen per jaar.



Figuur 7.9. Het gemiddeld aantal dagen per jaar dat de soort op Ecoduct Leusderheide kan worden aangetroffen.



Figuur 7.10. Het gemiddeld aantal dagen per jaar dat de soort op Ecoduct Treeker Wissel kan worden aangetroffen.

De trefkans van de soorten op het ecoduct Treeker Wissel is enigszins lager dan die op ecoduct Leusderheide (behalve de haas die ongeveer gelijk is). Hier is de trefkans van het konijn het hoogste, met 300 dagen per jaar. De andere soorten haas, vos en ree kunnen respectievelijk 218, 225 en 164 dagen per jaar worden aangetroffen op het ecoduct.

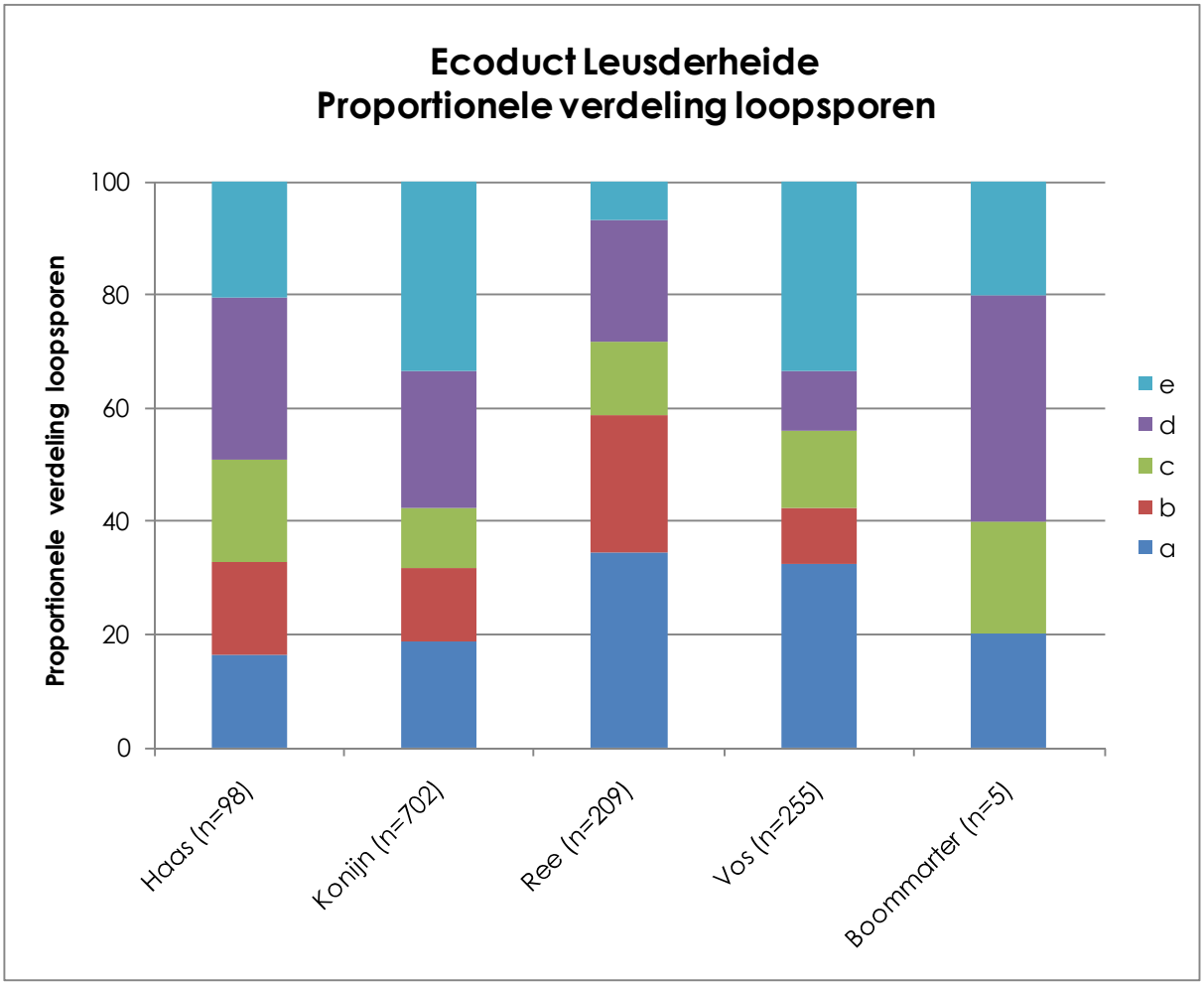
Voor beide ecoducten geldt dat de het konijn en de vos de meeste dagen per jaar aangetroffen kunnen worden op beide ecoducten.

7.5 Plaats van passeren soorten op de ecoducten

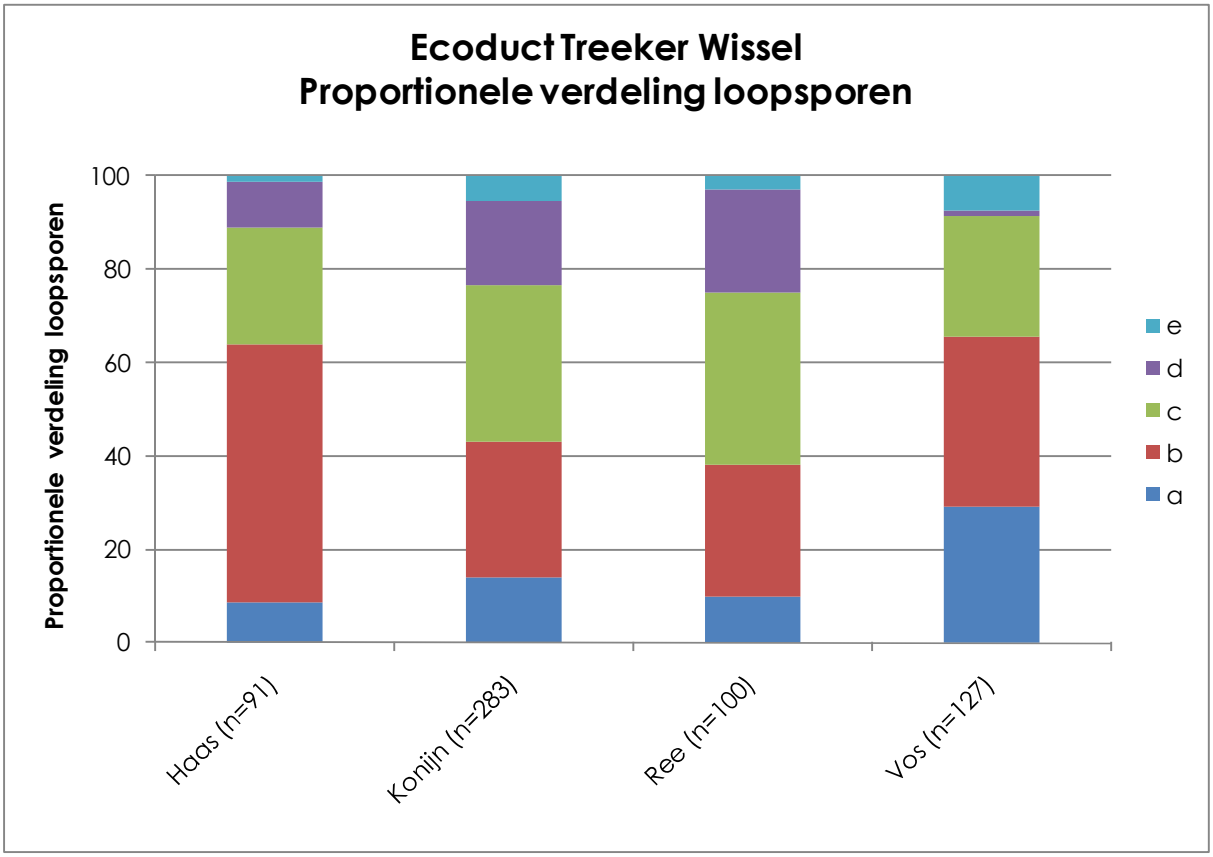
De loopsporen van de soorten die geïnventariseerd zijn op de ecoducten zijn ingedeeld in sectoren. In figuur 7.11 zijn per soort de loopsporen over het sporenbed van Ecoduct Leusderheide gecategoriseerd en per soort procentueel verdeeld.

Uit figuur 7.11 is op te maken dat van alle 1269 waargenomen loopsporen (konijn, haas, boommarter, vos en ree) het merendeel in de sectoren *a, d* en *e* lagen.

Tussen de verdeling over de sectoren b, c en d zit niet veel onderscheid. Een opmerkelijk verschil tussen de soorten is te zien bij sector *e*.



Figuur 7.11. De proportionele verdeling van de op Ecoduct Leusderheide geregistreerde loopsporen per soort (alle looprichtingen) over de op de sporenbedden onderscheiden sectoren. Tussen haakjes staat het aantal loopsporen die voor de betreffende soort zijn geregistreerd.



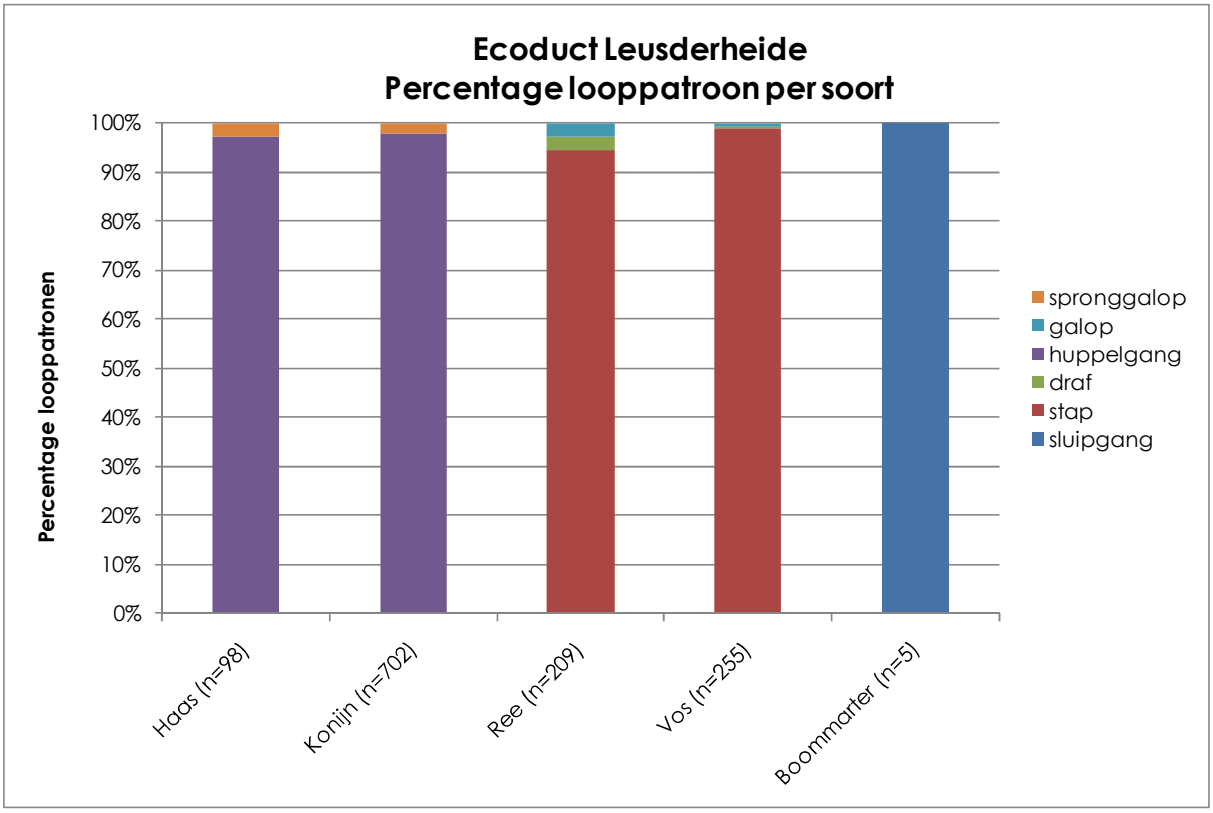
Figuur 7.12. Per soort de proportionele verdeling van de op Ecoduct Treeker Wissel geregistreerde loopsporen (alle looprichtingen) over de op de sporenbedden onderscheiden sectoren. Tussen haakjes staat het aantal loopsporen die voor de betreffende soort zijn geregistreerd.

In figuur 7.12 is te zien dat het sporenbed op het Ecoduct Treeker Wissel het meeste betreden is op de sectoren *b* en *c*. In tegenstelling tot het sporenbed op Leusderheide, maken de dieren op het sporenbed van Treeker Wissel het meeste gebruik van het centrale deel.

Het konijn en het ree vertonen een corresponderend patroon betreft het betreden van het sporenbed. Afwijkende patronen zijn die van de haas (die voornamelijk gebruik maakt van sector *b)* en die van de vos (die nauwelijks gebruik maakt van sector *d*). De redenen hiervoor kunnen niet afgeleid worden uit de indeling van het brugdek en zijn daarom onduidelijk.

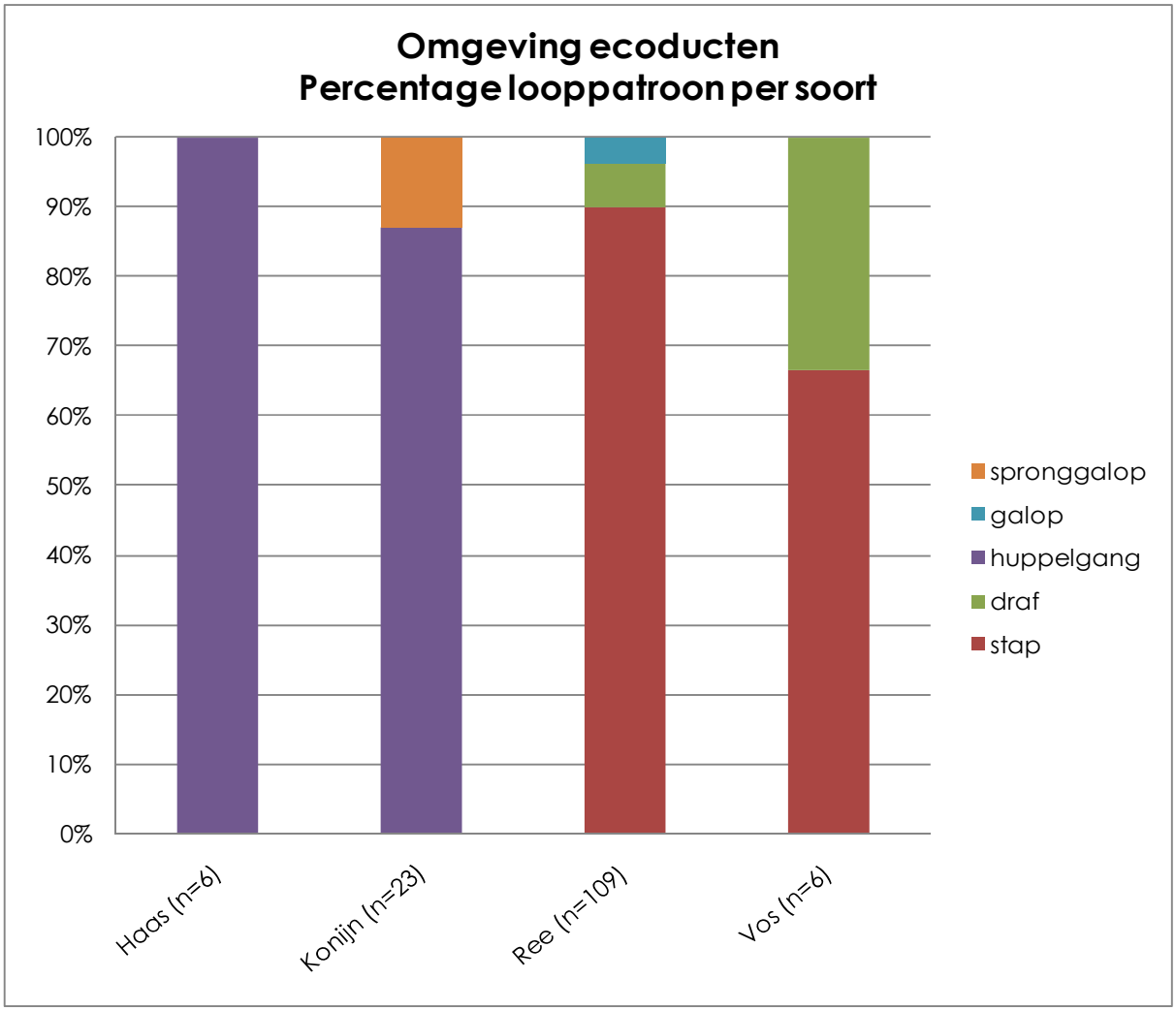
7.6 Looppatronen van de soorten over de ecoducten

De looppatronen van de soorten die op ecoduct Leusderheide zijn geregistreerd zijn weergegeven in figuur 7.13. Deze looppatronen betreffen zowel passages als bezoeken. De haas en het konijn betreden het brugdek voornamelijk in *huppelgang* (een vorm van stap) en incidenteel (respectievelijk 3% en 2%) in *spronggalop*. Het ree passeert voornamelijk in *stap* (94%) het ecoduct en sporadisch in *draf* of *galop* (beide 3%). Voor de vos is eveneens *stap* het meeste geregistreerd en *draf* en *galop* slechts 0,4% en 0,8% van de waarnemingen. De boommarter betreedt in 100% van de gevallen het ecoduct in sluipgang, dit is echter gebaseerd op slechts vijf waarnemingen waardoor deze schatting minder robuust is.



