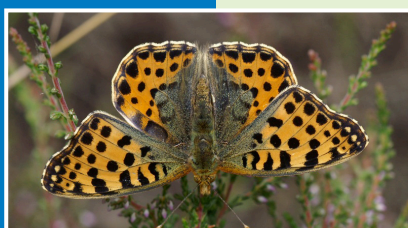


Ontsnipperingsvisie Noordhollands Duinreservaat



D.E.H. Wansink
G.F.J. Smit



Bureau Waardenburg
Ecologie & Landschap

Ontsnipperingsvisie Noordhollands Duinreservaat

drs. D.E.H. Wansink, drs G.F.J. Smit

Status uitgave: definitief

Rapportnummer: 17-055
Projectnummer: 16-435
Datum uitgave: 1 september 2017
Foto's omslag: Zandhagedis (Gerard Smit), Kleine parelmoervlinder (Jeroen Brandjes), Zeeweg (N513) ter hoogte van Castricum aan Zee (Dennis Wansink), Nauwe korfslak (Dirk Kruijt)
Projectleider: drs. D.E.H. Wansink
Naam en adres opdrachtgever: Provincie Noord-Holland
Postbus 3007, 2001 DA Haarlem
Referentie opdrachtgever: Opdrachtnummer 1000058037 (brief 806388/825889 d.d. 12 juli 2016)
Akkoord voor uitgave: ir. E.J.F. de Boer
Paraaf:



Graag citeren als: Wansink, D.E.H., 2017. Ontsnipperingsvisie Noordhollands Duinreservaat. Bureau Waardenburg Rapportnr. 17-055. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Trefwoorden: ontsnippering, habitatfragmentatie, faunavoorzieningen, Noordhollands Duinreservaat, Natura 2000

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv.
Opdrachtgever hierboven aangegeven vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Provincie Noord-Holland

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.

Voorwoord

Provincie Noord-Holland en Provinciale Waterleidingbedrijf Noord-Holland (PWN) dragen gezamenlijke verantwoordelijkheid voor de kwaliteit van Natura 2000-gebieden in de provincie Noord-Holland. Connectiviteit is een van de onderdelen waarop de kwaliteit van Natura 2000-gebieden wordt beoordeeld. Het Natura 2000-gebied Noordhollands Duinreservaat wordt door enkele provinciale wegen doorsneden en wordt in het oosten door provinciale wegen begrensd. Ook een gemeentelijke weg doorsnijdt het Natura 2000-gebied. Provincie Noord-Holland en PWN hebben Bureau Waardenburg opdracht verstrekt onderzoek te doen naar knelpunten en mogelijke oplossingen voor de effecten van deze wegen op de kwaliteit van het Natura 2000-gebied.

Aan de totstandkoming van dit rapport werkten mee:

Dennis Wansink	projectleiding, rapportage
Gerard Smit	rapportage

Genoemde personen zijn door opleiding, werkervaring en zelfstudie gekwalificeerd voor de door hun uitgevoerde werkzaamheden. Het project is uitgevoerd volgens het kwaliteits-handboek van Bureau Waardenburg. Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg is door Certiked ISO gecertificeerd overeenkomstig BRL 9990:2001 / ISO 9001:2008.

Vanuit de Provincie Noord-Holland werd de opdracht begeleid door mevrouw Koosje Lever, vanuit PWN door de heer Dick Groenendijk. Wij danken hen voor de prettige samenwerking.

Inhoud

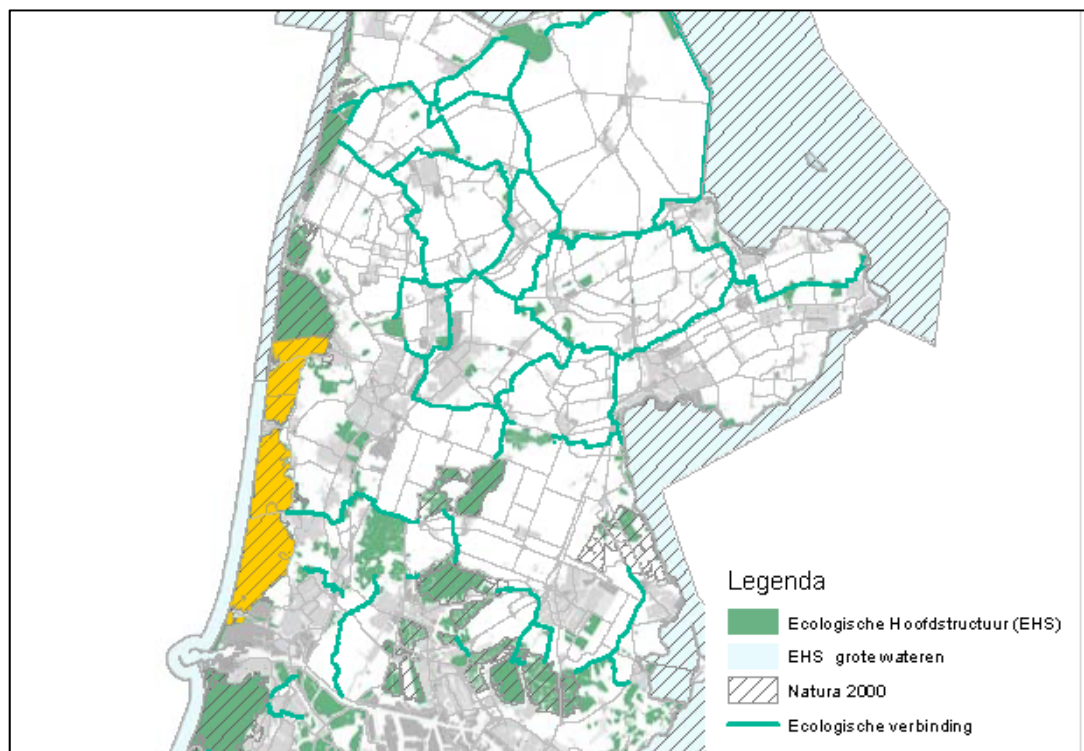
Voorwoord	3
1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding en doel	7
1.2 Ontsnipperende maatregelen	8
1.3 Vraagstelling	8
1.4 Aanpak	8
2 Versnippering	11
2.1 Effecten van verkeersinfrastructuur	11
2.2 Inherente versnippering van het mozaïek aan duinhabitat	14
2.3 Faunavoorzieningen	15
2.4 Visie natuurbeleid RLI en PBL	17
2.5 Verkeersinfrastructuur in en langs het Noordhollands Duinreservaat	18
3 Analyse	27
3.1 Landschap	27
3.2 Typische soorten habitattypen, doelsoorten beheer	31
3.2 Beheer	35
4 Visie en aanbevelingen	39
4.1 Visie	39
4.2 Aanbevelingen	40
5 Literatuur	45
Bijlage 1 Soorten	49
Bijlage 2 Amfibieëntunnels onder N-wegen	51

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

Het Noordhollands Duinreservaat is een Natura 2000-gebied. Het is een van de grootste natuurgebieden in ons land. Het gebied strekt zich uit van de terreinen van Tata Steel bij Wijk aan Zee tot de Schoorlse Duinen (eveneens een Natura 2000-gebied). Het is zo'n 20 kilometer lang en gemiddeld 2,5 km breed, met een oppervlakte van 5.300 hectare. Het gebied omvat duinen, strand, binnenduinrandbossen met veel reliëf en enkele kleinere natuurgebieden. Het Noordhollands Duinreservaat is in beheer bij het Provinciale Waterleidingbedrijf Noord-Holland (PWN).

Het Noordhollands Duinreservaat maakt onderdeel uit van het Natuurnetwerk Nederland (NNN; voorheen Ecologische Hoofdstructuur, figuur 1.1). Aan de oostkant van het duinreservaat zijn drie ecologische verbindingen voorzien die nog niet (volledig) zijn gerealiseerd.



Figuur 1.1 Het Noordhollands Duinreservaat (geel) als onderdeel van het Natuurnetwerk Nederland (voorheen EHS) (bron: Provincie Noord-Holland 2016).

Het reservaat wordt op drie plekken doorsneden door infrastructuur. De Zeeweg N513 van Castricum naar Castricum aan Zee, de Egmonderstraatweg van Egmond aan Den Hoef naar Egmond aan Zee en de Zeeweg N510 van Bergen naar Bergen aan de Zee. Daarnaast bevinden zich ten oosten van het reservaat de N511 en N512 die van Castricum in het zuiden tot Bergen in het noorden het Noordhollands Duinreservaat min of meer begrenzen.

De dorpen Egmond aan Den Hoef en Egmond aan Zee, gelegen aan de Egmonderstraatweg, zijn bijna aan elkaar gegroeid, waardoor hier bijna geen verbinding meer is tussen het noordelijke en zuidelijke deel van het duinreservaat. Er is nog een smalle groenstrook (flessenhals) over waarin onder andere twee voetbalvelden liggen.

De provinciale wegen en de dichte bebouwing bij Egmond versnipperen het duinlandschap en belemmeren de bewegingen van dieren binnen het duinreservaat en tussen het duinreservaat en de gebieden ten oosten hiervan. Connectiviteit is een van de onderdelen waarop de kwaliteit van Natura 2000-gebieden wordt beoordeeld.

Het doel van dit project is het in beeld brengen van de ontsnipperingsknelpunten in het Noordhollands Duinreservaat en het aandragen van oplossingen.

1.2 Ontsnipperende maatregelen

Om de versnipperende werking van de provinciale wegen te verminderen zijn op een aantal plekken faunapassages voor amfibieën aangelegd (bijlage 2). Stichting RAVON doet momenteel onderzoek naar de effectiviteit van deze faunapassages.