Figuur 7.13. Procentuele verdeling van het totaal aantal loopsporen (alle richtingen) per soort op ecoduct Leusderheide over de onderscheiden looppatronen.

De looppatronen van de dieren geregistreerd in de referentieplots zijn in figuur 7.14 weergegeven. Ook willekeurig in de omgeving van het ecoduct Leusderheide beweegt het ree zich voornamelijk in stap voort. Dit geldt ook voor de haas en het konijn die voornamelijk in huppelgang zijn geregistreerd. De vos vertoont een iets afwijkend patroon aangezien dit soort tweederde van de keren in de omgeving in draf geregistreerd. Door de twee grafieken met elkaar te vergelijken, blijkt dus dat de looppatronen van de dieren op het ecoduct weinig verschillen van die in de omgeving. Aangezien er in de omgeving echter weinig hazen en vossen waargenomen zijn worden uitspraken voor deze soorten minder robuust.

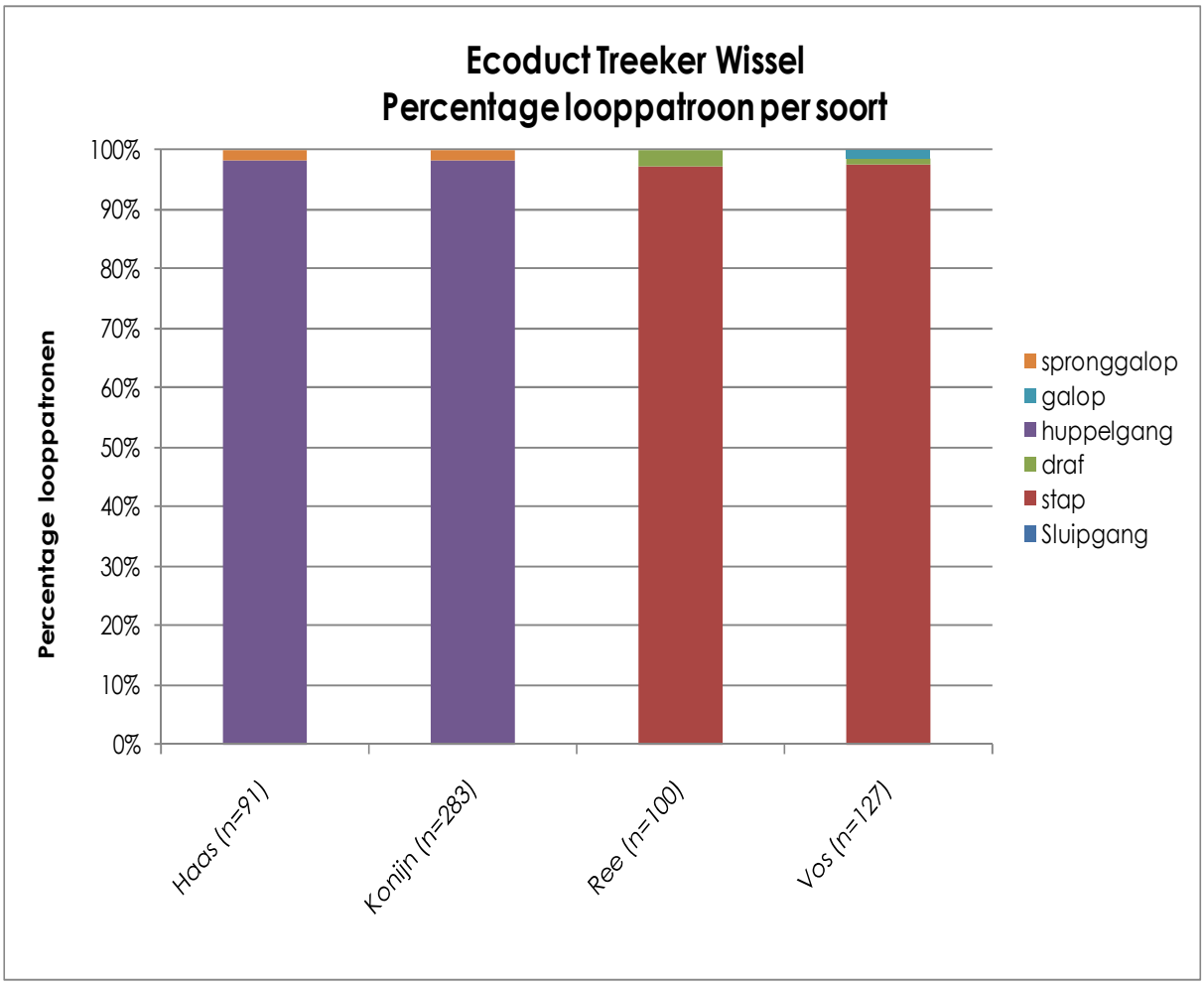


Figuur 7.14. Procentuele verdeling over de onderscheiden looppatronen per soort in de referentieplots.

De looppatronen van ecoduct Treeker Wissel vertonen een vergelijkbaar beeld met die van het ecoduct Leusderheide (figuur 7.15). Voor de haas en het konijn is in 98% van de waarnemingen *huppelgang* geregistreerd en 2% *spronggalop*. Het ree passeerde voornamelijk in *stap* het ecoduct (97%) en slechts in 3% van de registraties in *draf*. *Stap* is voor de vos ook het meeste waargenomen (97%) en in veel mindere mate *draf* en *galop* (respectievelijk 1% en 2%).

Voor de soorten haas, konijn en ree komen de looppatronen overeen met die van de referentieplots. Echter voor de vos is er een duidelijk verschil te zien. Maar er zijn slechts zes waarnemingen van de vos in de omgeving geregistreerd, waardoor geen goede vergelijking met de looppatronen op het ecoduct (n= 126) te maken is.

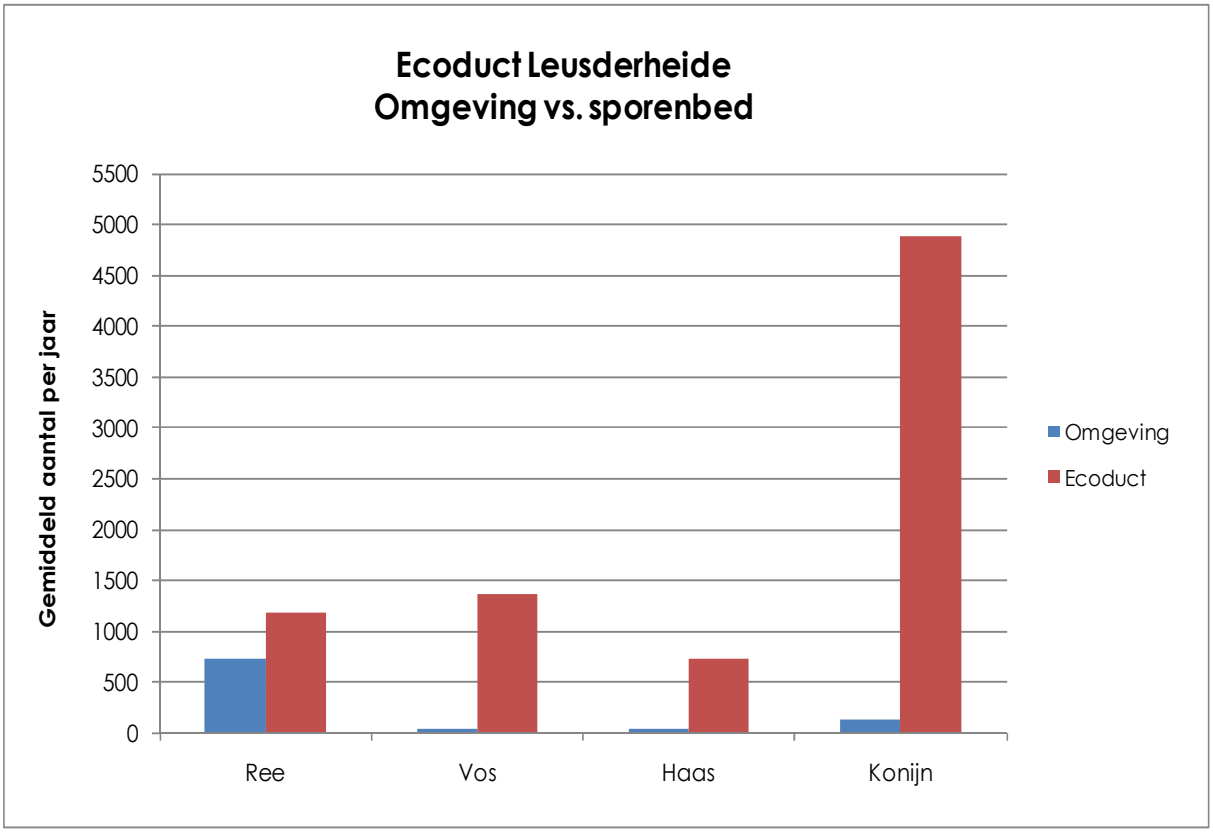
Als aangenomen wordt dat het looppatroon iets zegt over de gemoedstoestand van de dieren, dan kan er voorzichtig geconcludeerd worden dat de dieren die de ecoducten oversteken weinig tot geen stress ervaren (Van der Grift *et al.*, 2009a).

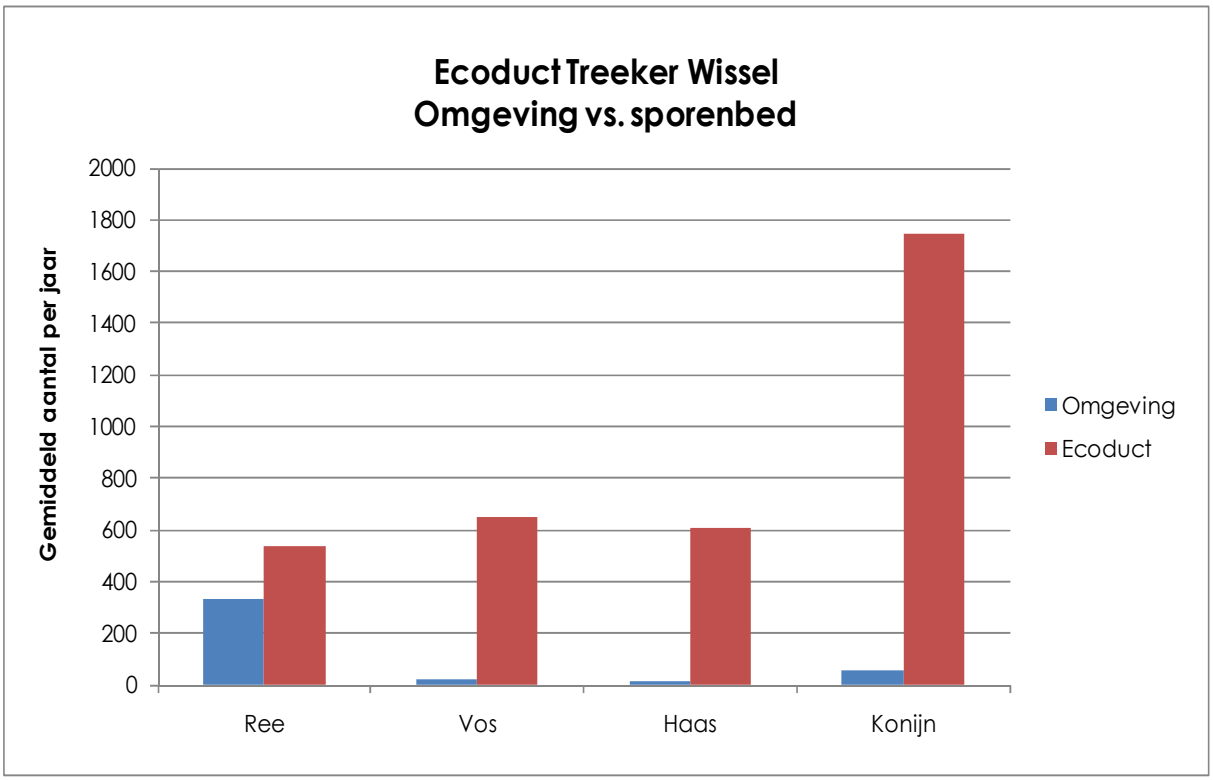


Figuur 7.15. Procentuele verdeling van het totaal aantal loopsporen (alle richtingen) per soort op ecoduct Treeker Wissel over de onderscheiden looppatronen.

7.7 Waarneming van soorten op de ecoducten versus in de omgeving

Door de passages in de omgeving te vergelijken met de passages over de ecoducten kan er informatie verkregen worden over de mate van 'stuwing' van faunabewegingen over het ecoduct; zijn er meer dieren op het ecoduct dan men op basis van toevalligheid zou verwachten. Weten de dieren de ecoducten te vinden en gebruiken ze de ecoducten echt om naar de overkant te komen of zijn de waargenomen passages over het ecoduct net zo willekeurig als de passages die normaal in de omgeving plaats vinden? De verhouding tussen het gemiddeld aantal passages per jaar op de sporenbedden van de soorten ree, vos, haas en konijn en het gemiddeld aantal passages per jaar van die geregistreerde soorten in de referentieplots in de omgeving zijn weergegeven in figuur 7.16.





Figuur 7.16. Het gemiddelde aantal loopsporen per jaar op het sporenbed van Ecoduct Leusderheide en Treeker Wissel vergeleken met het gemiddelde aantal geregistreerde soorten per jaar in de referentiegebieden in de omgeving.

In de referentieplots in de omgeving van de ecoducten zijn voornamelijk reeën geregistreerd. Dit komt neer op 109 waarnemingen. Dit is minder dan de aangetroffen loopsporen op de ecoducten (vooral voor Leusderheide met n = 209). Naast het ree zijn tevens de soorten vos, konijn en haas waargenomen, echter in mindere mate. Het totale aantal passages van de soorten ree, vos en haas over het ecoduct Leusderheide per jaar is met een factor 12 hoger dan die in de omgeving. Voor ecoduct Treeker Wissel geldt hetzelfde: de passages per jaar over het ecoduct is vijf keer hoger dan die willekeurig in de omgeving. Van deze drie soorten is het vrijwel zeker dat ze het ecoduct helemaal oversteken en voor hen kan deze factor bepaald worden. Dit kan echter niet gezegd worden van het konijn en deze is daarom buiten beschouwing gelaten bij deze berekening.

8. Het ree (Capreolus capreolus)

In het voorgaande hoofdstuk is ingegaan op het gebruik van de ecoducten door middelgrote tot grote zoogdieren. Wat echte nog onbekend is, is voor welke doeleinden deze ecoducten gebruikt worden. Om hier meer inzicht in te krijgen is dit aspect voor het ree nader onderzocht.

Om het gedrag van het ree te begrijpen wat betreft het gebruik van de ecoducten, zal eerst meer bekend moeten zijn over de leefwijze. In de eerste paragraaf zal hier dieper op worden ingegaan en zullen de termen homerange, populatiedichtheid en bewegingsmotieven aan bod komen. Daarna wordt dit in het perspectief geplaatst van de reeën die voorkomen op en rond de ecoducten A28 Leusderheide en N227 Treeker Wissel.

8.1 Homerange

De homerange is een belangrijke maat voor het ruimtelijke gebruik van een dier. Een homerange kan beschreven worden als het gebied waarbinnen een dier zijn dagelijkse activiteiten uitvoert. De homerange kan de hele levensduur hetzelfde blijven, maar kan ook verschillen, bijvoorbeeld per seizoen. Het dier migreert dan tussen deze (meestal zomer/ en winter) gebieden (Burt, 1943).

De omvang van de homerange geeft een impressie van een aantal ecologische processen zoals de habitatkwaliteit en het voortplantingsgedrag (Dekker *et al*., 2006). Uit onderzoek is gebleken dat de verspreiding (ruimtelijke verdeling) van zoogdieren, waaronder de grootte van hun homerange, sterk samenhangt met een aantal aspecten zoals leeftijd, geslacht, het seizoen, voedselvoorziening, water beschikbaarheid en intra- of/en inter-specifieke competitie (Saïd *et al*, 2009). Uit verscheidene artikelen gericht op onderzoek naar het ree, blijkt dat een aantal van de bovengenoemde aspecten ook van invloed is op de omvang van de home range. De voedselbeschikbaarheid binnen de homerange is één van de grootste invloeden op de homerange grootte van reegeiten (Said *et al.,* 2009; Tufto *et al*., 1996). Said *et al*. toonden tevens aan dat de omvang van de homerange van reegeiten ook sterk beïnvloed wordt door de kwaliteit van het habitat. Deze kwaliteit wordt onder andere bepaald door de voedselvoorziening, water beschikbaarheid en schuilmogelijkheden. Hoe lager de kwaliteit des te groter de homerange en vice versa. Reegeiten die zich in een habitat bevonden waar een lage voedselkwaliteit was, zorgden ervoor dat ze evenveel voedselaanbod hadden als de reegeiten in een hoogwaardig voedselhabitat door extra foerageergebied toe te voegen en zo hun homerange te vergroten. Twee andere bevindingen uit het onderzoek van Said *et al.* (2009) laten zien dat de grootte van de homerange toe nam in de winter (in vergelijking met het voorjaar en zomer) en af nam samen met de toenemende leeftijd van het ree.

Het seizoen heeft derhalve een invloed op de omvang van de reeën homerange. Voornamelijk in de winter zal er meer migratie naar andere gebieden plaats vinden om daar een beter voedselaanbod als wel een veiligere omgeving op te zoeken (Fryxell *et al.* 1988). Hoewel reeën solitaire dieren zijn, kunnen homeranges in de winter overlappen en zogenoemde sprongen ontstaan die bestaan uit enkele geiten, eventueel samen met hun nakomelingen en één of twee bokken (Hewison *et al*, 2004). Wahlstrom en Liberg (1994) suggereren dat het migratiegedrag van reegeiten in de winter, waarbij de geit onderdeel uit ging maken van een sprong, verklaard kan worden door het voordeel dat dit oplevert ten aanzien van predatie. De afbeelding op de voorpagina van dit rapport is een voorbeeld van een dergelijke sprong.

Tijdens de bronstperiode speelt er voor de reebokken intraspecifieke competitie mee in het bepalen van de grootte van de homerange (Hewison *et al.* 2004). Terwijl voor de geiten de voedselvoorziening een grote rol speelt, spelen die geiten op hun beurt weer een grote rol in het bepalen van de homeranges van de reebokken. Naast de verspreiding van de geiten is ook het voorkomen van andere rivaliserende bokken bepalend. Over het algemeen is de grootte van de homerange van de bok groter dan die van de reegeit (Hewison *et al*., 2004).

Uit onderzoek van Mysterud (1998) is gebleken dat de grootte van de territoria van reebokken afneemt als de populatiegrootte toeneemt van laag naar medium (zie tabel 8.1), afhankelijk van reegeit homerange en verspreiding. Wanneer de populatiegrootte toeneemt van medium naar hoog, dan blijft de grootte van het territorium hetzelfde, maar neemt de mate van overlap toe.

8.1.1 Draagkracht

Hoe kleiner de homeranges van de reeën hoe meer reeën er in een gebied kunnen voorkomen. Het maximale aantal reeën dat in een gebied kan voorkomen wordt de draagkracht van dat gebied genoemd. Deze draagkracht is afhankelijk van de omvang en de kwaliteit van dit gebied (Van der Grift, 2004). Deze draagkracht kan per jaar verschillen door interne en externe factoren zoals een ongunstig/gunstig voorjaar (niet te nat en te koud), veel/weinig predatie en veel/weinig voedsel (Schoon, 2005). Is er een maximale draagkracht voor het ree dan is er sprake van een stabiele populatiedynamiek; de aanwas van dieren is dan gelijk aan de sterfte van de dieren. De grootte van een populatie in een gebied hangt samen met de sterfte en geboorte van individuen, plus de mate van emigratie en immigratie (dispersie) van de dieren.

8.1.2 Reeëndichtheid

In de literatuur wordt verschillend gesproken over de maximale draagkracht van een gebied voor het ree. Uit een onderzoek van Phlal (2009) blijkt dat het aantal reeën kan variëren tussen 2 tot 760 reeën per 1000 hectare (ha). Het Kenniscentrum reeën (2009) heeft een berekening gedaan naar de mogelijke reeëndichtheid in Nederland en dit resulteerde in 14 reeën per 100 ha op basis van de reewildstand in 2007 (65.000 reeën). Deze dichtheid is geschat op grond van het geschikte habitat voor het ree in Nederland wat bestaat uit bos en natuurterrein en een oppervlakte heeft van 4800 km^2. Volgens het Kenniscentrum (2009)

hebben onderzoekers de maximale reeëndichtheid geschat op 7 reeën per 100 ha voor de armste gebieden en 15 per 100 ha. voor de kwalitatief hoogwaardige gebieden.
In tabel 8.1 staat de reeëndichtheid per 100 hectare weergegeven zoals die in verschillende onderzoeken in Europa is waargenomen. De reeëndichtheden per 100 hectare zijn waargenomen in verschillende biotopen waar de habitatkwaliteit rijk, medium of arm was. De gebieden met de laagste reeëndichtheid bevonden zich in de habitatkwalitatief arme gebieden (vaak open velden) terwijl de gebieden met een hoge reeëndichtheid zich in een kwalitatief hoogwaardig gebied (vaak in het bos) bevonden. Bij enkele waarnemingen van een hoge reeëndichtheid wordt tevens aangemerkt dat de homeranges in de winterperiode groter worden.

Auteur	Reeëndichtheid per 100 hectare
	Lage dichtheid
Wahlstrom *et al.*, 1995	3/100 ha
Cederlund, 1983	3-4/100 ha
Mysterud, 1993	3-5/100 ha
Vincent *et al.*, 1995	5-7/100 ha
	Medium to hoge dichtheid
Wahlstrom *et al.*, 1995	7/100 ha
Bjar *et al.*, 1991	10/100 ha
Johansson, 1996	10-25/100 ha
Andersen *et al.*, 1995	10-40/100 ha
Fruzinski, *et al.*, 1983	16/100 ha
Vincent *et al.*, 1995	25/100 ha

8.2 Dispersie en Migratie

Zoals eerder beschreven staat, kan bij het ree migratie optreden tussen een winter en zomer homerange. Wanneer een dier migreert heeft dit altijd een bepaald doel. Dit doel kan onder andere te maken hebben met zowel de voedselvoorziening als met predatie. Dispersie daarentegen, is meestal een eenmalige beweging en vindt plaats als een (juveniel) dier een eigen leefomgeving opzoekt om zich daar permanent te vestigen.

Het moment waarop juveniele reeën dispergeren, verschilt per sekse van het kalf. Reebokkalveren worden als eerste verstoten uit de homerange van de reegeit. Deze jonge bokken, meestal als één of tweejarige, zwerven tussen andere homeranges totdat ze hun eigen homerange hebben gevonden. Wahlstrom (1994) toont aan dat de dispersie van jonge reebokken sterk wordt beïnvloed door hun seksuele volgroeidheid. Hoe beter de ontwikkeling van het gewei en de testes, hoe agressiever het gedrag ten opzichte van andere reebokken.

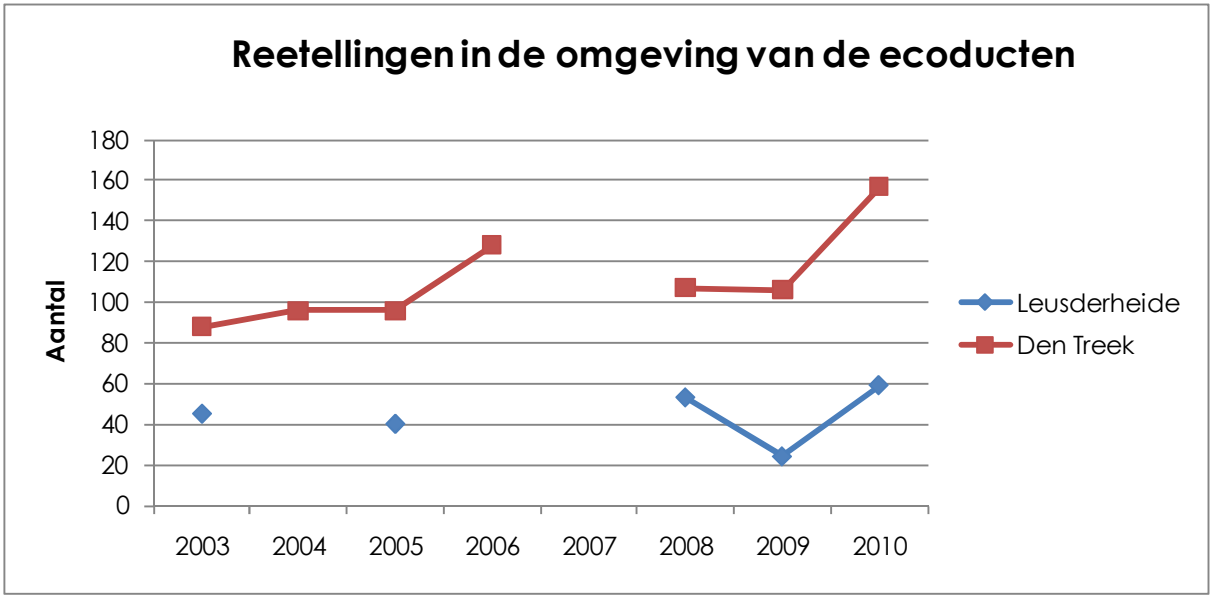
Geitkalveren blijven bij hun moeder tot ze hun eigen kalveren krijgen. Uit onderzoek van Wahlstrom en Liberg (1994) komt naar voren dat dispersie van geitkalveren voorkomt als jaarling, twee- of driejarige nadat ze eerst tussen homeranges migreerden die niet overlapten met andere reeën. In hun studie is de gemiddelde afstand die door jonge reeën wordt afgelegd circa 2 kilometer. Deze afstand is echter sterk afhankelijk van de beschikbare habitats in de omgeving en dus van de populatiedichtheid van reeën in een bepaald gebied.

8.3 Reeën in de omgeving van de ecoducten Leusderheide en Treeker Wissel

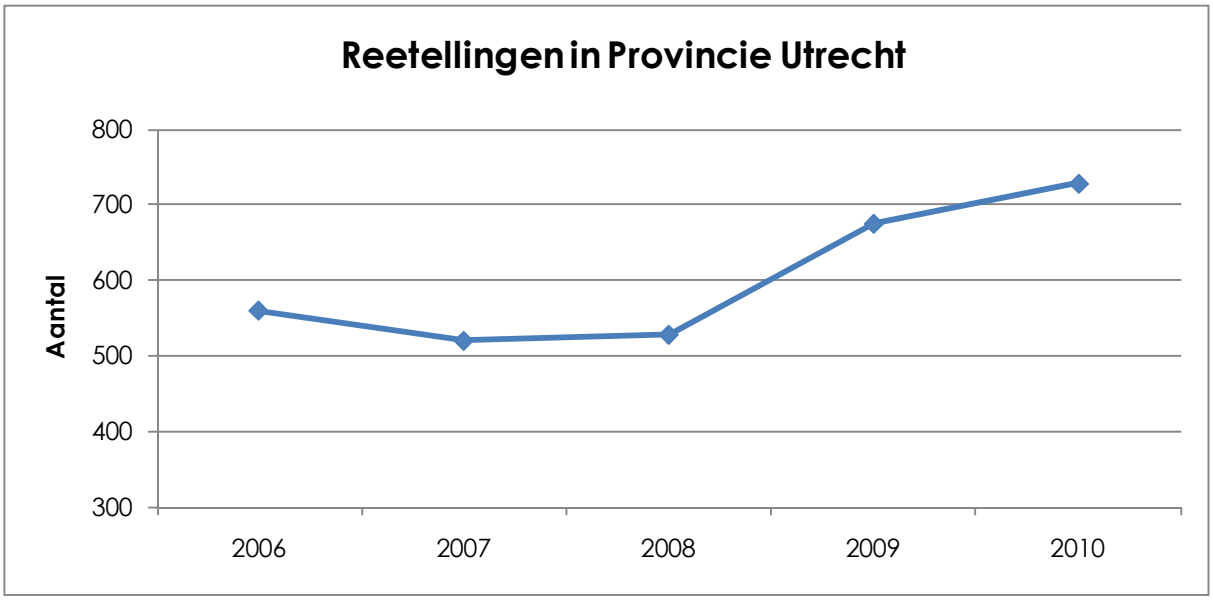
De bos- en heideterreinen in de aangrenzende natuurgebieden van de ecoducten bieden de reeën een geschikte leefomgeving. Reeën hebben de voorkeur voor voldoende beschutting en een gevarieerd menu bij het bepalen van hun homerange (Tufto *et al*. 1996). Daarnaast moet er voldoende rust aanwezig zijn, aangezien de reeën tamelijk verstoringgevoelig zijn. Deze factoren zijn voldoende aanwezig in de aangrenzende bos- en heidegebieden Landgoed Den Treek – Henschoten en defensieterrein Leusderheide (H. Ketelaar, persoonlijke mededeling).

Aan de hand van de bovenstaande gegevens over het aantal reeën per 100 ha (tabel 8.1) kan een schatting gemaakt worden betreft het maximale aantal reeën (ecologische draagkracht) in de onderzoeksgebieden. De totale oppervlaktes van de gebieden Leusderheide en Den Treek Henschoten bedragen respectievelijk 950 ha en 2000 ha. Wanneer de standaard van het Kenniscentrum wordt gehanteerd en er vanuit wordt gegaan dat de onderzoeksgebieden van lage kwaliteit zijn, (circa 7 reeën per 100 ha) zal het aantal reeën in Den Treek Henschoten neerkomen op 7 x 2000/100 = 140 reeën en in Leusderheide neerkomen op 7 x 950/100 ≈ 67 reeën. Wanneer er van een hoge kwaliteit wordt uitgegaan (15 reeën per 100 ha) is de schatting 15 x 2000/100 = 300 reeën in het geval van Den Treek Henschoten en wat betreft Leusderheide is de schatting 15 x 950/100 ≈ 143 reeën. Echter is het niet zeker welke factoren er in de onderzoeksgebieden daadwerkelijk een invloed hebben bij het bepalen van het aantal reeën die er kunnen voorkomen, en hoe groot de invloed van deze factoren is. Om toch een idee te krijgen van het aantal reeën die er voorkomen, worden er sinds enkele jaren reetellingen georganiseerd. Aan de hand van betrouwbare, gestandaardiseerde telgegevens kan er namelijk een beter inzicht verkregen worden wat de ecologische draagkracht van een gebied is.

In de Leusderheide en in Den Treek – Henschoten worden sinds enkele jaren reetellingen gehouden om het aantal reeën in de gebieden in beeld te krijgen en hier eventueel het beheer op aan te passen. Deze reetellingen worden gespreid over drie aaneengesloten dagen om zo zoveel mogelijk externe factoren (zoals de weersomstandigheden) uit te sluiten. In figuur 8.1 zijn de aantallen vanaf 2003 voor beide gebieden weergegeven. De reetellingen voor de provincie Utrecht staan in figuur 8.2.



Figuur 8.1. Het aantal reeën geregistreerd bij de jaarlijkse reetellingen in Leusderheide en Den Treek – Henschoten. In 2007 was er in Leusderheide en Den Treek – Henschoten niet geteld. Daarnaast waren de gegevens uit de jaren 2004 en 2006 van Leusderheide niet beschikbaar. Het aantal uit 2009 van de Leusderheide is discutabel te noemen, aangezien er in de periode van de reetellingen tevens een oefening werd gehouden met Jachthonden en het erg slecht weer was voor waarnemingen (D. Rodrigo, Wildbeheereenheid Schaffelaar, persoonlijke mededeling).



Figuur 8.2. Het totale aantal reeën geregistreerd bij de jaarlijkse reetellingen in verschillende gebieden in de provincie Utrecht (D. Rodrigo, Wildbeheereenheid Schaffelaar, persoonlijke mededeling).

Uit gegevens vanuit de hele provincie en in de grafiek van de gebieden rond de ecoducten is een stijging van het aantal reeën waar te nemen. Dit laatste, ondanks het feit dat er in Den Treek nog steeds afschot van enkele dieren per jaar plaatsvindt. Per periode worden er

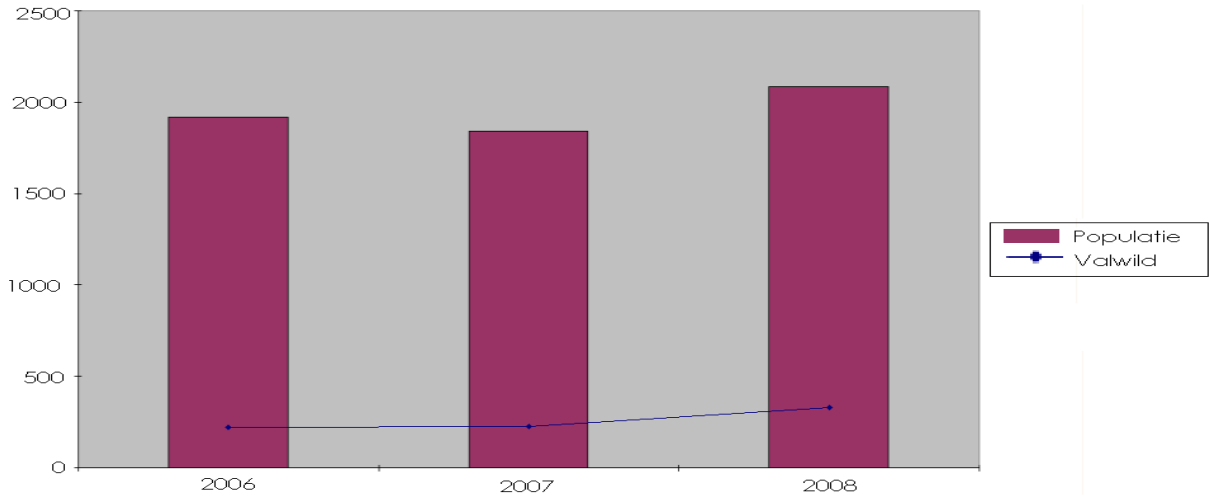
ongeveer 9 á 11 geiten en bokken afgeschoten. De periode voor afschot van de reegeit is tussen 1 december en 31 maart en de afschotperiode voor de reebok is tussen 1 april en 31 augustus. In Leusderheide is men hier sinds 2001 mee gestopt, maar men begint hier weer over na te denken aangezien de reeënstand toeneemt (D. Rodrigo, Wildbeheereenheid Schaffelaar, persoonlijke mededeling). Het aantal reeën in de provincie Utrecht is inmiddels ver boven het maatschappelijke niveau van de draagkracht voor reeën uitgekomen. Deze is vastgesteld op 583 reeën (Schoon, 2010). Boven dit aantal wordt verwacht dat er door de reeën economische schade kan worden veroorzaakt doordat de reeën bijvoorbeeld gewassen kunnen aanvreten (D. Rodrigo, Wildbeheereenheid Schaffelaar, persoonlijke mededeling).