Onder de Egmonderstraatweg is in 2016 een faunatunnel aangelegd. Op deze locatie doet zich de mogelijkheid voor om de flessenhals te verbreden. De twee sportvelden komen in de nabije toekomst waarschijnlijk in beheer van PWN. Door het vrijgekomen terrein voor natuur in te richten wordt dit knelpunt verzacht. Een voorstel voor de herinrichting van de flessenhals staat in Visser *et al.* (2017).

1.3 Vraagstelling

De onderzoeksvragen zijn:

1. Welke soorten of soortgroepen komen door versnippering in de knel?
2. Wat betekent dit voor de levensvatbaarheid van de populaties?
3. Welke ontsnipperingsknelpunten zijn aanwezig?
4. Welke maatregelen zijn mogelijk?
5. Hoe kan de inrichting van de twee voetbalvelden bij Egmond bijdragen aan de ontsnippering?

Op vraag 5 wordt in Visser *et al.* (2017) ingegaan. Met betrekking tot vraag 4 (maatregelen) is het belangrijk dat de maatregelen ook financieel haalbaar zijn en op maatschappelijk draagvlak kunnen rekenen.

1.4 Aanpak

De analyse is gebaseerd op bronnenonderzoek over de natuurwaarden en samenhang met het landschap van het duingebied, een veldbezoek aan het terrein rond de infrastructuur van de provinciale en gemeentelijke wegen en kennis over de barrièrewerking van infrastructuur

en gebruik van faunavoorzieningen door dieren. Bij de (inter)nationale betekenis van het duingebied zijn de doelstellingen voor het Natura 2000-gebied Noordhollands Duinreservaat nadrukkelijk meegenomen.

Op basis van de analyse is een visie opgesteld over de ontsnippering met een overzicht van opgeloste / niet opgeloste knelpunten. Deze visie is voorgelegd aan de belanghebbenden: de Gemeente Bergen, PWN en de Provincie Noord-Holland.

2 Versnippering

2.1 Effecten van verkeersinfrastructuur

Dat verkeersinfrastructuur een versnipperend effect heeft op natuur is de laatste decennia afdoende beargumenteerd. Een weg heeft een ruimtelijke impact op natuur die verder gaat dan het ruimtebeslag van het weglichaam. Geluid, verlichting en de uitstoot van het wegverkeer (stikstof, fijnstof, zware metalen) beïnvloeden de kwaliteit van natuur aan weerszijden van de weg en zorgen ervoor dat dieren wegen vermijden. De infrastructuur vormt dan ook niet alleen een barrière voor bewegingen van dieren door het landschap maar beïnvloed een gebied dat ruimer reikt dan de breedte van het weglichaam (Forman & Alexander 1998, Forman & Deblinger 2000). Wegen dragen dan ook bij aan de isolatie van populaties, maar genetische studies geven zelden aanwijzingen dat daarbij sprake is van een volledige barrière (Holderegger & Di Giulio 2010). Er is echter een veelheid aan aanwijzingen voorhanden dat wegen direct of indirect de verspreiding van soorten beperkt, het habitat lokaal aantast en daarmee van invloed is op de duurzaamheid van populaties.

Eén van de meest zichtbare effecten van wegen op dieren is het optreden van faunaverkeersslachtoffers. Het verkeer vormt vooral een risico voor mobiele dieren die de weg frequent en makkelijk oversteken zoals middelgrote en grote zoogdieren. Maar ook voor kleine dieren die zich over grote afstanden kunnen verplaatsen op zoek naar nieuw leefgebied kan het wegverkeer een belangrijk risico vormen en zo een barrière vormen tussen leefgebieden. De aanwezigheid van verkeersslachtoffers kan predatoren aantrekken. Ook korte bermvegetaties kunnen predatoren aantrekken zoals muizenetende roofvogels die door hun jachtgedrag in de berm verhoogd risico lopen om te worden aangereden (Smit 1997; Smit *et al.* 1998; Andrews *et al.* 2011). Onderzoek bij vogels geeft aan dat de individuen die gedood worden in beduidend betere conditie zijn dan slachtoffers van predatie, wat indirect kan bijdragen aan effecten op populatieniveau (Bujoczek *et al.* 2011). De aantallen waargenomen slachtoffers op de weg vormen vaak maar een klein deel van het werkelijk aantal slachtoffers; kleine dieren verdwijnen snel, grotere kunnen door predatoren worden verwijderd of bereiken de berm om daar te sterven (Brandjes & Smit 1999; Teixeira *et al.* 2013).

De relatie tussen wegverkeer, verkeersintensiteit en de verspreiding van soorten is vooral bij amfibieën onderzocht. Uit grootschalig onderzoek in Amerika blijkt dat dichtheid aan wegen en verkeersintensiteit een negatief effect hebben op het aantal soorten lokaal aanwezige amfibieën en dit effect ook algemene soorten betreft (Cosentino *et al.* 2014). In Nederland is eerder door Vos en Chardon aangetoond dat dichtheid aan wegen (met een vergelijkbare verkeersintensiteit als de N-wegen) een negatief effect heeft op de verspreiding van heikikker (Vos & Chardon 1998).

De gewone pad is één van de meest voorkomende faunaverkeersslachtoffers, zowel bij wegen als bij spoorwegen (Budzik & Budzik 2014). Nabij bos en water worden de hoogste aantallen gevonden (Elzanowski *et al.* 2009; Matos *et al.* 2012). Sommige soorten kikkers worden vooral gevonden bij avonden dat de verkeersintensiteit laag is en veel dieren de weg

op gaan. De dieren verstillen in reactie op een naderende auto (Mazerolle *et al.* 2005). Bij salamanders is geen relatie met verkeersintensiteit gevonden (Mazerolle 2004).

De voor de duinen kenmerkende rugstreeppad is een pionier en één van de mobielere soorten amfibieën. Ze zijn goed in staat nieuwe wateren te ontdekken. Het zijn echter vooral de juveniele dieren die wegtrekken en dispersie vertonen (Rothermel 2004). Deze jonge dieren verplaatsen zich in hun eerste levensjaar overdag en hebben daarbij een voorkeur voor schaars begroeide tot kale habitats (Stevens *et al.* 2006). Het weglichaam is daarbij geen barrière maar dat zal deze jonge dieren naar verwachting kwetsbaarder maken voor verkeer dan volwassen dieren.



Figuur 2.1 Rugstreeppad (Foto: Jeroen Brandjes).

Kleine zoogdieren vermijden het weglichaam en lijken minder gevoelig voor emissies en verkeersgeluid. Ze komen dan ook regelmatig in wegbermen voor (van der Reest 1989). Dieren die in de berm voorkomen lopen een verhoogd risico omdat zij de weg vaker over kunnen steken om habitat aan de andere kant te bezoeken. Zo worden aangereden egels vaker langs beboste bermen gevonden, reeën daar waar wegen een bosrijk transect doorsnijden, amfibieën nabij wateren en bunzingen nabij bosjes met waterpartijen (Smit 1997; Smit *et al.* 1998; Jochimsen *et al.* 2004). Kleine zoogdieren hebben waarschijnlijk weinig baat bij verkeersremmende maatregelen, maar eerder bij passages die de dieren veilig de weg over helpen (McGregor *et al.* 2008). Het is aannemelijk dat dit ook voor andere bermbewonende soorten geldt.

Minder bekend is dat ook ongewervelde dieren als insecten en kevers risico lopen bij het oversteken van wegen. Voor goedvliegende insecten zoals sommige libellen en vlinders vormen wegen geen barrière voor dispersie, echter ook deze vliegende insecten lopen risico te worden gedood bij het overvliegen van de weg. Bij wegen in het buitenland, met een verkeersintensiteit vergelijkbaar als de N-wegen, kan in een seizoen een substantieel deel van de libellenpopulatie rond de weg door verkeer worden gedood (Soluk *et al.* 2011).

Dat ongewervelden gevoelig zijn voor versnippering is reeds sinds de jaren zeventig bekend door het werk van Den Boer aan loopkevers (Den Boer 1970, 1977). Wegen dragen bij aan deze versnippering. Kleinere oppervlakten bos herbergen minder soorten loopkevers, waaronder minder specifieke bossoorten. De kwaliteit van het habitat en de aanwezigheid van wegen kan dit effect versterken. Bossoorten steken de weg niet over en de bosrand en open wegbermen vormen een barrière voor deze soorten (Kotze *et al.* 2011). Een weg introduceert dan zogenaamde randeffecten die vooral bij bossoorten zijn onderzocht. Typische bossoorten mijden de directe omgeving van wegen vanwege de openheid van het habitat. Degelijke randeffecten zijn ook bekend van planten (Avon *et al.* 2010; Kotze *et al.* 2011).

Wegen kunnen dus verschillende effecten hebben:

- Risicobarrière (mortaliteit);
- Landschappelijke barrière (= verlies aan oppervlakte leefgebied).

Fahrig & Rytwinski (2009) voegen hier nog een derde (indirect) effect aan toe. Soorten wiens predatoren de nabijheid van wegen mijden kunnen er voor kiezen om, ondanks hun gevoeligheid voor verstoring door verkeer, toch dicht in de buurt van wegen te leven. Fahrig & Rytwinski (2009) komen op basis van een literatuurstudie tot de conclusie dat zes typen van soortgroepen te onderscheiden zijn op basis van hun reactie op wegen. Vier hiervan reageren negatief op wegen. Dit zijn (1) soorten die door wegen worden aangetrokken en die niet in staat zijn naderende auto's te ontwijken (slangen vallen bijvoorbeeld in deze groep), (2) soorten die grote afstanden afleggen, een lage reproductiesnelheid hebben en in lage dichtheden voorkomen (bijv. grote zoogdieren en grote vogels), (3 & 4) kleine dieren wiens populaties niet door predatoren, die gevoelig zijn voor verstoring door verkeer, worden gelimiteerd en die hetzij (a) leefgebied nabij wegen mijden omdat ze gevoelig zijn voor verstoring door verkeer (bijv. sommige kleine vogels) of (b) die wegen niet mijden vanwege verstoring door verkeer én die niet in staat zijn auto's te ontwijken (bijv. amfibieën). De typen die positief op wegen reageren zijn (5) soorten die door wegen worden aangetrokken vanwege de aanwezigheid van een belangrijke levensbehoefte (voedsel, nestplaats) én die in staat zijn aankomende auto's te ontwijken (bijv. gieren) en (6) soorten die niet gevoelig zijn voor verstoring door verkeer, maar wel de weg zelf mijden en wiens predatoren de nabijheid van wegen mijden (bijv. sommige kleine zoogdieren). Kort samengevat is sprake van:

- verkeerssterfte bij typen 1, 2, 4;
- habitatverlies bij type 2 en 3;
- habitattoename bij type 5;
- ontbreken van predatie bij type 6.

Er zijn overigens ook soorten die in geen van de zes categorieën vallen. Wegen lijken geen effect op hen te hebben of het effect is minimaal (positief of negatief). Sommige kleine zoogdieren en kleine vogels vallen in deze categorie.

Voor de soorten van de categorieën 1 tot en met 4 vormen wegen een barrière voor dispersie waarbij uitwisseling tussen populaties wordt beperkt.

2.2 Inherente versnippering van het mozaïek aan duinhabitat

Het Noordhollands Duinreservaat is een karakteristiek voorbeeld van een Nederlands duinlandschap, zoals dat in de loop der eeuwen is ontstaan als gevolg van een samenloop van geologische, geomorfologische en klimatologische omstandigheden en menselijk handelen. De natuurlijke en de door mensen geïnitieerde processen hebben geleid tot een mozaïek van habitattypen. De configuratie van de afzonderlijke habitats zal in het dynamische duinmilieu in de loop der jaren steeds veranderen. Dit betekent dat afzonderlijke habitatplekken van nature versnipperd voorkomen en een goede uitwisseling tussen deze plekken van belang is om (her)kolonisatie van open gevallen plekken mogelijk te maken.

De duinhabitats herbergen vooral ongewervelde fauna die strikt aan hun habitat gebonden zijn en daarmee ook gevoelig zijn voor versnippering. Dit betreft vooral de soorten van droge graslandhabitats zoals deze in grijze duinen voorkomen. Spinnen-gemeenschappen van sterk gefragmenteerde habitats met kleine oppervlaktes, worden gekenmerkt door een grote verscheidenheid in soortensamenstelling en worden als onstabiel bestempeld. Het aantal specifieke soorten neemt af naarmate de oppervlakte kleiner wordt. Voor deze spinnensoorten is dispersie cruciaal voor de verspreiding op kleine en grote schaal. Spinnen kunnen zich met de wind verspreiden hangend aan draad. Deze neiging tot ballooning is echter heel laag in sterk geïsoleerde populaties en bij sterk gespecialiseerde soorten van het grijze duin (Bonte 2004). Een dergelijke neiging kan anders tot een kostbaar verlies aan individuen leiden.

Loopkevers, waaronder soorten van droge graslanden, kunnen sterk aan hun habitat gebonden zijn. De dagelijkse verplaatsing van loopkevers ligt in de orde van grootte van ten hoogste enkele tientallen meters (Kujawa *et al.* 2006). Hoewel diverse soorten zich kunnen verplaatsen over afstanden van enkele kilometers, kan een sterke versnippering van habitat de kolonisatie van open gevallen plekken tegengaan (Elek *et al.* 2014).

Duinstruwelen hebben in tegenstelling tot duingraslanden geen specifieke insecten- of spinnenfauna. Ze zijn wel belangrijk als onderdeel van het habitat voor deze soortgroepen, maar vooral in mozaïek met duingraslanden (Bonte *et al.* 2002).

Vochtige en natte duinvaleien maken deel uit van het mozaïek aan duinhabitats. Bij aquatische insecten lijken de matig mobiele soorten het meest gevoelig voor versnippering. Zij handhaven zich bij een evenwicht tussen migratie en 'genetic drift'. Sterk migrerende soorten kunnen barrières makkelijker overwinnen en slecht migrerende soorten zijn beter bestand tegen inteelt (Watanabe *et al.* 2010).

Bescherming van grijs duin (figuur 2.2) betekent het handhaven van een (dynamisch) mozaïek van habitats met verschillende successiestadia. Hier horen ook open zand, bos en struweel en vochtige tot natte duinvalleien bij. De natuurlijke dynamiek als gevolg van verstuiving en betreding en diversiteit aan habitats zijn van belang voor de diversiteit aan soorten die goed zijn aangepast aan de vaak extreme lokale condities (Schirmel *et al.* 2012; Brunbjerg *et al.* 2015).



Figuur 2.2 Grijs duin bij Castricum aan Zee (Foto: Dennis Wansink d.d. 26-09-2016).

2.3 Faunavorzieningen

Maatregelen om effecten van versnippering tegen te gaan hebben betrekking op het vergroten en verbinden van leefgebied. Bij het opheffen of mitigeren van versnippering door infrastructuur gaat het vooral om faunavorzieningen die leefgebied aan weerszijden van de weg moet verbinden. Dat faunavorzieningen door dieren gebruikt worden leidt geen twijfel. Onderzoek aan enkele honderden uiteenlopende voorzieningen in Nederland laat zien dat allerlei voorzieningen over het algemeen goed door dieren worden gebruikt. De ligging in en aansluiting met het landschap zijn daarbij belangrijk.

Faunavorzieningen zijn er op gericht dieren een veilige passage te bieden. Ze hebben vooral een meerwaarde als dieren de passage goed weten te vinden en de kans op (veilige) passage van de weg nihil is. Dit zal het geval zijn bij een hoge verkeersintensiteit en bij aanwezigheid van (geleidende) rasters. Ook voor dieren die de neiging hebben wegen te mijden zullen passages een meerwaarde hebben als dieren deze daadwerkelijk weten te

vinden. Zoals hierboven aangegeven worden allerlei typen passages snel en goed door allerlei groepen dieren gevonden om wegen over te steken.

Grootschalige voorzieningen als ecoducten vormen habitat-habitat verbindingen waarbij het ecoduct deel uitmaakt van het habitat. Natuurbruggen zijn gericht op droge verbindingen. Onderdoorgangen zoals bij Ankeveen en Zeist-west verbinden ook natte habitats. Ecoducten in Nederland (en België) worden gebruikt door een grote groep van soorten. Dit betreft zowel ongewervelden als reptielen, amfibieën, kleine en grote zoogdieren. Natuurbruggen met een vergelijkbaar habitat als aanwezig in de directe omgeving hebben ook een vergelijkbare gemeenschap van loopkevers en andere ongewervelden. De dieren (inclusief rode lijstsoorten en soorten van Habitat- en Vogelrichtlijn) weten een natuurbrug reeds het eerste jaar na aanleg te vinden (Lambrechts *et al.* 2008; Lambrechts *et al.* 2011; Brandjes *et al.* 2013; Emond & Brandjes 2014a, b, c, d).

Faunatunnels worden gebruikt door amfibieën, kleine en middelgrote zoogdieren. Grondgebonden ongewervelde dieren, zoals loopkevers, mieren en spinnen maken wel gebruik van kleine faunatunnels, maar het betreft incidentele passages. In het algemeen zijn de tunnels voor deze soorten onaantrekkelijk. De meeste grondgebonden ongewervelde dieren leggen korte afstanden af. Voor hen moet een oversteekplaats bestaan uit aaneengesloten leefgebied. Door hun geringe formaat (doorsnede van 40 bij 40 cm) bieden kleine faunatunnels geen mogelijkheden voor het ontstaan van leefgebieden. Grotere tunnels bieden die mogelijkheid wel en worden wel intensief door ongewervelden gebruikt. Zo troffen Lambrechts & Janssen (2003) 55 soorten spinnen aan in een tunnel van 5 meter breed en 3 meter hoog.

Hoe korter en ruimer de tunnel hoe frequenter het gebruik zal zijn (Brandjes *et al.* 2002; Smit 2006). Kleine faunatunnels hebben over het algemeen een laag frequent gebruik en zullen vooral een rol spelen voor dispersie (Smit *et al.* 2006). Uitzondering hierop vormen middelgrote zoogdieren zoals dassen die de tunnels kunnen opnemen in een dagelijkse trekroute (Brandjes *et al.* 2002). Grote faunatunnels, fietstunnels en amfibieëntunnels met een open rooster aan de bovenzijde worden ook door reptielen gebruikt (Struijk 2011).

Voor een soortgroep als amfibieën hoeft de meerwaarde van faunavoorzieningen niet altijd duidelijk te zijn. Amfibieëntunnels worden aangelegd op plekken waar veel dieren worden doodgereden: locaties met veel trekkende dieren. Bij lokale wegen met veel trek zal ook zonder speciale voorzieningen een deel van de dieren de overkant halen. Bij amfibieëntunnels kan het voorkomen dat maar een deel van de dieren de voorziening accepteert of vindt. Hoewel tunnels met geleiding in dergelijke situaties slachtoffers onder trekkende dieren voorkomen zijn effecten op de populatie niet altijd eenduidig (Beebee 2013).