Het is lastig om aan de hand van de gegevens uit de literatuur, die sterk gebiedsafhankelijk zijn, in combinatie met de reetellingen te bepalen of er sprake is van een maximale draagkracht voor het ree in de natuurgebieden rond de ecoducten. Voor de reetellingen geldt dat er pas betrouwbare uitspraken gedaan kunnen worden wanneer er minimaal van zes achtereenvolgende jaren betrouwbare tellingen beschikbaar zijn die steeds op de zelfde manier zijn uitgevoerd. Dit is voor de Leusderheide en Den Treek – Henschoten niet het geval en daarom is het lastig om de ecologische draagkracht te bepalen. Hierdoor is het moeilijk om antwoord te kunnen geven op de vraag of er hier sprake kan zijn van een hoge mate van dispersie door de (jonge) dieren die op zoek gaan naar nieuwe leefgebieden. Derhalve kunnen er geen uitspraken gedaan worden of de reeën het ecoduct hier voor gebruiken. In Hoofdstuk 11 wordt advies gegeven over mogelijk verder onderzoek.

Het vermoeden is dat er als gevolg van de stijging van de reeënpopulatie die te zien is in de grafieken, meer activiteit (mogelijk dus ook dispersie) door de reeën plaats zal vinden. Deze activiteit is tevens terug te zien in het toenemende aantal aanrijdingen met het ree gemeld bij de Stichting Valwild Utrecht.

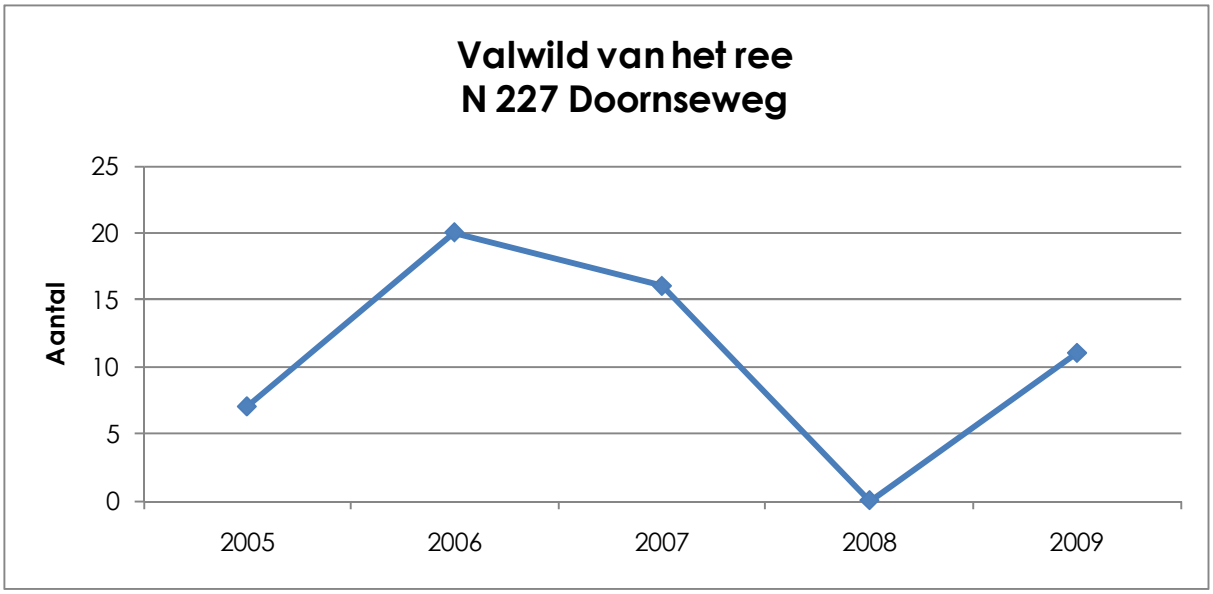
8.3.2 Faunaslachtoffers

Vanaf 2006 is er een toename in het valwild van reeën waargenomen door de Stichting Valwild Utrecht. De groeiende populatie van de reeën in de provincie kan hier mogelijk mee te maken hebben (uitgezet in figuur 8.3). In de grafiek is te zien dat het valwild van de reeën toeneemt met de populatie reeën in de Provincie Utrecht. Echter ook andere factoren zoals een verhoogde recreatiedruk, een intensivering van het weggebruik en veranderingen in het biotoop kunnen hier mee te maken hebben.

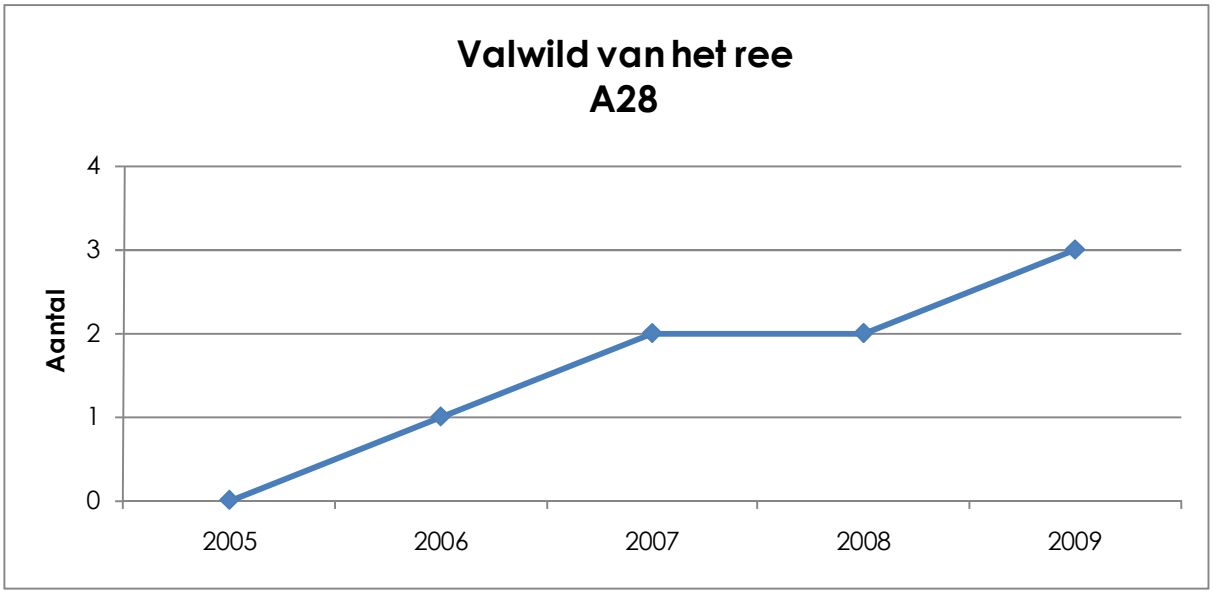


Figuur 8.3. Het verloop van het aantal verkeersslachtoffers van het ree afgezet tegen de geschatte reeënpopulatie in de provincie Utrecht (Stichting Valwild Utrecht, 2008).

Met behulp van het valwild van het ree kan mogelijk aangetoond worden in hoeverre de ecoducten bijdragen aan de vermindering van het aantal aanrijdingen op de A28 en de N227 met het ree. Een doelstelling voor het ecoduct is namelijk om de barrière voor de dieren op te heffen of op zijn minst te verzachten (Van der Grift *et al.*, 2009b). Sinds 2005 worden de faunaslachtoffers in Utrecht bijgehouden en in figuur 8.4 is het valwild van het ree weergegeven voor de wegen A28 en de N227.



Figuur 8.4.a Het aantal verkeerslachtoffers van het ree gezien over de periode vanaf 2005 tot en met 2009 voor de N227 (Stichting Valwild Utrecht, 2009).



Figuur 8.4.b Het aantal verkeerslachtoffers van het ree gezien over de periode vanaf 2005 tot en met 2009 voor de A28 tussen Amersfoort en Utrecht (Stichting Valwild Utrecht, 2009).

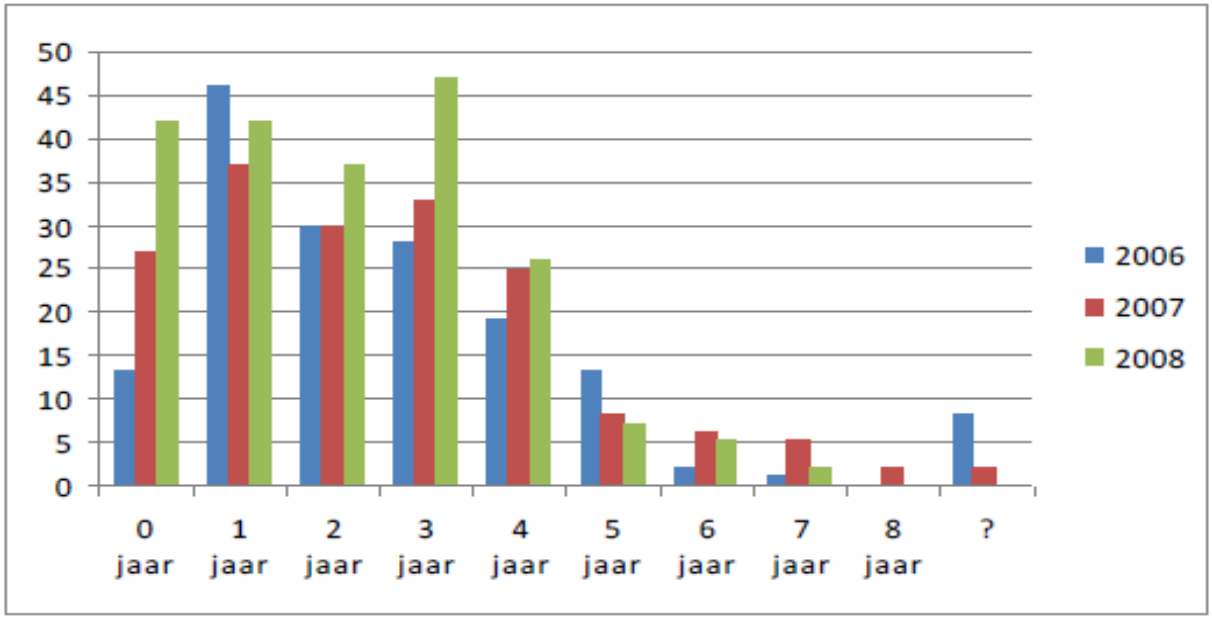
Voor Treeker Wissel is er een wisselend beeld te zien; met een maximum in 2006 (20 aanrijdingen) en een het laagste aantal in 2008 (nul aanrijdingen). Vanaf 2006 is een daling te zien in de grafiek, het ecoduct kan hierin echter geen rol gespeeld hebben, want het deze is pas in 2009 opengesteld. Wel is gesuggereerd dat veel reeën door verstoring tijdens de aanleg van het ecoduct zijn gaan zwerven en zo het slachtoffer werden van het verkeer (Pater, 2010). Dit is mogelijk de oorzaak van de stijging in de grafiek. De verwachting is echter dat het aantal faunaslachtoffers weer zal afnemen na een periode van rust. Voor de weg A28 is een veel lager aantal faunaslachtoffers te zien. Dit heeft mogelijk te maken met de rastering die langs de weg is geplaatst. Alhoewel er een stijgende lijn waar te nemen is, is de oorzaak, door een gebrek aan data, moeilijk te achterhalen. Daarbij is de trend van vóór de aanleg van het ecoduct, in 2005, onbekend. Door dit gebrek aan data is het onbekend of het aantal aanrijdingen mogelijk lager is dan voor de aanleg van het ecoduct.

Opmerkelijk is dat het aantal aanrijdingen met het ree gezien over een periode van een jaar voornamelijk in de maanden april en mei plaatsvindt (zie tabel 8.2). Rond deze tijd worden de reebokken territoriaal en dulden ze de eventueel aanwezige jonge reebokken in hun gebied niet langer. Deze gaan vervolgens zwerven en komen zo eerder in aanraking met het verkeer. Dit zou een reden kunnen zijn voor het hogere aantal verkeersslachtoffers. Uit de data van het aantal verkeersslachtoffers geregistreerd in de hele provincie Utrecht is rond deze periode eveneens een verdubbeling van het aantal verkeersslachtoffers met het ree te zien (Stichting Valwild Utrecht, 2007). Helaas wordt niet geregistreerd wat het geslacht is van de aangereden reeën. Wanneer dit wordt gedaan kan er meer inzicht gekregen worden of er meer reebokken dan reegeiten aangereden worden en dit zou de hogere activiteit (dispersie) van de reebokken ondersteunen.

Tabel 8.2 Het aantal verkeersslachtoffers van het ree verdeeld over de maanden in de periode van 2005 tot en met 2009 (Stichting Valwild Utrecht, 2009).

Maand	A28	N 227 Doornseweg	Eindtotaal
januari	0	2	**2**
februari	0	1	**1**
maart	0	2	**2**
april	0	10	**10**
mei	4	14	**18**
juni	0	7	**7**
juli	3	5	**8**
augustus	0	2	**2**
september	0	5	**5**
november	0	4	**4**
december	1	2	**3**
Eindtotaal	**8**	**53**	**62**

Dat het vooral gaat om jonge dieren die op zoek gaan naar andere gebieden is mogelijk ook op te maken uit het de meldingen van aangereden reeën in de provincie Utrecht. Uit deze meldingen komt naar voren dat voornamelijk reeën tussen de 0 en 4 jaar slachtoffer worden van het verkeer (figuur 8.5). Echter, het schatten van de leeftijd van een ree is moeilijk en dit kan leiden tot inschattingsfouten. Daarnaast kan het aantal aangereden jonge dieren te maken hebben met de populatiedynamiek van de reeën, waardoor er meer jonge reeën zijn dan dieren ouder dan 5 jaar (Stichting Valwild Utrecht, 2008).



Figuur 8.5. De leeftijd van de aangereden reeën in de Provincie Utrecht van de periode 2006 tot en met 2008 (Stichting Valwild Utrecht, 2008).

9. Conclusies en discussie

In dit hoofdstuk zal er antwoord gegeven worden op de onderzoeksvragen die opgesteld zijn in Hoofdstuk 1. Daarnaast wordt een koppeling gemaakt tussen de gevonden resultaten en de theorie die hier betrekking op heeft.

9.1 Het gebruik van de ecoducten door zoogdieren

Gedefinieerde doelsoorten

De doelsoorten die gedefinieerd zijn voor de ecoducten zijn afgestemd op de doelsoorten van de corridor Leusderheide waar de beide ecoducten onderdeel van uitmaken. De doelsoorten behelzen de dieren ree, das, boommarter en eekhoorn.

Waargenomen soorten

De tweede onderzoeksvraag betrof welke soorten er gebruik maken van de ecoducten en hoe frequent dit gebruik is. De middelgrote tot grote zoogdieren die in de onderzoeksperiode van september 2009 tot en met maart 2010 geregistreerd zijn op beide ecoducten zijn: ree, vos, haas en konijn. Op het ecoduct Leusderheide is tevens de boommarter aangetroffen. In de omgeving van de ecoducten zijn alle soorten behalve de boommarter waargenomen.

De (doel)soorten egel, eekhoorn, hermelijn/wezel en das zijn in de onderzoeksperiode helemaal niet waargenomen. Een oorzaak hiervan kan de mogelijk lage populatiedichtheden in de omgeving zijn. Dit is tevens terug te zien in het ontbreken van waarnemingen voor deze dieren door de camera's in de omgeving. Een andere reden voor het ontbreken van deze soorten kan zijn dat de loopsporen niet zijn geregistreerd door een slechte toestand van het sporenbed.

Al eerder, vlak na de aanleg, is er een monitoringsonderzoek uitgevoerd naar het gebruik van het ecoduct Leusderheide door diersoorten (Brandjes *et al*., 2006). Daar zijn met behulp van een videocamera en een sporenbed met zilverzand in een periode van 109 dagen monitoren tien soorten waargenomen, namelijk; ree, vos, haas, konijn, huiskat, das, boommarter, wezel, hermelijn en bosmuis. Het gebruik was het meest frequent voor het konijn gevolgd door de bosmuis, terwijl de andere soorten vrij incidenteel waargenomen waren (Brandjes *et al.,* 2006). De resultaten van Brandjes *et al.* (2006) bevestigen dat het ecoduct mogelijk ook door andere dan in deze studie waargenomen zoogdieren gebruikt wordt en kan een indicatie geven dat met behulp van het gebruik van een fijner zandbed (zilverzand) kleinere soorten beter waargenomen worden.

Naast de boven genoemde aspecten kan de inrichting van het ecoduct ook invloed hebben op het voorkomen (of juist ontbreken) van de soorten. Dit heeft met name betrekking op de bosgebonden doelsoorten: de boommarter en eekhoorn. Deze dieren verplaatsen zich voornamelijk via de bomen en hebben deze waarschijnlijk nodig om zich gemakkelijk te

kunnen verplaatsen over het ecoduct. Momenteel zijn er bij beide ecoducten nog niet voldoende bomen groot genoeg om deze functie op zich te nemen. Daarnaast heeft het ecoduct Treeker Wissel een open uiterlijk en zijn er nabij en op het ecoduct niet veel bomen te vinden. Dit zou mogelijk kunnen verklaren waarom de boommarter slechts incidenteel en de eekhoorn helemaal niet zijn waargenomen. In Hoofdstuk 11 worden aanbevelingen gedaan om de inrichting van de ecoducten voor deze doelsoorten te optimaliseren.

Wat opgemerkt moet worden is dat de soorten die tijdens de onderzoeksperiode niet zijn waargenomen maar wel zijn gedefinieerd als doelsoorten, de ecoducten alsnog kunnen gaan gebruiken (ze zijn eerder waargenomen door Brandjes *et al.* (2006)). De verwachting is namelijk dat deze soorten enkele keren per jaar zullen passeren en het kan zijn dat deze soorten dat nog gaan doen buiten de periode waarin dit onderzoek heeft plaatsgevonden. Dit is een reden waarom er jaarrond data verzameld dient te worden. Daarnaast worden de berekende gemiddelde passagefrequenties van de diersoorten robuuster op basis van een jaar data verzamelen.