Faunatunnels en ecoducten bieden dieren de mogelijkheid een weg ongelijkvloers te kruisen. Is dit niet mogelijk, dan kan met het toepassen van wildwaarschuwingssystemen en/of snelheidsremmende maatregelen het aantal verkeersslachtoffers onder dieren die de weg gelijkvloers moeten oversteken worden verminderd. Bij een wildwaarschuwingssysteem worden dieren door een sensor gedetecteerd als zij de weg naderen. De sensor

activeert een waarschuwingsbord voor de weggebruiker (figuur 2.3). Dit systeem is effectiever dan uitsluitend 'vaste' waarschuwingsborden plaatsen (Huijser *et al.* 2006, 2009), maar is alleen toepasbaar voor soorten met een minimale hoogte van 15 cm, zoals middelgrote (das, vos) tot grotere (ree, hert) zoogdiersoorten (www.traffic2000.nl). In het algemeen zijn de doelsoorten die soorten die aanzienlijke schade aan voertuigen of zelfs inzittenden kunnen aanrichten.



Figuur 2.3 Oplichtende matrixborden van een wildwaarschuwingssysteem (bron: Wegewiki.nl).

2.4 Visie natuurbeleid RLI en PBL

De Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur heeft in 2013 haar visie op het natuurbeleid gegeven: Onbeperkt Houdbaar Naar een robuust natuurbeleid (RLI 2013). Een belangrijk doel van het natuurbeleid is het in stand houden en herstellen van ecosystemen en landschappen en de leefgebieden van wilde planten- en diersoorten. Hierbij moeten we rekening houden met het dynamische karakter van natuur. Wilde dieren zijn autonoom en bepalen zelf op welke wijze zij gebruikmaken van hun omgeving, waar ze zich vestigen en hoe ze zich verplaatsen. Wilde planten en dieren leven dan ook meestal in ruimtelijk van elkaar gescheiden deelpopulaties die voorkomen in een ruimtelijk mozaïek van verschillende leefgebieden. De deelpopulaties hebben verschillende levensverwachtingen, ze kunnen bij ongunstige condities verdwijnen, waarna in gunstiger jaren weer nieuwe vestiging optreedt. Om dit mogelijk te maken mogen geschikte leefplekken niet te ver van elkaar liggen.

De Raad stelt dat het natuurbeleid technocratiseert, er is behoefte aan afrekenbaarheid van publieke financiering. Deze benadering houdt onvoldoende rekening met het autonome en dynamische karakter van natuur. Sturing op condities in plaats van op specifieke soorten maakt een meer realistische en ontspannen benadering van natuurbeheer mogelijk. De beheerder wordt daarbij niet 'afgerekend' op gehaalde natuurdoelen, maar op genomen maatregelen. Hierbij wordt de volgende prioritering gegeven:

1. Oppervlakte-uitbreiding, verbetering van externe milieucondities en van beheer in bestaande natuurgebieden.
2. Creëren van nieuwe gebieden in de omgeving van bestaande kernen van natuur, om regionale natuurnetwerken te creëren.
3. Vergroten van de uitwisselingsmogelijkheden binnen de regionale netwerken die op deze manier ontstaan.
4. Creëren van nieuwe verbindingen tussen gebieden. Het creëren van verbindingen die overeenkomen met de kenmerken van de te verbinden gebieden heeft uit kostenoverwegingen prioriteit boven de aanleg van 'kunstwerken' (ecoducten) die doorsnijdingen compenseren.

Eerder in 2012 stelde het Planbureau voor de Leefomgeving in haar rapport *Effecten van klimaatverandering in Nederland: 2012* (PBL 2012) dat de natuur zichtbaar reageert op veranderingen in klimaat, zoals verschuivingen in de verspreidingsgebieden en levenscycli van plant- en diersoorten. Ook in Nederland is het klimaat de afgelopen 100 jaar meetbaar veranderd en deze trend zet nog door. Klimaatverandering kan bestaande knelpunten voor de natuur, zoals versnippering, versterken. Het Planbureau voor de Leefomgeving geeft aan dat op rijksniveau weinig beleidsaandacht is voor de effecten van de klimaatverandering op de natuur. Het Natuurnetwerk Nederland en het Natura 2000-netwerk bieden goede bouwstenen om de Nederlandse natuur meer klimaatbestendig te maken. Dit vergt een focus op vergroten, verbinden en verbeteren van bepaalde waardevolle natuurgebieden (moeras, duin en kust, bos en heide), zodat soorten kunnen meebewegen naar gunstigere klimaatzones. Daarnaast vraagt een klimaatbestendig natuurbeleid om een herziening van de natuurdoelen. Doordat de huidige natuurdoelen statisch zijn gedefinieerd, zal de haalbaarheid van deze doelen met een verdergaande klimaatverandering afnemen, evenals de kans dat Nederland aan zijn internationale verplichtingen zal kunnen voldoen (PBL 2012).

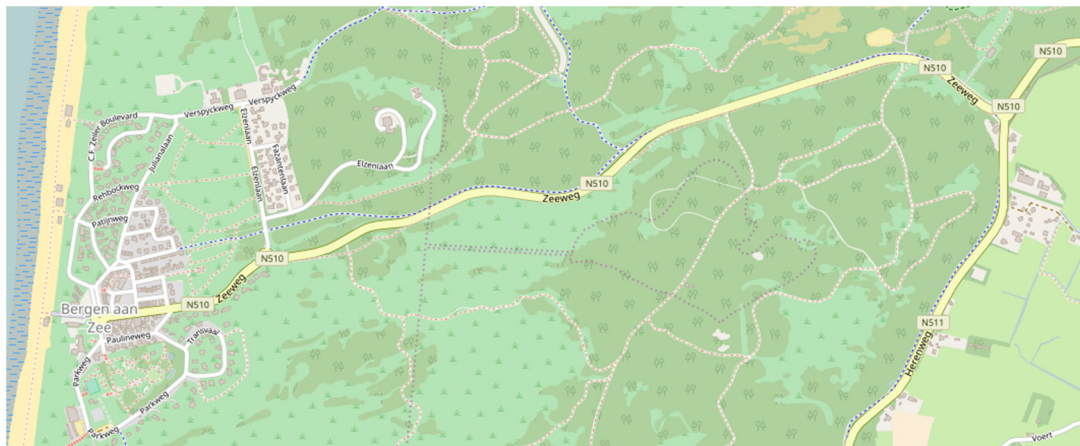
De Provincie Noord-Holland steekt in haar beleid in op zowel het uitbreiden en beheren van natuurgebieden als het realiseren van natuurverbindingen. Het herinrichten van de twee voetbalvelden bij Egmond (Visser *et al.* 2017) is een voorbeeld van het eerste. Het onderhavige onderzoek naar versnipperingsknelpunten is onderdeel van het 'programma verbinden en ontsnipperen' waarin de aanleg van natuurverbindingen wordt gekoppeld aan de realisatie van infrastructurele projecten, waaronder het onderhoud van bestaande infrastructuur. Zo ontstaan kansen voor 'werk met werk' (Provincie Noord-Holland 2013).

2.5 Verkeersinfrastructuur in en langs het Noordhollands Duinreservaat

N510, Zeeweg

De N510 is een provinciale weg van 2,3 km die loopt van Bergen aan Zee tot de rotonde De Franschman waar hij aansluit op de Eeuwigelaan naar Bergen en de N511 naar Egmond aan Den Hoef (figuur 2.4). Hij doorsnijdt het duinreservaat over de hele breedte van oost naar west, waarbij enig hoogteverschil overwonnen moet worden. Op de komgrens van Bergen aan Zee ligt een rotonde, waar de N510 eindigt. De gemeentelijke Zeeweg gaat dan

door tot aan de boulevard langs het strand van Bergen. De snelheidslimiet is 80 km/uur. De verkeersintensiteit is in de orde van grootte van 3.500 vervoersbewegingen per etmaal¹.



Figuur 2.4 Ligging N510 (Data by OpenStreetMap.org contributors under CC BY-SA 2.0 license).

De weg wordt aan beide zijden door Vochtig duinbos (H2180B) begrensd, met uitzondering van een traject van 300 m waar het aan Vochtige duinheiden met kraaihei (H2140B) grenst. Aan de noordkant van de weg ligt een fietspad (tweerichtingen), aan de zuidkant ligt een geasfalteerd voetpad. Tussen weg en fietspad en weg en voetpad bevindt zich een groenstrook waar, naast gras, over lange trajecten bomen staan. De breedte van de groenstrook varieert tussen 3 en 10 m. De breedte van het wegdek bedraagt 6,5 m. In de buurt van Bergen aan Zee verwijderd het fietspad zich tot 82 m van de weg en het wandelpad lokaal tot 30 m.

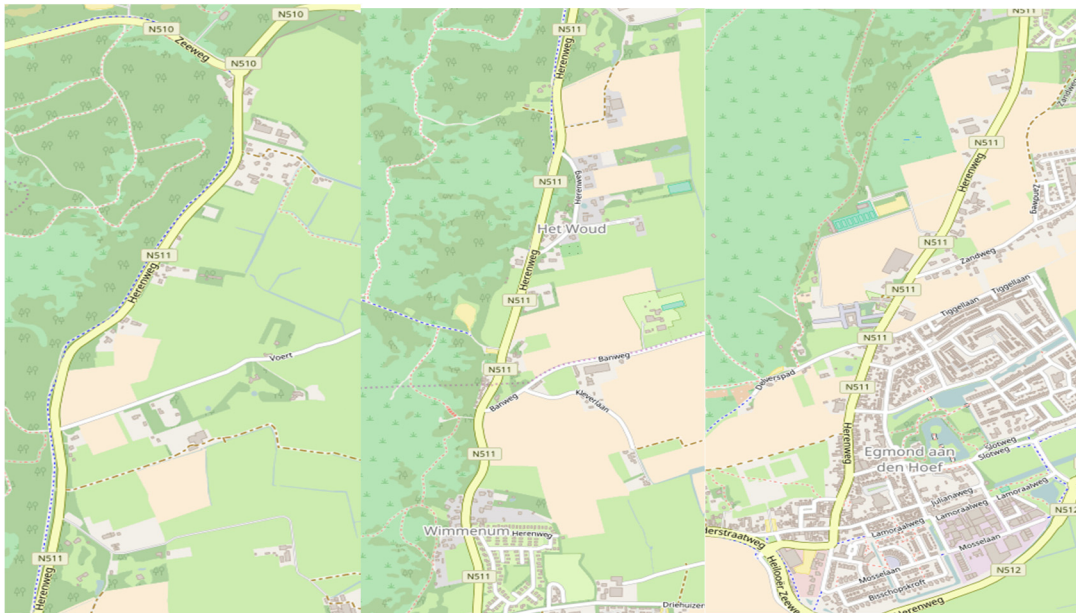
De weg, fietspad en voetpad zijn door de meeste diersoorten makkelijk over te steken. Zeker 's avonds en 's nachts als er weinig verkeer is. De delen van de groenstroken met bomen tussen fietspad en weg en tussen voetpad en weg bieden enige dekking aan dieren die willen oversteken. Ze hoeven dan maar een 'gat' van 6,m over te steken. Anderzijds onttrekken de bomen de dieren ook aan het zicht van de autobestuurders, wat de kans op aanrijdingen juist vergroot. Voor kleine grondgebonden diersoorten, zoals muizen, amfibieën, loopkevers, spinnen en andere ongewervelden blijft het onder alle omstandigheden gevaarlijk de weg over te steken.

N511, Herenweg

De N511 is een provinciale weg die over een afstand van 5 km loopt van de rotonde De Franschman naar Egmond aan den Hoef (figuur 2.5). De weg volgt de binnenduintrand en kent onderweg weinig kruispunten. Aan de westzijde van de weg zijn vooral de duinen zichtbaar, aan de oostzijde met name polderlandschap. De weg is dan ook niet veel meer dan een verbindingsweg tussen Bergen en Egmond. De weg eindigt op de komgrens van Egmond aan de Hoef. De snelheidslimiet is 80 km/uur. De verkeersintensiteit is in de orde van grootte van 2.500 voertuigen per etmaal².

¹ [https://www.wegenwiki.nl/N510_\(Nederland\)](https://www.wegenwiki.nl/N510_(Nederland)); gegevens van 2009

² [https://www.wegenwiki.nl/N511_\(Nederland\)](https://www.wegenwiki.nl/N511_(Nederland)); gegevens van 2009



Figuur 2.5 Ligging N511 van noord (links) naar zuid (rechts, Data by OpenStreetMap.org contributors under CC BY-SA 2.0 license).

Het wegdek is 6,5 m breed. Aan de westzijde ligt een fietspad van 3,25 m breed. Er is geen voetpad. Tussen Egmond en Wimmenum bevindt zich tussen de weg en het fietspad een groenstrook van circa 1,8 m breed, begroeid met kort gemaaid gras. Ten noorden van Wimmenum staat over een lengte van 200 m een heg tussen het fietspad en de weg. Vanaf Het Woud totaan rotonde De Franschman verwijderd het fietspad zich regelmatig van de weg en is de groenstrook een enkele keer 20 m breed. Tussen Het Woud en rotonde De Franschman liggen weg en fietspad besloten tussen bomen of bos. Ten zuiden van Het Woud, tot Egmond, gaan beide door een meer open agrarisch landschap met verspreid staande bosjes.

Tussen Wimmenum en rotonde De Franschman loopt de N511 door het NATURA 2000-gebied of vormt het de oostgrens van het NATURA 2000-gebied. Tussen Egmond en Wimmenum ligt de oostgrens van het NATURA 2000-gebied 100 tot 300 m van de weg verwijderd.

Onder de N511, tussen Wimmenum en rotonde De Franschman zijn 16 kleine faunatunnels aangelegd. Het betreft 7 brede tunnels zonder licht, 3 tunnels met een betonnen raster en 6 tunnels met een metalen raster (zie bijlage 2). De tunnels en de houten schermen aan weerszijden van de tunnels verkeren in redelijke condities, maar op enkele plekken ontbreken schermen of zijn ze zwaar beschadigd waardoor dieren op de weg kunnen komen (figuur 2.6). De snelheidslimiet op trajecten met amfibieëntunnels is 60 km/uur.



Figuur 2.6 Amfibieëntunnels onder de N511 d.d. 5 juli 2017. Links zijn de schermen en de ingang overgroeid met gras waardoor dieren over de schermen kunnen klimmen. Rechts is een deel van het scherm beschadigd waardoor dieren de weg kunnen bereiken (Foto's: Annette Karels).

N512, Heereweg

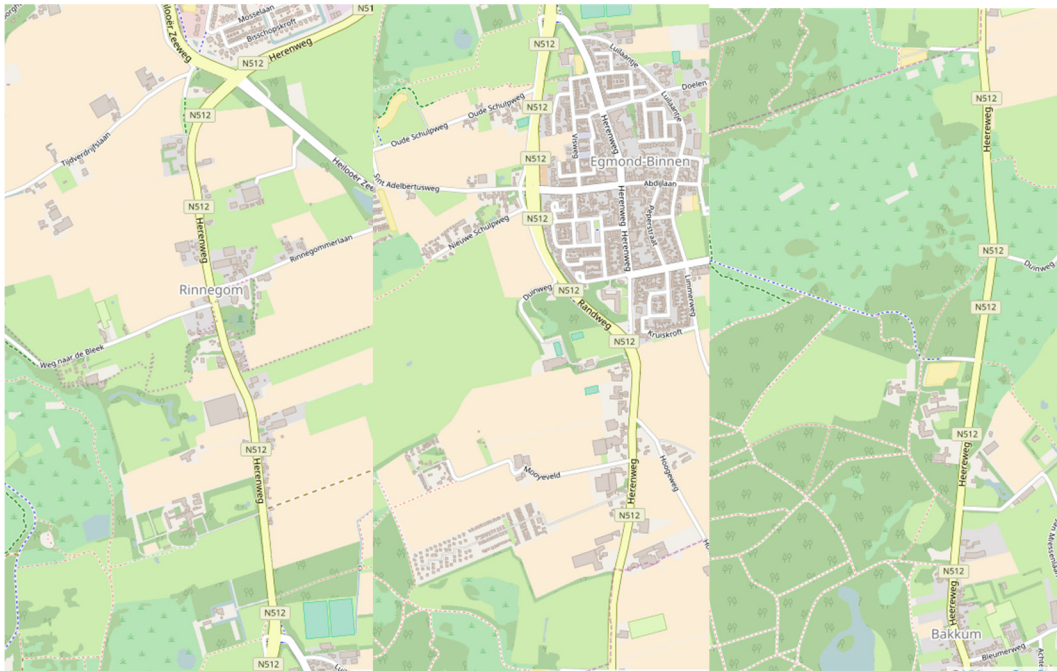
De N512 is een provinciale weg die begint bij Alkmaar en via Egmond aan den Hoef naar Bakkum in het zuiden van het studiegebied loopt (figuur 2.7). Het is een provinciale weg met een lengte van 5,5 km tussen Egmond aan den Hoef en Bakkum. De snelheidslimiet is 80 km/uur. De verkeersintensiteit is in de orde van grootte van 10.000 voertuigen per etmaal³.

Het wegdek is 6,5 m breed. Aan de oostzijde ligt een fietspad van 3,5 m breed. Er is geen voetpad. De strook tussen de weg en het fietspad is 1,5 m breed en bestaat uit kort gemaaid gras of asfalt. Bij Egmond-Binnen stopt het fietspad. De N512 wordt een randweg met aan de westzijde een parallelweg, die bij het verlaten van de bebouwde kom van Egmond-Binnen overgaat in een fietspad. Tussen het fietspad en de weg bevindt zich een ruimte van 2,5 m, die soms begroeid is met kort gemaaid gras, of uit asfalt bestaat.

De N512 gaat voornamelijk door agrarisch gebied, maar kruist op een aantal plekken de oostelijke uitlopers van het Natura 200-gebied. Dit zijn voornamelijk delen met Duinbossen van de binnenduinrand (H2180C), maar direct ten noorden van Bakkum ook Kalkrijke grijze duinen (H2130A).

Onder de N512 zijn direct ten noorden van Bakkum drie faunatunnels gelegd. Het betreft 1 kunststofunnel en 2 tunnels met een betonnen raster (bijlage 2).

³ [https://www.wegenwiki.nl/N512_\(Nederland\)](https://www.wegenwiki.nl/N512_(Nederland)); gegevens van 2009



Figuur 2.7 Ligging N512 van noord (links) naar zuid (rechts) (Data by OpenStreetMap.org contributors under CC BY-SA 2.0 license).