Het belang van monitoren over een langere onderzoeksperiode is ook gebleken uit de vergelijking tussen de verwachte gebruiksfrequentie per jaar van de zoogdieren gebaseerd op verschillende onderzoeksperioden (september 2009 – december 2010 en september 2009 tot en met maart 2010, zie bijlage 5). Uit deze vergelijking is gebleken dat de schattingen op basis van zes maanden data verzamelen aanzienlijk verschillen van die van drie maanden data verzamelen. Dit toont tevens aan hoe belangrijk het is om data over een langere periode te verzamelen, zodat op basis hiervan sterkere conclusies getrokken kunnen worden.

Gebruik ecoducten per maand

De soorten ree, vos, haas en konijn betreden de ecoducten meerder malen per dag. Dit is voor de boommarter een stuk lager, aangezien deze in de onderzoeksperiode slechts vijf keer is waargenomen. De passagefrequentie van deze dieren komt overeen met de verwachtingen die van te voren waren gedefinieerd.

Leusderheide

De meeste passages van ree, vos en haas op Leusderheide vonden in december plaats, terwijl het konijn het meeste in maart passeerde. De passages van de mens en de hond nemen af tot en met december 2009. Daarna, in de maanden januari tot en met maart 2010, zijn er veel meer passages waargenomen. Het gebruik per maand van de waargenomen zoogdieren (behalve het konijn) lijkt een tegengesteld patroon te kennen. Wat bekend is van het ree en de vos is dat dit schuwe dieren zijn en dat ze gevoelig zijn voor verstoringen (Mabelis, 2001). De toename van de mens op de ecoducten kan mogelijk de passagefrequentie van deze dieren beïnvloeden. De mensen (al dan niet met hond) laten geuren achter en kunnen zo onrust veroorzaken onder de dieren.

De leefwijze van de dieren kan de verhoogde passages per maand over de ecoducten eventueel deels verklaren. De haas en het konijn zijn gedurende het hele jaar even actief en

voor hen is het patroon dan ook moeilijk te verklaren. Het ree en de vos daarentegen hebben gedurende het hele jaar duidelijk periodes waarin ze meer activiteit vertonen. De vos laat qua gebruik van het ecoduct Leusderheide een piek zien in de maand december. Vanaf deze maand begint hun voortplantingsperiode en laten de dieren een verhoogde activiteit zien (Zoogdierenvereniging, 2009). Deze piek verschilt echter niet veel van de maanden oktober en november, waardoor het gebruik van het ecoduct door de vos moeilijk te herleiden is naar hun leefwijze.

Het ree lijkt tevens een piek in gebruik van het ecoduct Leusderheide te vertonen in december. Zoals beschreven staat in het hoofdstuk over het ree (Hoofdstuk 8) kunnen er in de winter sprongen ontstaan. Mogelijkerwijs is dit voorgekomen in de omgeving van het ecoduct en is het aantal reeënsporen op het ecoduct daarom toegenomen.

Treeker Wissel

Voor Treeker Wissel geldt dat het konijn en ree het meeste passeerden in maart, de haas in februari en de vos in december. Voor alle soorten kan er betreft het gebruik per maand geen eenduidige relatie gevonden worden met hun leefwijze en/of betreding door de mens. Zoals bij het ecoduct Leusderheide al is genoemd, vindt de voortplanting van de vos plaats in de wintermaanden. De vos laat in december wel een flinke piek zien. Maar als dit met de voortplantingsperiode te maken heeft, dan zou dit ook in januari en februari het geval moeten zijn. Dit is echter niet het geval, waardoor de leefwijze van de vos niet weerspiegeld wordt in de gevonden resultaten.

Het is moeilijk om definitieve conclusies te trekken uit de bovenstaande resultaten gerelateerd aan de leefwijze aangezien er slechts enkele maanden gemonitord is. Voor gegronde conclusies zullen er minstens een jaarrond data nodig zijn. De pieken van passages die gevonden zijn in dit onderzoek moeten daarom in perspectief geplaatst worden.

Een langdurig onderzoek naar het gebruik van een ecoduct is wel gedaan bij de Natuurbrug Zanderij Crailoo waar gedurende de periode mei 2007 tot en met oktober 2008 gemonitord is (Van der Grift *et al*., 2009a). Binnen dat onderzoek zijn van enkele soorten jaarpatronen gevonden. Zo was er van het ree een piek van passages te zien in de zomermaanden. Dit is te verklaren door de toegenomen activiteit binnen hun homerange door de bronstperiode. Reebokken verdedigen vanaf dan intensief hun territorium en dit gaat vervolgens gepaard met meer activiteit. Van de vos is bekend dat de voortplantingstijd in de wintermaanden begint. Rond deze periode zijn ze zeer actief en bakenen ze hun territorium af. Dit was eveneens goed terug te zien in de gevonden resultaten van Van der Grift *et al.* (2009a). De resultaten en conclusies betreffende de leefwijze van de diersoorten gekoppeld aan het gebruik van de Natuurbrug, zijn gegrond omdat er minstens een jaarrond is gemonitord en het gevonden patroon overeenkomt met wat bekend is over de diersoorten. Omdat in het huidige onderzoek zes maanden is gemonitord, is het moeilijk om nu al conclusies te verbinden aan de gevonden resultaten.

Trefkans

De trefkans die berekend is voor de zoogdieren op het ecoduct Treeker Wissel is enigszins laag te noemen. Een reden hiervoor is mogelijk dat het ecoduct nog relatief jong is. Hierdoor kan het zo zijn dat de dieren hun weg nog niet gevonden hebben naar het ecoduct. Daarnaast zijn deze gegevens gebaseerd op een periode van 'slechts' zes maanden monitoring en

wellicht loopt de trefkans van de zoogdieren op wanneer er een grotere dataset van minimaal een jaar beschikbaar is, waarin alle seizoensafhankelijke activiteiten zijn meegenomen. Bij de Natuurbrug Zanderij Crailoo is dit laatste het geval. Wanneer er een vergelijking gemaakt wordt tussen de trefkans van de zoogdieren van de ecoducten Leusderheide en Treeker Wissel en die van de Natuurbrug Zanderij Crailoo (tabel 9.1) is er een verschil te zien. Dit verschil is mogelijk veroorzaakt door de langere monitoringsperiode.

Tabel 9.1. Het gemiddeld aantal dagen per jaar dat de zoogdieren op de ecoducten

Middelgroot tot groot zoogdier	Natuurbrug Zanderij Crailoo	Leusderheide	Treeker Wissel
konijn	362	348	300
haas	301	220	218
vos	348	299	225
ree	365	252	164

Plaats van passeren sporenbed

Leusderheide

Van alle 1269 waargenomen loopsporen (konijn, haas, boommarter, vos en ree) bevond het merendeel zich in de sectoren *a, d* en *e*. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat het sporenbed in het midden (sector c) vaak erg nat was. De reden hiervoor is een combinatie van het voornamelijk in het midden betreden van het sporenbed door de mens (waaronder met voertuigen) en slechte weersomstandigheden wat resulteert in hoogteverschillen op het sporenbed. Hierdoor liggen de centrale sectoren enigszins lager dan de zijkanten en als gevolg daarvan blijft het regenwater langer staan. Het is mogelijk dat de dieren hierdoor naar naastgelegen sectoren weken. Een meer waarschijnlijke verklaring is dat de inrichting van het ecoduct heeft bijgedragen aan de verdeling (zie figuur 4.1 en 4.2 voor de indeling). De dieren die het ecoduct opkomen via de zijkanten, kunnen geleid zijn door de grondwallen en betonnen afscheiding. Daarnaast bevinden de stobbenwallen zich bij sector *b* en *c*. Deze kunnen ook een geleidende werking hebben. Natuurlijke wissels die dieren zelf gecreëerd hebben, bepalen ook voor een groot deel waar en hoe de dieren zich verplaatsen over het ecoduct. Vooral in de dagen dat er sneeuw lag waren deze wissels goed waarneembaar op het brugdek. De wissels bevonden zich voornamelijk aan de zijkanten van het brugdek en langs de stobbenwallen.

Voornamelijk het ree maakt geen gebruik van sector *e* van het sporenbed. Een reden hiervoor kan de aanplant van vegetatie op deze sector zijn. Dit kan ervoor zorgen dat het ree zich hier niet gemakkelijk voort kan bewegen en dit deel daarom vermijdt. Anderzijds kan dit argument ontkracht worden omdat deze jonge vegetatie voedsel kan vormen voor het ree.

Treeker Wissel

Het sporenbed op het ecoduct Treeker Wissel is het meest betreden op de sectoren *b* en *c*. Verwacht wordt dat soorten die een ecoduct passeren geleid worden door zijwallen en/of door de vegetatie. In het geval van het ecoduct Treeker Wissel is van beide geen sprake. Het ontbreken van de zijwallen kan ervoor zorgen dat er meer verstoring optreedt van de N227 (zoals lichtinval en geluidsoverlast). Mogelijk vermijden de dieren daarom de uiteinden van het zandbed (sector *a* en *e*). Wel bevindt zich naast en tegen sector *a* een stobbenwal en enkele losse stobben, wat bescherming kan bieden. Aan de hand van de resultaten kan niet aangetoond worden dat de dieren hierdoor geleid zijn. De oorzaak voor het centraal betreden van het brugdek kan ook te maken hebben met de inrichting van de omgeving. Aan weerszijden van het ecoduct heeft het landschap een open uiterlijk. Daarom worden de meeste dieren die richting het ecoduct lopen toch al niet geleid door enige vegetatie en steken ze het ecoduct over zonder geleid te worden.

Verschil gebruiksfrequentie zoogdieren tussen de ecoducten

Een van de vragen die centraal staat in dit rapport is: 'Zit er verschil in het gebruik (aantal passages) tussen het ecoduct Leusderheide en Treeker Wissel? Uit de resultaten is gebleken dat er een groot verschil te zien is in de mate van gebruik door de soorten (1269 geregistreerde middelgrote- en grote zoogdierensporen op het ecoduct Leusderheide tegenover 601 geregistreerde middelgrote- en grote zoogdierensporen op het ecoduct Treeker Wissel (tabel 7.1)). Dit verschil heeft hoogstwaarschijnlijk te maken met de nieuwigheid van het ecoduct Treeker Wissel die pas sinds het voorjaar van 2009 opengesteld is. Zoals in het Hoofdstuk 4 al is aangegeven bevindt zich daarom op het ecoduct nog niet veel vegetatie. Door dit gebrek aan beschutting worden de dieren mogelijk minder snel aangetrokken door het ecoduct. Daarnaast duurt het altijd even voordat de dieren hun weg vinden naar het ecoduct en de 'nieuw' te bereiken gebieden.

Waarneming soorten in de omgeving versus ecoducten

In de omgeving is het ree het meest waargenomen door de infrarood camera's. Gedurende de onderzoeksperiode van september 2009 tot en met maart 2010 hebben de camera's in totaal op 21 verschillende plekken gehangen en pas vanaf cameralocatie 14 zijn er ook middelgrote zoogdieren vastgelegd, zoals de vos, haas en het konijn. Het verschil in het aantal waarnemingen tussen de soorten in de omgeving is mogelijk gebaseerd op toeval, aangezien de steekproef grootte relatief gering is. Hierdoor kunnen sommige soorten door de toevallige keuzes van de cameralocaties onderbelicht blijven.

De vergelijking tussen het aantal geregistreerde passages in de omgeving en het aantal geregistreerde passages op de ecoducten duidt erop dat de soorten vaker te vinden zijn op de ecoducten dan willekeurig ergens in de omgeving. Hieruit kan dus opgemaakt worden dat er wel degelijk sprake is van 'stuwing' van faunabewegingen over de ecoducten. Op basis van de geringe aantallen van de haas en vos, is het echter moeilijk om harde conclusies te trekken. Wel kan gesuggereerd worden dat de reden van gebruik anders is dan die willekeurig in de referentieplots in de omgeving.

9.2 Het ree

Naast de onderzoeksvragen die betrekking hadden op het gebruik van de ecoducten door de zoogdieren waren er ook enkele vragen gericht om te achterhalen welke functie de ecoducten in nemen voor het ree. Alhoewel enkele gegevens enigszins discutabel zijn (door niet gestandaardiseerde methoden en bepalingen met mate van onzekerheid), is er duidelijk sprake van meer activiteit door de reeën in het onderzoeksgebied. Hierdoor is het mogelijk dat het ree zich meer gaat bewegen in en tussen de onderzoeksgebieden en daarbij de ecoducten gebruikt om dit te bereiken. Wanneer er een vergelijking wordt gemaakt tussen de passages willekeurig in de omgeving en de passages op de ecoducten, blijkt dat er meer faunabewegingen van reeën op de ecoducten zijn.

Nu er weer een verbindingsstuk gecreëerd is tussen de gescheiden geraakte gebieden Leusderheide, Den Treek – Henschoten en Oude Kamp, kunnen de reeën zich weer dispergeren naar deze gebieden, nieuwe leefgebieden opzoeken en zal de genenstroom tussen de populaties onderling gestimuleerd worden. De dispersie en genenuitwisseling tussen populaties is één van de belangrijkste aspecten binnen de metapopulatiedynamiek. Verwacht wordt dat de ecoducten een belangrijke bijdrage leveren aan het voortbestaan van de reeënpopulatie in het onderzoeksgebied. Hieruit kan al voorzichtig geconcludeerd worden dat de ecoducten de negatieve effecten van de barrière voor het ree verzachten. Om hier gegronde bewijzen voor te vinden worden er in Hoofdstuk 11 aanbevelingen gedaan over hoe de effectiviteit voor het ree nader onderzocht kan worden.

9.3 Opheffen/verzachten versnipperingproblematiek

Zoals de resultaten laten zien worden de ecoducten frequent gebruikt. Een belangrijk aspect is daarbij om te achterhalen in hoeverre deze ecoducten bijdragen aan het opheffen/verzachten van de negatieve effecten van de barrière. Voor de meeste soorten blijft het doel van het gebruik van de ecoducten onderbelicht in dit onderzoek; gebruiken de diersoorten het ecoduct ‘slechts’ als foerageergebied of daadwerkelijk om nieuwe leefgebieden te zoeken en als gevolg daarvan genen uit te wisselen met andere populaties? Voor de meeste soorten kunnen hier aan de hand van dit onderzoek weinig uitspraken over gedaan worden. Om dit nader te onderzoeken en dientengevolge inzicht te krijgen in de effectiviteit van de ecoducten zullen in Hoofdstuk 11 aanbevelingen gedaan worden.

Voor het ree is er wel geprobeerd om het functioneren van de ecoducten voor deze soort te achterhalen. Echter is het, zoals hierboven beschreven staat, moeilijk om conclusies te trekken en daarom worden er in Hoofdstuk 11 tevens voor het ree aanbevelingen gedaan om te onderzoeken voor welk doel de reeën het ecoduct gebruiken.

Alhoewel nader onderzocht moet worden in hoeverre de ecoducten effectief zijn voor wat betreft het opheffen van de negatieve effecten van de barrière, is de algemene verwachting dat de ecoducten bijdragen aan de landschappelijke samenhang tussen de gescheiden gebieden. Er

is een verbinding gecreëerd naar nieuwe leefgebieden en op deze manier kunnen individuen van soorten zich hiertussen weer verplaatsen. De metapopulatiedynamiek zal hierdoor versterkt worden.

Verwacht wordt dat de ecoducten betreffende dit punt een belangrijke rol in nemen voor;

- soorten die in de gescheiden leefgebieden aan weerszijden van de barrière een dergelijk laag aantal omvatten zodat er genetische verarming kan optreden;
- soorten die aan de ene kant wel voorkomen maar nog habitats in het andere natuurgebied kunnen (her)koloniseren en soorten die beide gebieden aan weerszijden van de barrière nog kunnen (her)koloniseren (van der Grift *et al.,* 2009a).

10. Praktische beperkingen

In dit hoofdstuk worden enkele aandachtspunten genoemd die bij het interpreteren van de in dit rapport gepresenteerde bevindingen een rol spelen. De opbouw van dit rapport is gehanteerd bij het opstellen van de discussie.

10.1 Methodiek

Om het functioneren van de faunapassages te onderzoeken worden er sporen afgelezen van het zandbed dat midden op de ecoducten gepositioneerd is. Hoewel het beter is om gebruik te maken van verschillende registratiemethoden (sporenbed, fotocamera, haarvallen etc.) is er, door gebrek aan fotoapparatuur, gekozen voor alleen een zandbed. Het is gebleken dat een zandbed een zeer geschikte methode is om het gebruik van middelgrote tot grote zoogdieren te registreren (Van der Grift, 2010).

Bovendien heeft het volgens de richtlijnen voor het monitoren van faunapassages (Van der Grift, 2010) de voorkeur om dezelfde registratiemethode te gebruiken voor zowel de omgeving als op het ecoduct. Dit zou betekenen dat er in de aangrenzende terreinen van de ecoducten Leusderheide en Treeker Wissel verschillende sporenbedden aangelegd moeten worden. Echter, dit zorgt voor veel extra kosten en regelingen. Daarom is er hier gekozen voor een effectieve en relatief makkelijke manier om toch de dieren in de omgeving te kunnen monitoren, namelijk het gebruik van infrarood fotocamera's.

Het zandbed dat gesitueerd is op het ecoduct Treeker Wissel beslaat niet de hele breedte van het ecoduct. De loopsporen in de greppel (inclusief de wanden ervan) en de ruimte vanaf de stobbenwal (ongeveer één meter) worden niet meegenomen door het sporenbed en derhalve worden de sporen in dit gebied niet waargenomen. Hierdoor bestaat de mogelijkheid dat het waargenomen gebruik van het ecoduct Treeker Wissel door de diersoorten enigszins onderschat is. In de periode dat er sneeuw lag waren hier de loopsporen wel waarneembaar. In de greppel waren met name konijnen actief (deze loopsporen zijn overigens niet consistent bijgehouden vanwege de slechte leesbaarheid in de smalle greppel). Incidenteel zijn er buiten het sporenbed langs de stobbenwal van konijnen sporen waargenomen.

Bij het aflezen van de loopsporen op de sporenbedden zijn diverse waarnemingsfouten denkbaar, zoals het bepalen van de soort, de looprichting en de aantallen van de passages/bezoeken. Deze waarnemingsfouten kunnen onder ander het gevolg zijn van de slechte toestand van het sporenbed of door de hoge dichtheid aan sporen op het zandbed. Hierbij wordt het aflezen bemoeilijkt omdat de sporen kris kras door elkaar lopen. De interpretatie van de sporen is daarbij ook nog eens soortgevoelig. Een reeënspoor is makkelijker te identificeren dan een spoor van een kleiner dier, zelfs als de dichtheid aan sporen hoog is (Van der Grift *et al.* 2009a). Echter is hier bij het verzamelen van de sporen wel rekening mee gehouden door middel van het toewijzen van de toestand van het sporenbed

en de bijhorende opname correctiemaat.
Het veldwerk vond gedeeltelijk plaats in de winterperiode en tijdens deze periode was het zandbed op 25 dagen bedekt met sneeuw. Wanneer de sneeuw niet te dik, te vers en te nat was konden de sporen goed worden afgelezen. Dit werd echter in de loop der tijd bemoeilijkt doordat de sporen door en over elkaar liepen (het met sneeuwbedekte sporenbed kon niet geharkt worden). Met behulp van markering van de reeds geregistreerde sporen kon er nog enigszins onderscheid gemaakt worden tussen oude en nieuwe sporen, maar enkele waarnemingsfouten zijn hierbij denkbaar.

De loopsporen die zijn geïnventariseerd zijn gecategoriseerd in passages en bezoeken. Echter kan een passerend dier op drie kwart van het brugdek zijn terug gekeerd en nogmaals over het sporenbed als passerend dier genoteerd worden. Deze twee passages zijn dan dus feitelijk één bezoek. Misinterpretaties kunnen ook voorkomen bij de dieren die steeds terugkeren naar het ecoduct. Deze worden steeds als verschillende waarnemingen genoteerd, terwijl dit niet het geval is. Dit aspect kan eventueel verbeterd worden en hierover zullen aanbevelingen gedaan worden, zie hiervoor Hoofdstuk 11 Aanbevelingen.

Referentieplots

De infrarood camera's die de dieren in de referentieplots vast leggen, zijn gevoelig voor weersomstandigheden. Door slechte weersomstandigheden (mist of zware neerslag) kunnen dieren mogelijk niet geregistreerd worden. Hierdoor kan het werkelijk gepasseerde aantal hoger zijn dan is geregistreerd door de camera's.

10.2 Resultaten

Het gebruik van de diersoorten is geëxtrapoleerd naar een jaargemiddelde. Dit jaargemiddelde berust op de gegevens die geïnventariseerd zijn in de redelijk korte periode van september 2009 tot en met maart 2010. Het geschatte gebruik per jaar heeft daarom een zekere onzekerheidsfactor, aangezien het gebruik van de dieren sterk per maand kan verschillen.

De dieren worden mogelijk gehinderd in hun gebruik van het ecoduct doordat dagelijks de ecoducten bezocht worden voor controle. Echter werd de duur van deze controle zo minimaal mogelijk gehouden (afhankelijk van het aantal sporen) om verstoring tegen te gaan.

In de nabijheid van het ecoduct Leusderheide aan de kant van het Oude Kamp, bevindt zich een motorcrossterrein. Wanneer het motorcrosscircuit gebruikt wordt (voornamelijk op zaterdagen) zal dit waarschijnlijk veel verstoring voor de dieren veroorzaken. Dit kan mogelijk reflecteren in de mate van het ecoductgebruik door de dieren. Het is echter niet bekend hoe groot dit effect is.

11. Aanbevelingen

11.1 Ecoducten

11.1.1 Inrichting en beheer

Aangezien het ecoduct Treeker Wissel slechts een jaar oud is en het ecoduct Leusdeheide ook relatief jong is, is de ontwikkeling van de vegetatie nog in een begin stadium. Een aanbeveling is om deze ontwikkeling zijn gang te laten gaan en deze te volgen. Wat betreft Leusderheide is er al aardig wat begroeiing aanwezig dat, al is het minimaal, al enigszins als beschutting dienen voor de doelsoorten die reeds gebruik maken van het ecoduct.

Het ecoduct Treeker Wissel heeft momenteel nog weinig vegetatie. Alhoewel deze zich nog verder moet ontwikkelen, zal het meerdere jaren duren voordat er op de taluds een volwaardige bossingel ontstaat. Wanneer deze nog niet ontwikkeld is, kan het zo zijn dat aan bos gebonden soorten zoals de boommarter minder snel geneigd zijn om zich op het brugdek te begeven. Ditzelfde geldt voor de omgeving van het ecoduct aan de zijde van het Sterrenbos (Landgoed Den Treek – Henschoten). Tijdens de plagwerkzaamheden is er bos gerooid en zijn er geen bomen blijven staan. Dit was echter wel gunstig geweest om een verbinding te creëren tussen wederzijdse natuurgebieden voor de boommarter en de eekhoorn. Een aanbeveling is om de vegetatie op deze gronden verder te laten ontwikkelen voor minstens 10 jaar. Wanneer blijkt dat deze soorten na verloop van tijd nog niet worden gesignaleerd op het brugdek, dan kan mogelijk aanplant van enkele oudere bomen op de open plekken naar verwachting de oversteek door deze soorten bevorderen.

Het Edelhert is een van de (toekomstige) doelsoorten voor de corridor Leusderheide. Het is een schuw zoogdier en de verwachting is daarom dat het veel beschutting nodig heeft, met name in de omgeving van een drukke weg zoals de A28. Momenteel is de dichtheid van het struweel op het ecoduct Leusderheide aan de lage kant, maar dit zal zich in de loop van de jaren beter gaan ontwikkelen en met de betonnen afschermingen zal het ecoduct Leusderheide ook een gunstige overgang bieden voor het Edelhert. Het motorcrossterrein aan de kant van Oude Kamp, kan echter mogelijk voor veel verstoring zorgen voor dit schuwe dier. Verplaatsing van dit motorcrosscircuit naar een plek buiten de ecologische corridor is aan te bevelen.

Het ecoduct Treeker Wissel is naar verwachting minder geschikt voor het Edelhert. De adviesbreedte voor een ecoduct dat geschikt moet zijn voor het Edelhert, is vastgesteld op 50 meter (Grift, van der, 2004). Het Ecoduct van Treeker Wissel is met 44 meter breedte aan de smalle kant. Daarbij komt nog dat de stobbenwal gesitueerd is aan de zuidzijde van het ecoduct, wat de breedte van het ecoduct nog verder doet afnemen. Ten slotte is de beschutting van het ecoduct nog niet optimaal. Er is nauwelijks beschutting aanwezig op en in de omgeving van het ecoduct en de N227 is niet afgeschermd met grote zijwanden of met aarden

wallen zoals bij het ecoduct Leusderheide. Echter is de omgeving vrij rustig en de N227 relatief smal, dus het is nog onbekend in hoeverre negatieve effecten hiervan een rol (gaan) spelen voor het edelhert. Wil men echter de kans vergroten dat het Edelhert frequent gebruik gaat maken van het ecoduct Treeker Wissel, als onderdeel van de Leusderheide corridor, dan zal er met de bovenstaande aspecten rekening gehouden moeten worden en zal gezorgd moeten worden voor voldoende beschutting.

Om een natuurlijke overgang te creëren tussen het landgoed Den Treek - Henschoten en de Leusderheide heeft het ecoduct Treeker Wissel een overeenkomend (heide) uiterlijk gekregen. Alhoewel de bodem van het ecoduct en de omgeving uit voedselarm zand bestaat, bestaat de kans dat er vergrassing optreedt. Deze vergrassing kan ontstaan doordat er in de aangebrachte (gemengde) heideplaglaag zich humus en strooisel bevindt. Bij de afbraak hiervan treedt er nitrificatie op en dit is ten gunste van de grassen. Deze grassen kunnen concurreren met de heide en deze vervolgens verdrukken. Om dit te voorkomen wordt aangeraden om in dit geval op het ecoduct Treeker Wissel extensieve begrazing door schapen of maaibeheer toe te passen.

11.1.2 Sporenbedden

Een aanbeveling betreffende de sporenbedden is het leesbaar houden ervan. Door slechte weersomstandigheden en door het sporenbed te betreden met een voertuig ontstaan er hoogteverschillen op het sporenbed. Dit is met name het geval op het zandbed van Leusderheide, waar de centrale sectoren lager liggen dan de zijkanten. Door het sporenbed een á twee maal per jaar glad te maken met bijvoorbeeld een wegschaaf wordt het sporenbed weer beter leesbaar. Een ander aspect wat het sporen lezen moeilijk maakt, is de grote hoeveelheid stenen in het zand (Zie afbeelding 9.1). Dit is voornamelijk aan de orde op het ecoduct Leusderheide. Door de stenen kunnen loopsporen moeilijker opgemerkt worden. Het aanbrengen van een nieuwe fijne zandlaag zou het aflezen bevorderen.

Afbeelding 9.1. Stenen op het sporenbed bij Leusderheide.

Een andere aanbeveling betreft het monitoren van de ecoducten, is om twee zandbedden te plaatsen, één aan het begin en één aan het einde van het brugdek. Op deze manier kan het aantal sporen van een soort op het ene sporenbed vergeleken worden met het andere sporenbed en kan er met behulp van een set beslisregels bepaald worden hoeveel passages en hoeveel bezoeken er plaats hebben gevonden (van der Grift *et al*., 2009a). Doordat er nu met één sporenbed gewerkt wordt is het niet zeker of een soort het ecoduct daadwerkelijk is overgestoken.

11.2 Aanvullend onderzoek

11.2.1 Voldoende data genereren

Gezien de aanzienlijke verschillen tussen de twee ecoducten en van maand tot maand, is het moeilijk betrouwbare uitspraken te doen op basis van enkele maanden telgegevens. Een aanbeveling daarom is dat het gebruik van de ecoducten Leusderheide en Treeker Wissel door de doelsoorten minstens een jaar gemonitord moet worden.

Een andere aanbeveling is om meer infrarood camera's in de omgeving te gebruiken en zo meer referentieplots te creëren om een robuustere steekproef te krijgen. Een aanbeveling is om minimaal drie (vaste) referentieplots aan ieder zijde van de infrastructuur te plaatsen. Daarbij is het van belang dat het zoekgebied voor de referentieplots ongeveer homogeen is wat betreft het habitattype. Wanneer er meerdere habitattypen voorkomen binnen het zoekgebied dient het aantal referentieplots evenredig te worden vergroot. Hoe meer referentieplots, hoe groter de kans dat er meer soorten vastgelegd worden en hoe beter er gemiddelden berekend kunnen worden (van der Grift, 2010a).

11.2.2 Effectiviteit ecoducten

In dit rapport is vooral het gebruik van de ecoducten door zoogdieren onderzocht. Echter om de *effectiviteit* van de ecoducten te onderzoeken is er een ander soort onderzoek nodig dan slechts het monitoren van de loopsporen. De ecoducten hebben als functie om de barrièrewerking van de A28 en de N227 zo goed mogelijk op te heffen. Om dit te testen zou er een vergelijking gemaakt moeten worden tussen de faunabewegingen vóór de aanleg van de barrière en/of de gemeten barrièrewerking en die van na de aanleg van de mitigerende maatregel (de ecoducten). Jammer genoeg zijn er van vóór de aanleg van de A28 en de N227 geen metingen gedaan van faunabewegingen tussen beide populaties/leefgebieden.

Een andere manier om de effectiviteit te toetsen is door te onderzoeken of de ecoducten werkelijk bijdragen aan het herstellen van de genetische variatie van populaties en zo een gezonde, duurzame netwerkpopulatie creëren (één van de doelstellingen voor de ecoducten beschreven in H.4.3.1). Daartoe zal de uitwisseling van genen onderzocht moeten worden. De effectiviteit van de ecoducten is echter pas goed te formuleren wanneer de genetische differentiatie van de populaties vóór de aanleg van de mitigerende maatregel bekend is. Dit kan eveneens niet worden toegepast bij deze ecoducten omdat er geen DNA metingen gedaan zijn in de populaties.

Om toch een beeld te krijgen van de genetische differentiatie tussen de populaties van bijvoorbeeld het ree aan weerszijden van de ecoducten, zou het DNA ter weerszijde van de A28 onderzocht kunnen worden. De A28 vormt sinds 1986 een barrière voor de diersoorten die leven op de Utrechtse Heuvelrug (Autosnelwegen.nl, 2009). Doordat deze weg hier al enige tijd gesitueerd is, biedt dit een kans om genetische variatie te onderzoeken. Als er sprake is geweest van isolatie van de gescheiden reeënpopulaties dan zou dit weerspiegeld moeten worden in de differentiatie van de genen tussen de (sub)populaties. Een belangrijk aspect is dat dit over een periode van enige jaren getoetst moet worden, wil men een afname van de genetische differentiatie (F_{st}) constateren als gevolg van de mitigerende maatregel. Hierbij kan tevens gelet worden op de toename van de heterozygositeit binnen de populaties (Van der Grift *et al.*, 2009b).

Het verzamelen van het DNA kan gerealiseerd worden door bijvoorbeeld prikkeldraad zodanig te spannen over de breedte van het ecoduct dat de dieren er net onderdoor of tussendoor kunnen passeren en als gevolg hier haren op achter kunnen laten (Clevenger, 2009). Een andere manier op DNA te verkrijgen is door aangereden of geschoten wild te bemonsteren. Hierbij geldt wel dat dit binnen een korte periode na overlijden (circa 24 uur) gedaan moet worden (Doyon *et al.*, 2003). Dit verkregen DNA kan geanalyseerd worden en zo ontstaat er een zogenaamde genetische vingerafdruk. Door middel van dit DNA kan ieder individu onderscheiden worden die gebruik maakt van de ecoducten en tevens kan het geslacht en de oorsprong van het dier achterhaald worden. Deze gegevens kunnen worden vergeleken met de populaties van de omliggende natuurgebieden en zo kunnen genetische variaties worden aangetoond. Door middel van deze moleculaire technieken kan er inzicht verkregen worden in de effectiviteit van de ecoducten in het kader van de instandhouding van deze populaties (Clevenger, 2009).

11.2.3 Effectiviteit ecoducten voor het ree

In Hoofdstuk 8 Het ree is gehypothetiseerd over de functie van de ecoducten door het ree. Het is duidelijk dat de reeën regelmatig gebruik maken van de ecoducten. Maar onduidelijk is, of de ecoducten slechts faciliteren voor dieren die zich binnen hun eigen leefgebied verplaatsen of die hun leefgebied erdoor vergroten of zelfs een geheel nieuw gebied zoeken.
Er is sowieso sprake van een dispersiedruk aangezien de reeën toenemen in de onderzoeksgebieden. Belangrijk om dat te weten is hoeveel reeën er aan beide kanten van de barrière aanwezig zijn en hoe dit zich verhoudt met de kwaliteit van het gebied. Wanneer er een schatting is gemaakt van het aantal reeën die er bijvoorbeeld voor komen per 100 ha in deze gebieden dan kan er een vergelijking gemaakt worden en kan er worden ingeschat waar nog ruimte is voor reeën.

Zoals in Hoofdstuk 8 is beschreven is de reebok een territoriaal dier. Mocht het zo zijn dat er zich reebokken hebben gevestigd dichtbij de ingangen van de ecoducten, dan kan dit (een negatieve) invloed hebben op de reeën die gebruik willen maken van deze faunapassages. Om hier meer duidelijkheid in te verschaffen en zo verheldering te krijgen over de functie van het

ecoduct voor het ree wordt geadviseerd om meerdere fotocamera's ter hoogte van het sporenbed op te hangen, zodat de hele breedte van het brugdek in beeld wordt gebracht. Naast het feit dat er een beter beeld ontstaat wat betreft het gebruik van de ecoducten omdat alle dieren vastgelegd worden (dit is momenteel namelijk niet het geval bij Treeker Wissel waar de greppel en de stobbenwal buiten beschouwing zijn) kunnen de dieren mogelijk ook herkend worden. Zijn het steeds dezelfde dieren dan zijn dit hoogstwaarschijnlijk de dieren die dicht bij de ecoducten hun homerange/territorium hebben. Zijn het vaak andere dieren dan is er sprake van andere processen zoals zogeheten "stuwing" van faunabewegingen door een hoge populatiedruk in de omgeving of eventueel dispergerende jonge dieren.

Telemetrie kan tevens ingezet worden om de dispersie van de reeën te onderzoeken. Bekend is van het ree dat ze als jong dier dispergeren naar nieuwe ongekoloniseerde gebieden. Door de kalveren in de omgeving van de ecoducten te zenderen en deze nadien te volgen, wordt duidelijk of de ecoducten bij het zoeken naar nieuw leefgebied gebruikt worden door het ree. Daarnaast kan mogelijk afgeleid worden waar nog 'lege' leefgebieden zijn voor het ree. Deze verkregen informatie kan helpen bij het bepalen van de maximale draagkracht van een bepaald gebied voor het ree.