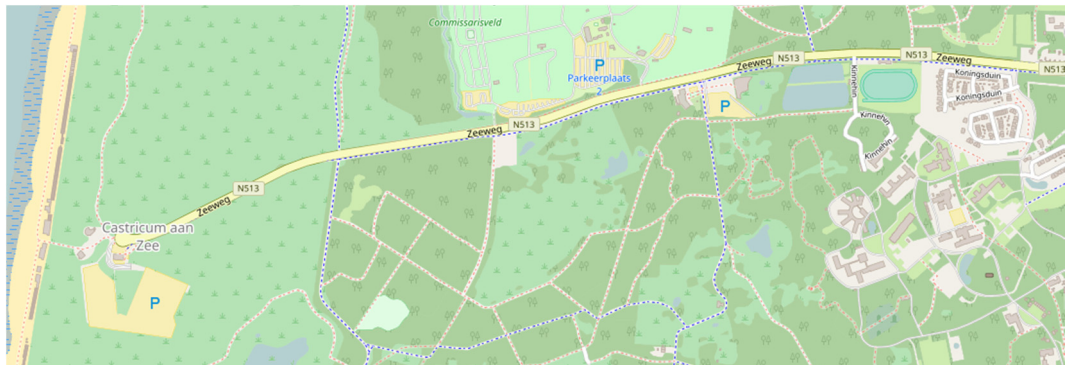
N513, Zeeweg

De N513 is een provinciale weg die van Castricum aan Zee over een afstand van 3 km tot aan de rotonde ten zuiden van Bakkum loopt (figuur 2.8). In het oosten, van de rotonde tot voorbij de ijsbaan en ter hoogte van de Kennemer Duincamping vormt de weg de grens van het NATURA 2000-gebied. Voor de rest gaat hij dwars door het NATURA 2000-gebied. De snelheidslimiet is 60 km/uur. De verkeersintensiteit is in de orde van grootte van 1.500 tot 3.000 voertuigen per etmaal⁴.

Aan de zuidkant van de weg ligt een fietspad, aan de noordkant een voetpad. Tussen de weg en het voetpad ligt over de hele lengte, tot zo'n 700 m voor het einde bij Castricum aan Zee, een groenstrook van 2,5 tot 3 m breed, begroeid met bomen en struiken. De laatste 700 m gaan door het open duin. Hier is de groenstrook nog maar 2 m breed en is begroeid met kort gemaaid gras (figuur 2.9). De groenstrook tussen het fietspad en de weg is 10 tot 15 m breed en bevat een greppel. De groenstrook is begroeid met bomen en struiken, met uitzondering van de laatste 700 m tot aan Castricum aan Zee als de weg en het fietspad door het open duin lopen. De groenstrook is dan nog maar 2 m breed en bestaat uit kort gemaaid gras.

Het bos waar de weg door/langs gaat is voornamelijk Duinbossen van de binnenduinstrand (H2180c) met enkele snippers droge Duinbossen (2180A). De laatste 700 m tot Castricum aan Zee gaan door Duindoornstruweel (H2160) en Grijze duin, kalkrijk en kalkarm (H2130A en B).

⁴ [https://www.wegenwiki.nl/N513_\(Nederland\);](https://www.wegenwiki.nl/N513_(Nederland);) gegevens van 2009



Figuur 2.8 Ligging N513 (Data by OpenStreetMap.org contributors under CC BY-SA 2.0 license).



Figuur 2.9 De N513 doorsnijdt het Grijs duin bij Castricum aan Zee (Foto: Dennis Wansink d.d. 26-09-2016).

Onder de N513 zijn ter hoogte van het bezoekerscentrum van PWN drie kleine faunatunnels met betonnen raster aangelegd (bijlage 2). Onder fietsoversteekplaatsen in dezelfde omgeving zijn twee kleine faunatunnels met stalen raster en 1 kleine faunatunnel met betonnen raster aangelegd. De tunnels en de schermen verkeren in goede staat. Kapotte houten schermen zijn in winter 2017 door plastic schermen vervangen (figuur 2.10).



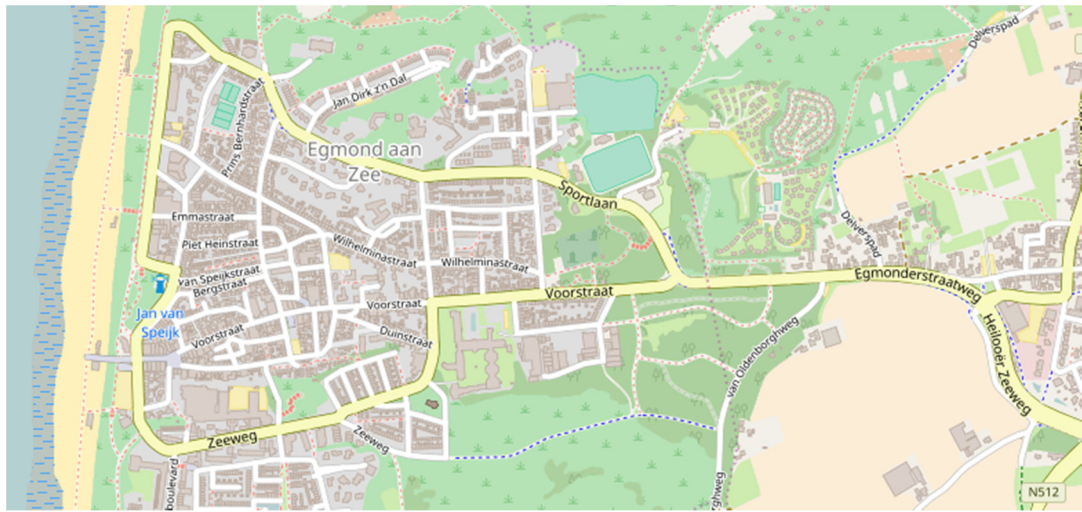
Figuur 2.10 Faunatunnel onder de N513. De houten schermen zijn in winter 2017 vervangen door plastic schermen (Foto: Dennis Wansink d.d. 26-09-2016).

Egmonderstraatweg

De Egmonderstraatweg begint in Egmond aan den Hoef en smelt daar samen met de Heilloose Zeeweg, om verder te gaan in westelijke richting naar Egmond aan Zee. Daar splitst hij zich in de Voorstraat en de Sportlaan. Het Natura 2000-gebied is hier op z'n smalst (figuur 2.11). De Egmonderstraatweg doorsnijdt een flessenhals van ongeveer 250 m. De snelheidslimiet is 50 km/uur. De verkeersintensiteit is in de orde van grootte van 3.000 tot 4.000 voertuigen per etmaal⁵.

Aan de zuidzijde van de weg ligt een fietspad (tweerichtingen), aan de noordzijde een fiets- en voetpad. Het wegdek is 6,5 m breed, het fietspad 2,5 m en het gecombineerde fiets- en voetpad 4 m. Tussen de weg en de twee fietspaden bevindt zich een 0,5 m smalle groenstrook met kort gemaaid gras. Aan weerszijden van de weg ligt bos (Duinbossen van de binnenduinrand - H2180C), zij het dat het in het noorden snel overgaat in een vakantiehuysjespark. Daar waar de Egmonderstraatweg het Natura 2000-gebied kruist is een kleine faunatunnel onder de weg aangelegd (figuur 2.12).

⁵ Gemeente Bergen; gegevens van 2007



Figuur 2.11 Ligging Egmonderstraatweg (Data by OpenStreetMap.org contributors under CC BY-SA 2.0 license).



Figuur 2.12 Faunatunnel onder de Egmonderstraatweg (Foto: PWN).

3 Analyse

3.1 Landschap

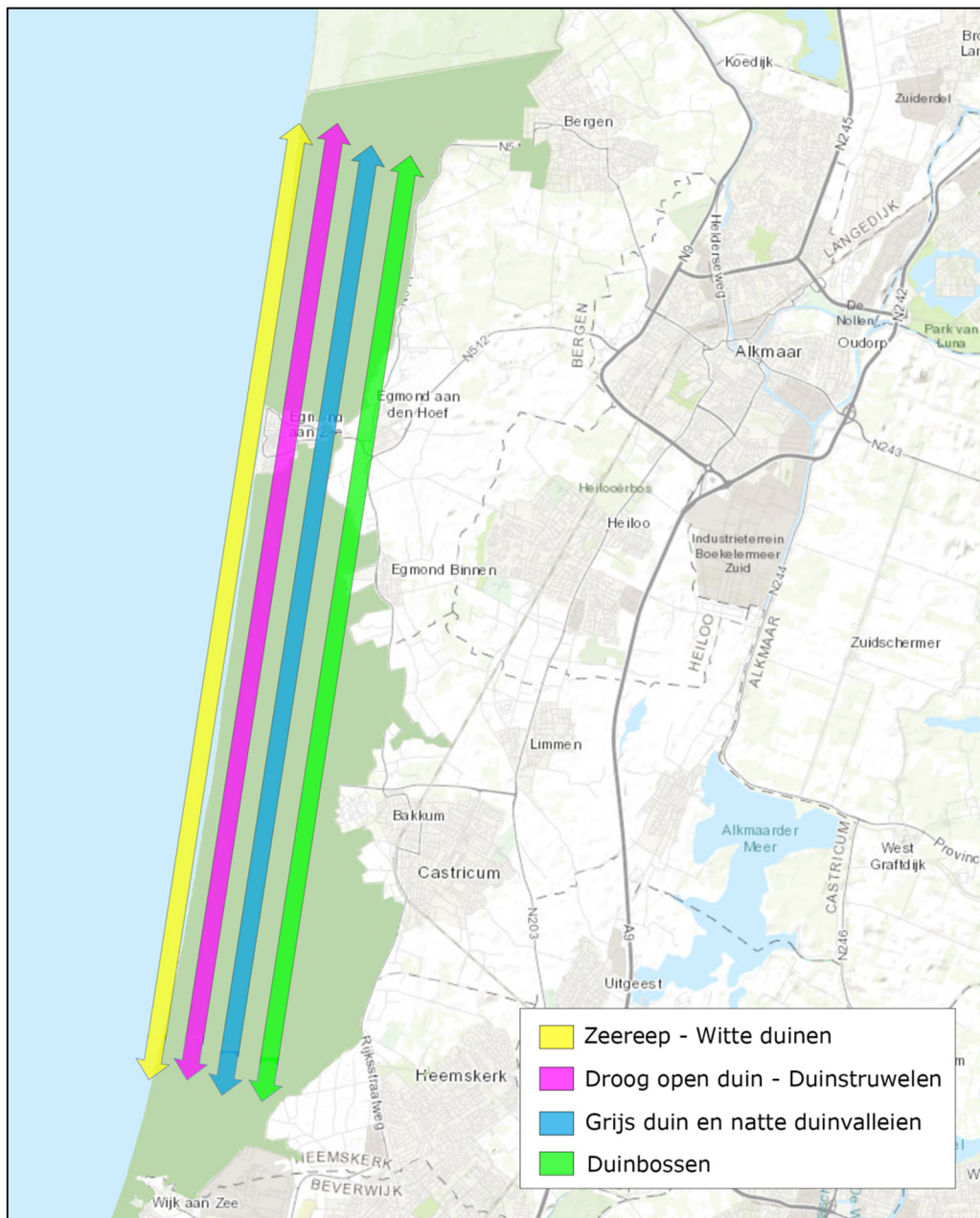
Het Natura 2000-gebied Noordhollands Duinreservaat omvat het duingebied vanaf het Noordzeekanaal bij Wijk aan Zee tot aan de noordgrens van de gemeente Bergen. Samen met de Schoorlse Duinen staan deze duinen ook wel bekend als Noord-Kennemerland. Het Noordhollands Duinreservaat bestaat grofweg uit drie landschapstypen, die gezamenlijk een grote variatie aan habitattypen herbergen. In de directe omgeving van de dorpen Egmond, Wijk aan Zee en Bergen bevinden zich enkele van de beste voorbeelden van het zeedorpenlandschap met een bijzonder bloemrijk vegetatietype. Het duingebied tussen Wijk aan Zee en Egmond is een typisch voorbeeld van een kalkrijk duinlandschap. Tussen Egmond en Bergen ligt ten slotte de beroemde kalkgrens van de Hollandse duinen, het overgangsg gebied van het kalkrijke naar het kalkarme duindistrict (synbiosys.alterra.nl).