Dankwoord

Dit rapport had niet zonder de hulp van een aantal mensen tot stand kunnen komen. Binnen Alterra wil ik graag Edgar van der Grift bedanken voor zijn begeleiding, adviezen en informatie tijdens het opstellen van dit rapport. Daarnaast wil ik graag mijn begeleider van de Vrije Universiteit Amsterdam, Herman Eijsackers, bedanken voor zijn begeleiding en feedback om dit rapport tot een goed einde te brengen. Daarnaast wil ik Herbert Kuyvenhoven van de Provincie Utrecht en Paul van Veen van Rijkswaterstaat bedanken voor hun feed-back op het tussenrapport. Ik wil ook een aantal mensen bedanken die mij de nodige informatie hebben verschaft. Bij deze wil ik Adjudant Aerdts bedanken voor de mooie ritten door de Leusderheide en de hulp tijdens het ophangen van de infrarood camera's. Ook wil ik graag D. Rodrigo – Derksen, R. Nieuwerf en H. Ketelaar bedanken voor het beschikbaar stellen van informatie over het Reewild in de Provincie Utrecht en de gebieden Leusderheide en Den Treek – Henschoten.

Bronnenlijst

XXIX International Union of Game Biologists Congress. 2009, Moscow. *Possibilities for improving population estimation of particular game species door Phlal, R.*

Adriaens, T., Peymen, J. & Decleer, K., 2004. *Afbakening en inrichting van de natuur-verbindingsgebieden (nvbg): opmaak van een methodologische studie : voorbereidende studie ter stimulering, ondersteuning en begeleiding van de provincies in uitvoering van het decreet natuurbehoud en het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen.* Rapporten van het instituut voor natuurbehoud, 2004(09). Instituut voor Natuurbehoud: Brussel : Belgium. 133 pp

Alterra, 2001. *Handboek Robuuste Verbindingen; ecologische randvoorwaarden.* Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte.

Autosnelwegen.nl, 2010. *Dossier A28.* http://www.autosnelwegen.nl/asw/dos/frames.html?/asw/dos/dosA28.htm

Bergers, P.J.M. & Kalkhoven, J.T.R., 1996. *Versnippering van de natuur in Nederland. De aard en omvang van het probleem, de weg naar de oplossing*. IBN-DLO, Wageningen..

Bohemen van, H.D., 2004. *Ecological Engineering and Civil Engineering works*, Doctoral thesis TU Delft, The Netherlands.

Bosland adviesbureau, 2008. *Ecoduct N227 over de Doornseweg Leusderheide – Den Treek inrichtings- en beheersplan, eindconcept.*

Brandjes, G.J., Vliet, F. van, Sips, H.J.J., Beurden, R. van, nov. 2006. *Monitoring gebruik faunapassages 'Onderzoek boommarterbrug (A12) en ecoduct Leusderheide (A28*), rapport nr. 06-145. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Burt W. H., 1943. *Territoriality and Home Range Concepts as Applied to Mammals Journal of Mammalogy*, Vol. 24, No. 3. 1943, pp. 346-352.

Clevenger, A. P., Ford A. T., &. Sawaya M. A., 2009. *Banff wildlife crossings project: integrating science and education in restoring population connectivity across transportation corridors*. Final report to Parks Canada Agency, Radium Hot Springs, British Columbia, Canada

Dekker J.J.A, Groeneveld M. & Wieren van S.E., 2006. *No effects of dominance rank or sex on spatial behaviour of rabbits.* Resource Ecology Group, Department of Environmental Sciences, Wageningen University, Bornsesteeg 69, 6708 PD Wageningen, The Netherlands.

Desender, K., Maelfait, J.-P., & Honnay, O., 2002. Assumed and observed effects of habitat fragmentation on populations of wild animals and plants. Abstract International Symposium "Habitat fragmentation, effects and remedies" organized by the Royal Society of Natural Sciences *Dodonaea*.

Diepenbeek, A. van, 2003. *Veldgids diersporen*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.

Doyon, C., Trudeau V.L., Hibbert B.M., Howes L-A., en Moon T.W., 2003. *mRNA analysis in flattened fauna*: *Obtaining gene-sequence information from road-kill and game-hunting samples*. Canadian Journal of Zoology 81: 692-698

Forman, R. T. T., Sperling D., . Bissonette J. A, Clevenger A. P., Cutshall C. D., Dale V. H., Fahrig L., France R., Goldman C. R., Heanue K., Jones J. A., Swanson F. J., Turrentine T., and Winter T. C., 2003. *Road Ecology: Science and Solutions*. Island Press, Washington, D.C. 481 pp

Fryxell, J. M. & Sinclair, A. R. E., 1988. *Causes and consequences of migration by large herbivores.* Trends. Ecol. Evol. 3: 237±241

Grift van der, E.A., 2004. *Corridor Leusderheide, Nut en noodzaak van de verbindingszone en advies voor de dimensionering en positionering van een ecoduct over de N237*. Alterra-rapport 912

Grift van der, E.A., Ottburg F.G.W.A. & Dirksen J., 2009a. *Het gebruik van Natuurbrug Zanderij Crailoo door mens en dier*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1906.

Grift van der, E.A., Dirksen J., Jansman H.A.H., Kuijpers H. & Wegman R.M.A., 2009b. *Actualisering doelsoorten en doelen Meerjarenprogramma Ontsnippering*. Alterrarapport 1941. Alterra, Wageningen

Grift van der, E.A., 2010a. *Richtlijnen voor het meten van het gebruik van faunapassages*. Wageningen Alterra

Grift van der, E.A. & Wegman R., 2010b. *Advies ecologische verbinding Zwaluwenberg* Alterra, Wageningen Universiteit en Research Centrum.

Hanski, I., Moilanen, A. & Gyllenberg, M., 1996. Minimum viable population size. *American Naturalist* 147: 527-541.

Hanski, I. & Gilpin, M., 1991. Metapopulation dynamics: brief history and conceptual domain. *Biol. J. Linn. Soc. Lond.* 42: 3-16.

Harrison, S and Taylor, A.D., 1997. *Empirical Evidence for Metapopulation Dynamics. In: Metapopulation Biology: Ecology, genetics and evolution (ed Ilkka A. Hanski and Michael E. Gilpin)* Academic Press, San Diego, CA.

Iuell B., Bekker G. J., Cuperus R., Dufek J., Fry G., Hicks C., Hlaváč V., Keller V. B., Rosell C., Sangwine T., Tørsløv N., Wandall B., le Maire B. (red.)., 2003. *Wildlife and traffi: a European handbook for identifying conflicts and designing solutions*. KNNV Publishers, Delft

Jansen, S. 2006. *Ecoduct N227 / Doornseweg Leusderheide - Den Treek, Verkennende studie* Versie 1.0. Movares Nederland B.V. Utrecht.

Kenniscentrum reeën, 2009. *Reeëndichtheid.* http://www.kenniscentrum-reeen.nl/HetRee/Populatie/Dichtheid.aspx verkregen op 16 april 2010.

Mabelis, A.A.; Windt, N.P. van der; Boer, T.A. de, 2001. *Advies fiets- en wandelpaden in de Lage Grond; ecologische effecten van een aantal tracés voor een wandelpad en een fietspad tussen Zeist, Utrecht en Bunnik*. Wageningen : Alterra, (Alterra-rapport 340)

MJPO, 2010. http://www.mjpo.nl/projecten/?page=provincie&region=utrecht&point=UT02

Müller, S. and Berthoud, G., 1997. *Fauna / Traffic Safety – Manual for civil engineers. Laboratoire des voies de circulation.* École Polytechnique Fédérale de Lausanne (LAVOC), Lausanne, Zwitserland

Pater, K., 2010. *Waar slagveld onder reeën. Dieren steeds vaker opgeschrikt door de mens en doodgereden.* http://www.uu.nl/NL/faculteiten/diergeneeskunde/Actueel/media/2010/februari/Pages/Dierensteedsvakeropgeschrikt.aspx

Platform van de Heuvelrug, 2003. *Gebiedsvisie Hart van de Heuvelrug, Schaken op de Heuvelrug: speelveld & openingsspel.*

Pouwels, R., 2000. *LARCH: een toolbox voor ruimtelijke analyses van een landschap*. Alterra rapport 043, Wageningen

Programmabureau Hart van de Heuvelrug, 2008. *Inrichtings- en beheersplan Westelijke corridor Hart van de Heuvelrug.*

Pulliam, H.R., 1988. Source-sink, and population regulation. *American Naturalist* 132: 652-661.

Rijkswater Staat, 2005. *Factsheet Leusderheide*.

Schaffer, M.L., 1987. Minimum Viable Populations: coping with uncertainty. In: Soulé, M.E. (ed.) *Viable populations for conservation*. Cambridge Universty Press, Cambridge. p. 69-83.

Schoon, R., 2005. *Beheer: fris en doeltreffend.* http://www.kenniscentrum-reeen.nl/ Portals/ 0/literatuur/ capreolus/Nr45Capreolus.pdf. Capreolus, Tijdschrift voor Reewildbeheer van de Vereniging Het Reewild, 14e jaargang, nr. 45, voorjaar 2005

Saïd S., Gaillard J.M, Widmer O., Débias F,, Bourgoin G., Delorme D, Roux C., 2009. *What shapes intra-specific variation in home range size? A case study of female roe deer.* Oikos 118:9, 1299-1306

Stichting Valwild Utrecht, 2007. *Pas op voor reeën op de weg!* *http://www.faunabeheereenheid.nl/utrecht/Faunabeheer%20in%20de%20praktijk/Persbericht%2007022007%20Pas%20op%20voor%20ree%C3%ABn%20op%20de%20weg.pdf*

Stichting Valwild, 2008. *Jaarverslag Stichting Valwild Utrecht 2008*

Stichting Valwild, 2010. Persoonlijke mededeling met R. Nieuwerf.

Townsend, C. R., Begon M., Harper J.L., 2008. *Essentials of Ecology, 3rd Edition* Wiley-Blackwell, Oxford.

Tufto, J., Andersen, R., Linnell, J., 1996. *Habitat use and ecological correlates of home range size in a small cervid: the roe deer*. J. Anim. Ecol. 65, 715–724.

Veldhoen E., Grift van der, E. A. en Ottburg F. G.W.A., 2010. *Het gebruik van de ecoducten Treeker Wissel (N227) en Leusderheide (A28) door fauna.* Alterra, Wageningen Universiteit en Research Centrum

Vereniging het Edelhert, 2007. *Gewone Vlier.* http://www.veluwshert.nl/cms/index.php? option=com_content&view=article&catid=41%3Aflora&id=580%3Agewone-vlier&Itemid=113

Wahlström. K. L. & Liberg O., 1994. *Patterns of dispersal and seasonal migration in roe deer* (*Capreolus capreolus*).

Wahlström K. L. 1994. The significance of male-male aggression for yearling dispersal in roe deer (*Capreolus capreolus*).

Winden van, J., 2003. Ecologische netwerken in het landschap van de stad. Literatuuronderzoek naar het nut en functioneren van ecologische netwerken in de stad en een uitwerking voor de ringslang (Natrix natrix)

Zoogdiervereniging, 2009. *De vos (Vulpes vulpes).* *http://www.zoogdiervereniging.nl/node/280*

Bijlagen

Bijlage 1. Overzicht doelsoorten

Bijlage 2. Notitieformulieren

Bijlage 3. Locatie camera's

Bijlage 4. Alle waargenomen soorten op de ecoducten

Bijlage 5. Vergelijking gebruiksfrequentie ecoducten per jaar over verschillende onderzoeksperiode

Bijlage 1. Overzicht doelsoorten

De doelsoorten voor de corridor Leusderheide zijn alle soorten die er tot nu toe aanwezig zijn (in tabel: huidige soorten) en soorten die doelstelling voor de gebieden zijn maar er nog niet voorkomen (in tabel: doelsoorten)(Grift van der, 2004).

De soorten onder het kopje '*huidige soorten'* zijn bepaald aan de hand van een inventarisatiestudie uitgevoerd door Rijkswaterstaat Directie Utrecht in het kader van de *Haalbaarheidsstudie Ecoduct A28* (DHV, 2001). Daarnaast zijn deze gegevens aangevuld met inventarisaties uit de studie *Ontsnippering van de Utrechtse Heuvelrug*, uitgevoerd door de Provincie Utrecht. Deze laatst verkregen gegevens zijn tussen haakjes geplaatst. De vetgedrukte soorten zijn aangewezen als doelsoorten door de Werkgroep Groene Corridors.

De soorten behorende bij 'doelsoorten' in de tabel, zijn opgesteld aan de hand van de aan het gebied toegewezen natuurdoeltypen in de beleidsnota *Utrechtse Natuurdoeltypen*. (Provincie Utrecht 2002). Om de doelsoorten te kunnen vaststellen is er gebruik gemaakt van het Handboek Natuurdoeltypen (Bal *et al.* 1995).

Gebied	Zoogdieren	Reptielen	Amfibieën	Dagvlinders
Vlasakkers e.o.	*Huidige soorten:* **(boommarter)** **eekhoorn** haas konijn **ree** (rosse vleermuis)	*Huidige soorten:* hazelworm levendbarende hagedis **zandhagedis**	*Huidige soorten:* -	*Huidige soorten:* (eikepage) groentje groot dikkopje heideblauwtje heivlinder kommavlinder kleine vuurvlinder
	Doelsoorten: das franjestaart ingekorven vleermuis vale vleermuis	*Doelsoorten:* adder gladde slang ringslang	*Doelsoorten:* rugstreeppad kamsalamander	*Doelsoorten:* bosparelmoervlinder bruine eikepage bruine vuurvlinder duinparelmoervlinder groot geaderd witje grote parelmoervlinder keizersmantel kleine ijsvogelvlinder kleine heivlinder vals heideblauwtje
Oude Kamp e.o.	*Huidige soorten:* bunzing **eekhoorn** egel haas konijn mol **ree** (rosse vleermuis) vos wezel	*Huidige soorten:* hazelworm levendbarende hagedis **zandhagedis**	*Huidige soorten:* -	*Huidige soorten:* -
	Doelsoorten: -	*Doelsoorten:* -	*Doelsoorten:* -	*Doelsoorten:* -
Leusderheide e.o.	*Huidige soorten:* aardmuis **boommarter** bosmuis bosspitsmuis bunzing dwergmuis dwergspitsmuis **eekhoorn** egel haas konijn mol **ree** (rosse vleermuis) rosse woelmuis veldmuis vos wezel	*Huidige soorten:* hazelworm levendbarende hagedis **zandhagedis**	*Huidige soorten:* bruine kikker gewone pad kleine watersalamander rugstreeppad	*Huidige soorten:* bruine eikepage groentje groot dikkopje heideblauwtje heivlinder kleine heivlinder kommavlinder rouwmantel kleine vuurvlinder
	Doelsoorten: das franjestaart ingekorven vleermuis vale vleermuis	*Doelsoorten:* adder gladde slang	*Doelsoorten:* rugstreeppad kamsalamander	*Doelsoorten:* bosparelmoervlinder bruine eikepage bruine vuurvlinder duinparelmoervlinder groot geaderd witje grote parelmoervlinder kleine heivlinder vals heideblauwtje

Bijlage 2 Notitieformulieren

Leusderheide

Waarnemer(s): .....

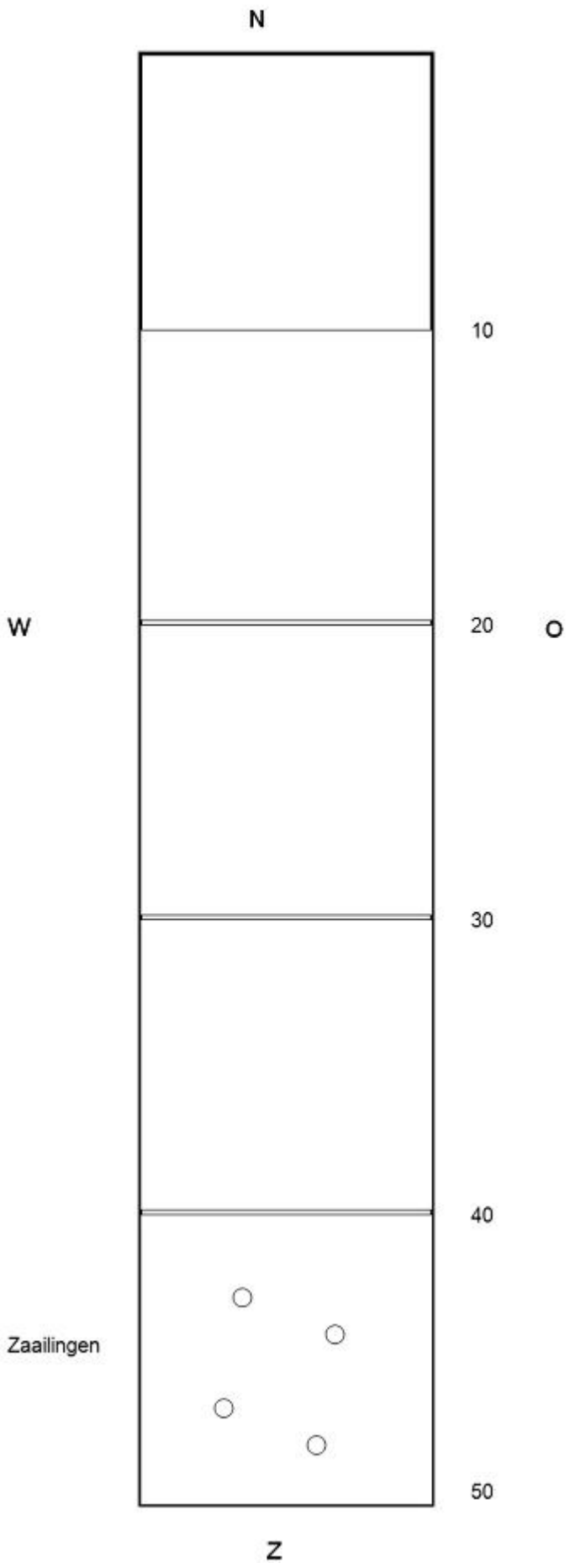
Datum: ..... **Sporenbed:** Leusderheide

Begintijd inventarisatie: ..... **Eindtijd:** ....