Naast een noord-zuid-indeling is ook een zonering van west naar oost te herkennen. In het westen liggen de met helm begroeide duinen in de zeereep, het middenduin met zeedorpenlandschap dat bestaat uit een mix van duinroosvegetaties, droge duingraslanden, vochtige en droge duinvalleien met plasjes en goed ontwikkelde struwelen. Meer naar het oosten wordt het landschap geslotener met vormen van duinbossen in de binnenduinrand en met de bosrijke landgoederenzone (figuur 3.1). De overgang van duin naar polder leidt tot een grote variatie in hoogte, voedselrijkdom, watertypen en bijbehorende planten en waterdieren. Op de meeste plaatsen is de overgang van het glooiend duinlandschap naar de achterliggende cultuurgronden echter abrupt, waardoor deze kenmerkende duinzoomlevensgemeenschappen fragmentarisch voorkomen. Tussen Wimmemum en Egmond-Binnen is nauwelijks bos aanwezig. In het zuiden is veel duindoornstruweel en weinig grijs duin. In het noorden bevinden zich stukken met duinheide.

Direct ten noorden van het Noordhollands Duinreservaat ligt de Harger- en Pettemerpolder. Hier komen duinen, zee en polder bij elkaar. Daar is sprake van een grote variatie aan natuurlijke overgangen: van zeer zout naar zeer zoet water, van hoog naar laag, van zand naar klei en van voedselarm naar voedselrijk. In het oosten grenst het noordelijke deel van het duinreservaat aan de bebouwing van Bergen.

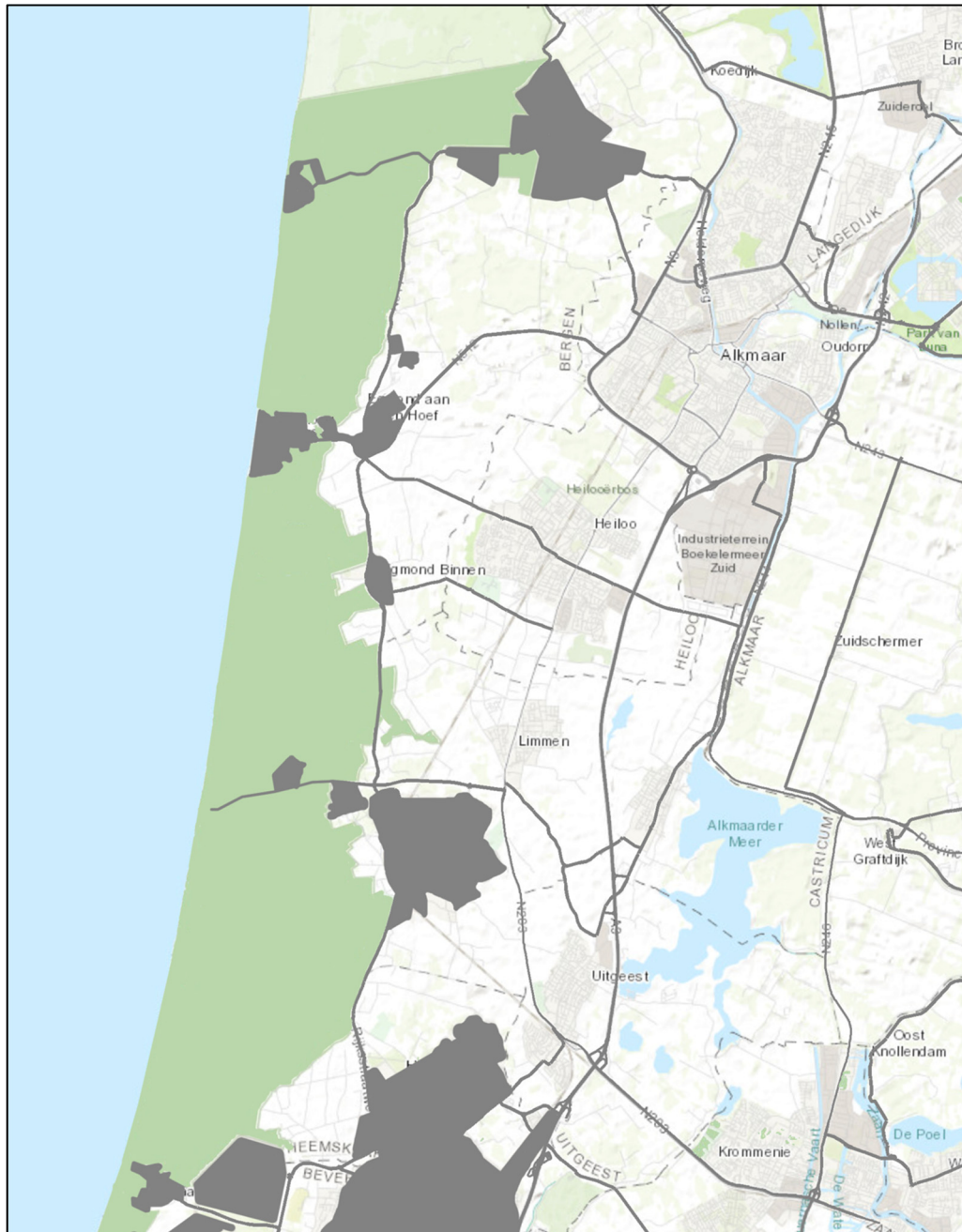
Vanaf Castricum naar het zuiden wordt de oostgrens van het duinreservaat gevormd door een provinciale weg en bebouwing. Ten noorden van Castricum, tot aan Bergen, grenst het duinreservaat aan landbouwgronden en een provinciale weg. Het agrarisch gebied bestaat uit grasland of bollenteelt. De weilanden waren vanouds rijk aan broedende weidevogels en de sloten kenden een gevarieerde plantengroei in het water en langs de oever. De laatste decennia is een aanzienlijk oppervlakte grasland omgezet in bollenland (Provincie Noord-Holland 2016).

In het zuidelijk deel van het duinreservaat, ter hoogte van Castricum en Wijk aan Zee bevinden zich in het middenduin de infiltratiekanalen van PWN.



Figuur 3.1 Zonering in het duinlandschap.

Zoals vermeld wordt het zuidelijke deel van het duinreservaat begrensd door een provinciale weg en bebouwing (figuur 3.2). De zeereep loopt door tot de IJmond, maar de andere delen van het duinreservaat eindigen al iets noordelijker bij Wijk aan Zee en Tata Steel. Tussen Castricum en Noorddorp is de bebouwing minder dicht en is uitwisseling van dieren tussen het duinreservaat en het agrarisch gebied ten oosten van de N197 (Beverwijksestraatweg) mogelijk. Ten noorden van Castricum is uitwisseling eenvoudiger vanwege de minder dichte bebouwing.



Figuur 3.2 *Wegen en bebouwing in en rond het Noordhollands Duinreservaat.*

Voor noord-zuid bewegingen vormt vooral de Egmonderstraatweg met de daaraan gelegen dorpen Egmond aan den Hoef en Egmond aan Zee een brede barrière. De N513, tussen Castricum en Castricum aan Zee en de N510 tussen Bergen en Bergen aan Zee belemmeren ook de noord-zuid bewegingen. Langs de N513 ligt midden in het duinreservaat bovendien een camping. Verder wordt het duinreservaat alleen doorsneden door wandelpaden en een enkel fietspad.

Tussen het Noordhollands Duinreservaat en de Schoorlse Duinen en Hargergat in het noorden bevindt zich geen infrastructuur en kan fauna onbelemmerd heen en weer pendelen. Dat is anders tussen de Schoorlse Duinen en Hargergat en de Harger- en Pettemerpolder waar de Heerweg een belangrijk knelpunt voor amfibieën is (figuur 3.4). Dit valt echter buiten de scope van deze studie.