Toestand sporenbed (omcirkel): onleesbaar / slecht / matig / goed / uitstekend

Door toestand bed alleen sporen leesbaar van (omcirkel): Grote / Middelgrote / Kleine zoogdieren

Volg-nummer	Soort	Looprichting	Looppatroon				
			sluip-gang	stap	draf	galop	sprong-galop


N
10
W
20
O
30
40
Zaailingen
50
Z

Treeker Wissel

Waarnemer(s): .....

Datum: ..... Sporenbed: Treeker Wissel

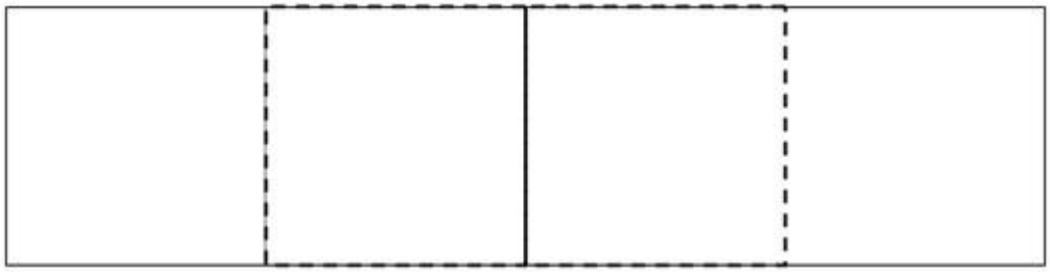
Begintijd inventarisatie: ..... Eindtijd: .....

Toestand sporenbed (omcirkel): onleesbaar / slecht / matig / goed / uitstekend

Door toestand bed alleen sporen leesbaar van (omcirkel): Grote / Middelgrote / Kleine zoogdieren

Volg-nummer	Soort	Looprichting	Looppatroon				
			sluip-gang	stap	draf	galop	sprong-galop

Z



N

Bijlage 3. Locatie camera's

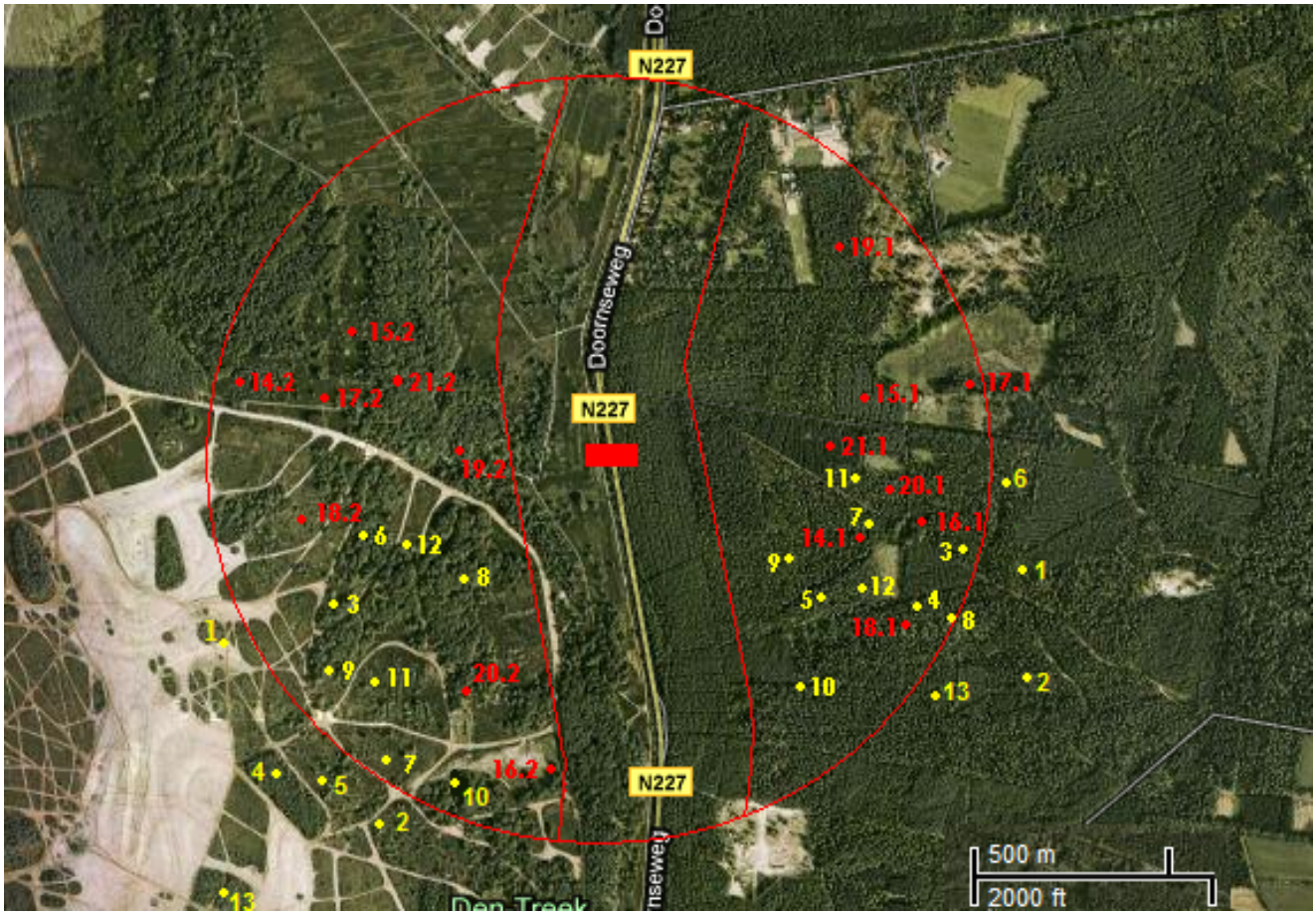
In de onderste twee kaarten staan de locaties weergegeven van de infraroodcamera's die tijdens de onderzoeksperiode in de omgeving van de ecoducten hebben gehangen. De rode cirkel stelt het zoekgebied voor, heeft een straal van 1000m en heeft het ecoduct als centraal punt (rode balk).

In geel staan de locaties weergegeven van de camera's die in de periode september 2009 tot en met december 2009 op zijn gehangen (1 tot en met 13). Deze bevonden zich allen rond het ecoduct Treeker Wissel (zie de kaart van de omgeving van Treeker Wissel op de volgende pagina). In rood staan de locaties weergegeven van de 'nieuwe methode' die vanaf januari 2010 van start is gegaan (14 tot en met 21).

Leusderheide

N.B. De locatie 18.2 en 19.2 is hetzelfde. Dit komt omdat het slot waarmee de camera vast hing kapot was gegaan. Hierdoor heeft de camera twee weken op één locatie gehangen.

Treeker Wissel



Bijlage 4. Alle waargenomen soorten op de ecoducten

In de tabellen zijn alle soorten met het bijhorende absolute aantal sporen opgenomen die in de periode september 2009 tot en met maart 2010 op de sporenbedden van de ecoducten waargenomen zijn.

Ecoduct Leusderheide

Soort	Waargenomen aantal sporen
boommarter	5
bosmuis	53
haas	98
hond	21
konijn	702
mens	97
rat	2
ree	209
vogel	3
vos	255
onbekend	2
Eindtotaal	1447

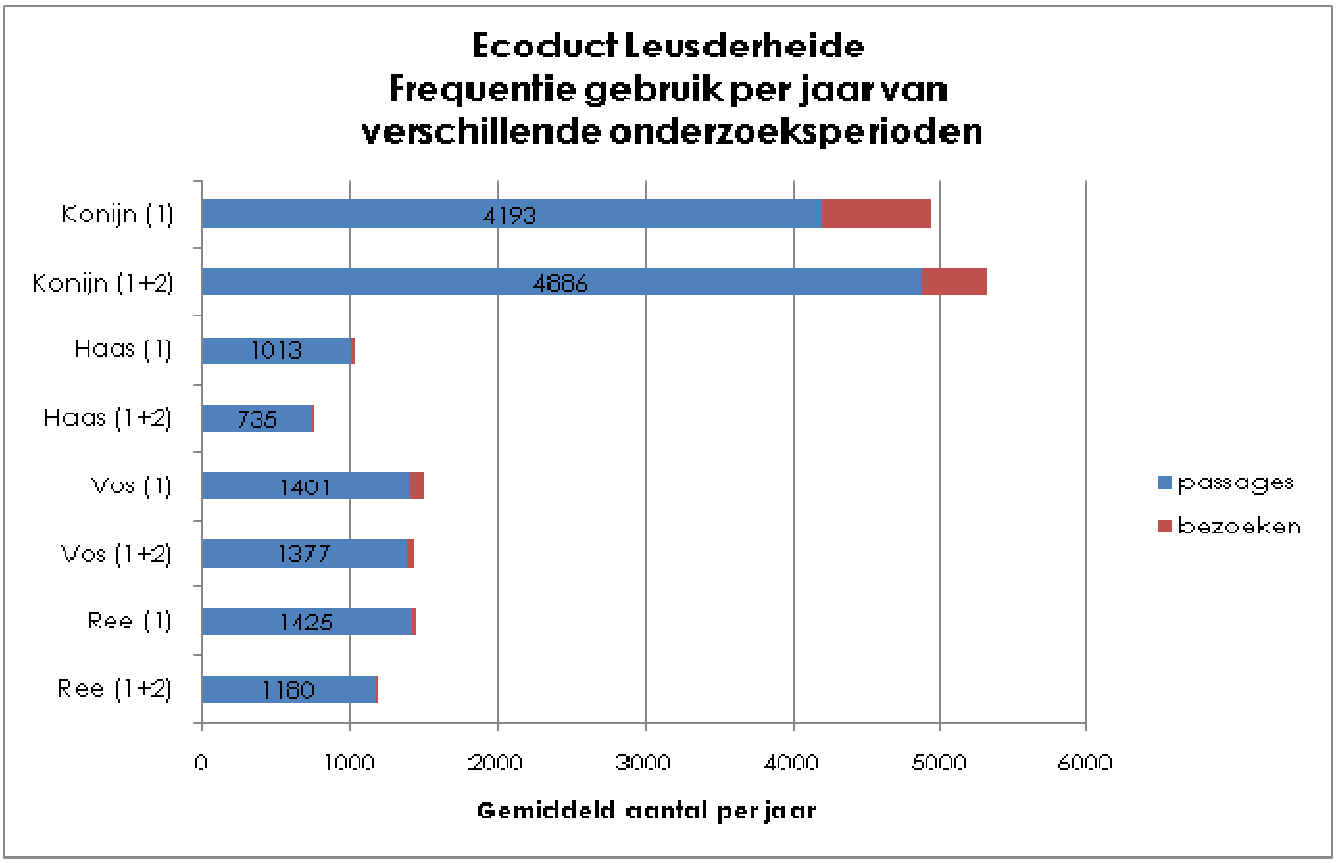
Ecoduct Treeker Wissel

Soort	Waargenomen aantal sporen
bosmuis	1
haas	91
hond	13
konijn	283
mens	29
ree	100
vos	127
Eindtotaal	644

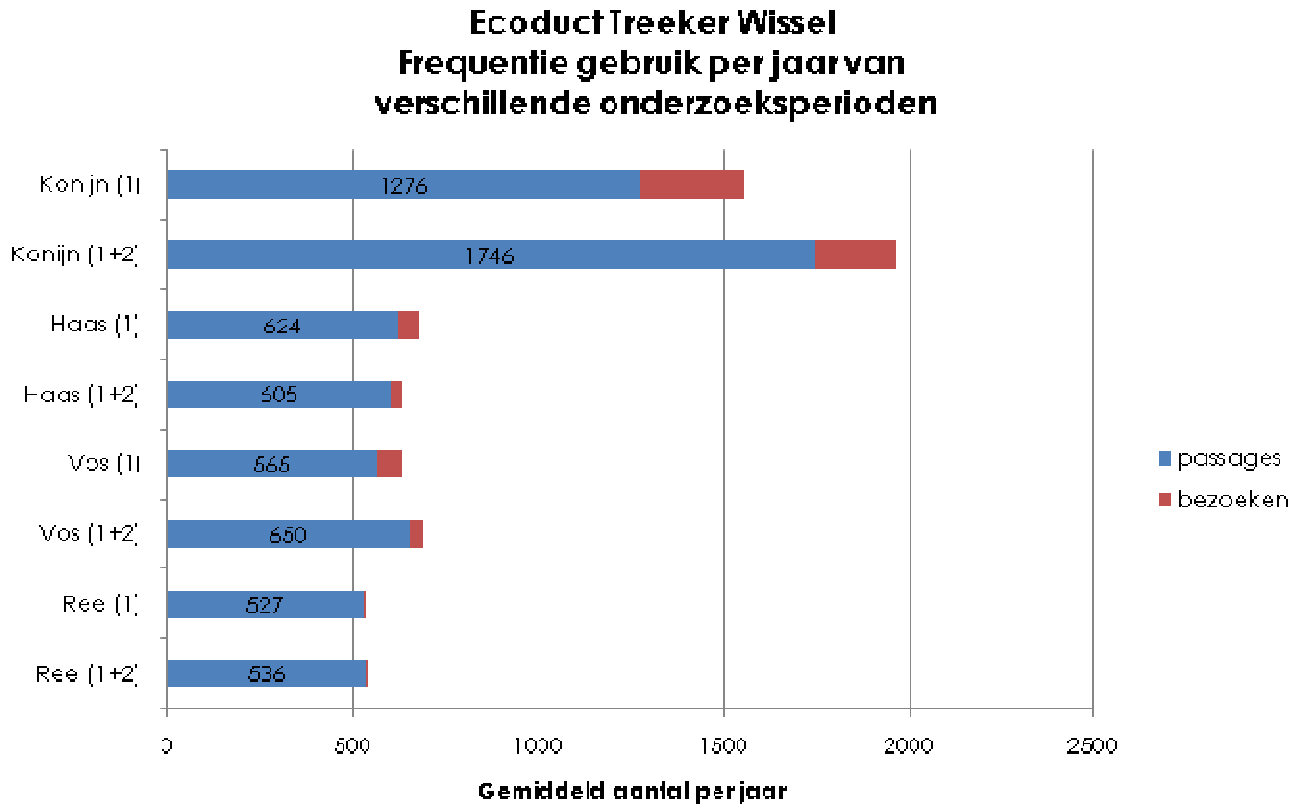
Bijlage 5. Vergelijking gebruiksfrequentie ecoducten per jaar over verschillende onderzoeksperiode

In de onderstaande figuren staan van de waargenomen zoogdieren de gebruiksfrequentie per jaar per ecoduct die zijn berekend op basis van verschillende onderzoeksperioden (data van september 2009 tot en met begin december 2009 en data van de periode september 2009 tot en met maart 2010). Doormiddel van deze vergelijking kan er een beeld gevormd worden betreffende het verschil en de betrouwbaarheid van de bevindingen op basis van slechts drie maanden monitoring (periode september 2009 tot en met begin december 2009) of circa zes maanden.

In figuur 1 is te zien dat verwacht wordt dat de gebruiksfrequentie per jaar op het ecoduct Leusderheide van de haas, vos en ree, berekend op basis van zes maanden, afneemt ten opzichte van de berekende gebruiksfrequentie op basis van drie maanden onderzoek. Van het konijn wordt verwacht dat deze enigszins meer gebruik gaat maken dan op basis van drie maanden inventarisatie.



Figuur 1. De berekende gebruiksfrequentie per jaar op basis van verschillende onderzoeksperiode voor de verschillende waargenomen zoogdieren op het ecoduct Leusderheide. (1) geeft de geschatte gebruiksfrequentie aan geschat op basis van de data die verzameld is in de periode van september 2009 tot en met begin december 2009, (1+2) geeft de geschatte gebruiksfrequentie aan geschat op basis van de data die verzameld is in de periode van september 2009 tot en met maart 2010.



Figuur 2. De berekende gebruiksfrequentie per jaar op basis van verschillende onderzoeksperiode voor de verschillende waargenomen zoogdieren op het ecoduct Treeker Wissel. (1) geeft de geschatte gebruiksfrequentie aan geschat op basis van de data die verzameld is in de periode van september 2009 tot en met begin december 2009, (1+2) geeft de geschatte gebruiksfrequentie aan geschat op basis van de data die verzameld is in de periode van september 2009 tot en met maart 2010.

Op basis van zes maanden monitoren van het ecoduct Treeker Wissel is van het konijn en de vos een toename van de gebruiksfrequentie per jaar verwacht. De haas zal op basis van zes maanden monitoring minder gebruik maken van het ecoduct. Bij het ree is slechts een klein verschil waarneembaar.

Uit de bovenstaande resultaten blijkt dat er wel degelijk verschillende gebruiksfrequenties per jaar worden verwacht op basis van meer data. Alhoewel de verschillen niet heel groot zijn bij het ree en de haas bij ecoduct Treeker Wissel en bij de vos bij ecoduct Leusderheide, is bij de rest van de zoogdieren een aanzienlijk verschil waarneembaar. Op basis hiervan kan gesteld worden dat hoe meer data beschikbaar, hoe robuuster de gemiddeldes en schattingen worden en hoe beter er uitspraken gedaan kunnen worden.