Naast noord-zuid bewegingen kan fauna ook bewegen tussen het duin en het aangrenzend agrarische gebied in het oosten. Zo is er sprake van jaarlijkse trek van amfibieën die in de duinbossen overwinteren en die zich in de sloten van het agrarische gebied voortplanten. De N511 en N512 en de diverse dorpskernen beperken de verbinding met het agrarische gebied. De N511 loopt in het noorden vanaf Wimmenum tot aan de N510 langs de grens van het Natura 2000-gebied. Op dit tracé liggen amfibieëntunnels. Vanaf Wimmenum tot boven Noord-Bakkum ligt agrarisch gebied tussen de provinciale weg en het Natura 2000-gebied. Ten westen van Noord-Bakkum loopt de N512 door duinbos.

Conclusie

De Zeewegen N510 en N513 zorgen vooral van fragmentatie van duinbos. De N513 in het westen ook van grijs duin en duindoornstruweel. De wegen zijn niet breed en de boomkruinen raken elkaar (bijna) op veel plekken langs de wegen. Alleen waar in de groenstroken tussen de weg en het fiets- of wandelpad geen bomen staan zijn open ruimtes van 15 tot 25 m. Door de aanwezigheid van een camping, een ijsbaan en bebouwing omvat de habitatfragmentatie langs de N513 een veel groter oppervlak dan langs de N510. Bij de N513 kunnen ontsnipperende maatregelen de fragmentatie van duinbos en grijsduin opheffen. De N511 en N512 beperken uitwisseling tussen duinbos en aangrenzend agrarisch gebied. Door de aanleg van amfibieënpassages is de barrièrewerking van beide wegen lokaal gemitigeerd, maar door achterstallig onderhoud niet overal effectief.

De Egmonderstraatweg met de dorpen Egmond aan den Hoef en Egmond aan Zee zorgen voor een brede zone zonder habitattypen. De barrière wordt in de toekomst versterkt door de westelijke uitbreiding van Egmond aan den Hoef. De aanleg van ecologische verbindingzones moet de barrièrewerking verminderen. Mogelijkheden hiervoor doen zich voor bij de oude voetbalvelden van Egmond (zie Visser *et al.* 2017 voor een inrichtingsvoorstel) en langs het Delverspad. Figuur 3.3 geeft de mogelijke locaties van de verbindingzones, waarbij ook een verbinding naar de strandwal van Heiloo is voorzien.



Figuur 3.3 Ecologische verbindingzones (groene pijlen) tussen Egmond aan Zee en Egmond aan den Hoef (Illustratie: PWN).

3.2 Typische soorten habitattypen, doelsoorten beheer

Doelstelling van het Natura 2000-gebied Noordhollands Duinreservaat is het zorgen voor een gunstige staat van instandhouding van het duinhabitat. De staat van instandhouding van natuurlijk habitat wordt bepaald door de natuurlijke verspreiding, de structuur en de functies van het habitat en de daar voorkomende typische soorten⁶. De 'staat van instandhouding' van een natuurlijke habitat wordt als 'gunstig' beschouwd wanneer:

- het natuurlijke verspreidingsgebied van de habitat en de oppervlakte van die habitat binnen dat gebied stabiel zijn of toenemen, en
- de voor behoud op lange termijn nodige specifieke structuur en functies bestaan en in de afzienbare toekomst vermoedelijk zullen blijven bestaan, en
- de staat van instandhouding van de voor die habitat typische soorten gunstig is.

Het Noordhollands Duinreservaat is voor twee Habitatrictlijnsoorten aangewezen: nauwe korfslak en gevlekte witsnuitlibel. Daarnaast kennen de habitattypen waarvoor het reservaat is aangewezen typische soorten die een maat zijn voor de kwaliteit van het habitatype.

⁶ HR artikel 1: e) staat van instandhouding van een natuurlijke habitat: de som van de invloeden die op de betrokken natuurlijke habitat en de daar voorkomende typische soorten inwerken en op lange termijn een verandering kunnen bewerkstelligen in de natuurlijke verspreiding, de structuur en de functies van die habitat of die van invloed kunnen zijn op het voortbestaan op lange termijn van de betrokken typische soorten op het in artikel 2 bedoelde grondgebied.

Naast plantensoorten zijn dit diersoorten als duinparelmoervlinder (figuur 3.4), tapuit en konijn. PWN heeft daarnaast doelsoorten voor hun beheer benoemd (Kivit 2007).

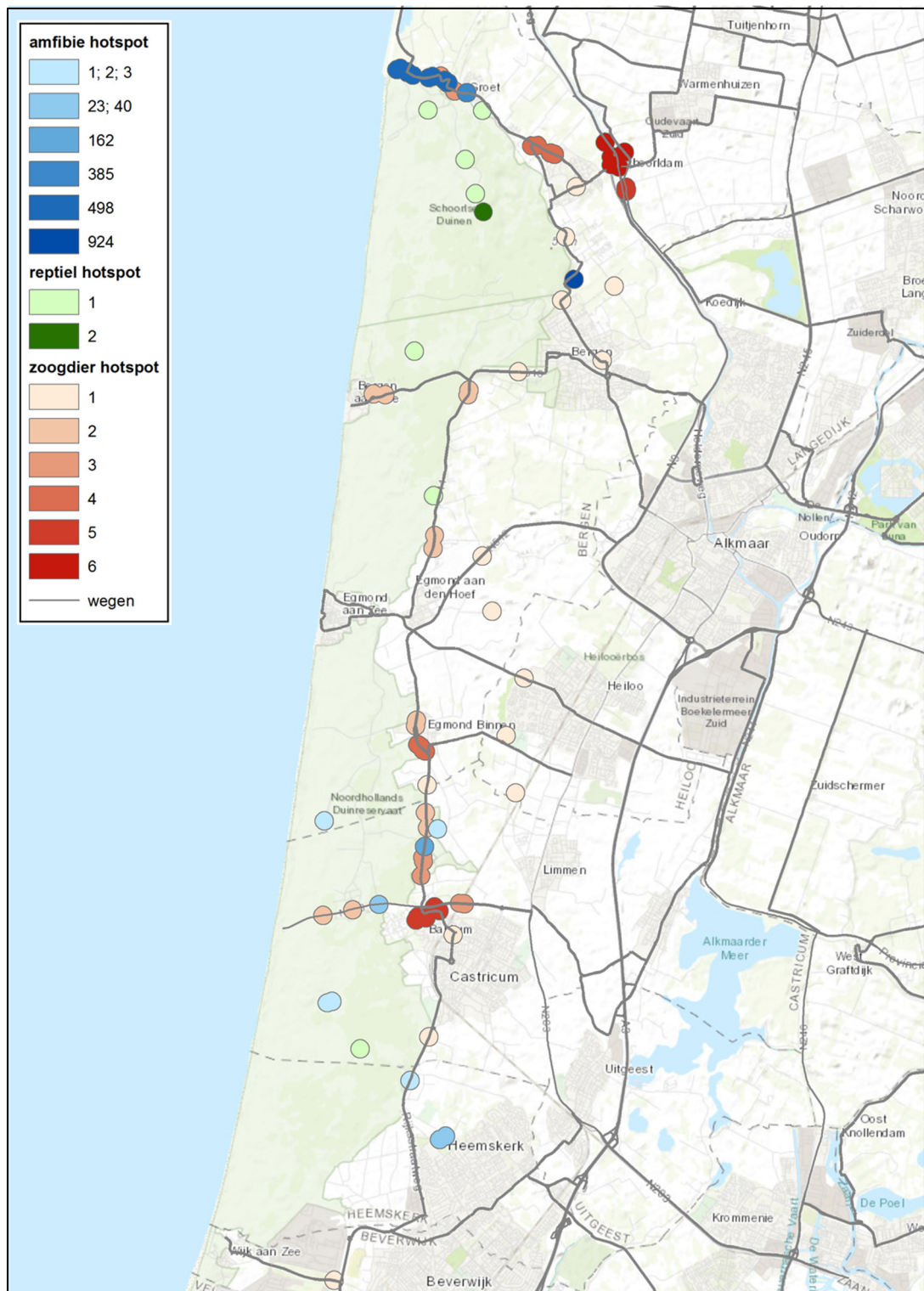


Figuur 3.4 Van links naar rechts (boven naar onder): bruin blauwtje, kommavlinder, kleine parelmoervlinder, duinparelmoervlinder en keizersmantel (foto's: Jeroen Brandjes).

Alles bij elkaar gaat het om circa 60 diersoorten (bijlage 1). Daaronder bevinden zich veel soorten die goed kunnen vliegen, zoals vogels, vleermuizen, libellen en vlinders. Voor deze soorten vormen de wegen een minder sterke barrière. Ook voor mobiele grondgebonden soorten, zoals de marterachtigen, is een weg geen onoverkoombare barrière. Dit is anders voor kleine grondgebonden dieren, zoals slakken, bosmieren, boskrekels, muizen, amfibieën en reptielen. Voor hen vormt het asfalt van een weg non-habitat dat ze niet snel zullen betreden. Hoe breder de weg, hoe groter de barrière en hoe kleiner de kans op het (her)koloniseren van geschikt leefgebied aan de andere kant van de weg.

Voor de vliegende soorten en de mobiele grondgebonden soorten vormen wegen een risico tijdens het oversteken. Figuur 3.5 toont de locaties waar de afgelopen vijf jaar verkeersslachtoffer onder amfibieën, reptielen en zoogdieren vielen. Er zijn een aantal hotspots te herkennen waar regelmatig verkeersslachtoffers vallen. De meest opvallende is de cluster bij Bakkum. Hier zijn meerdere egels, een boommarter en een hermelijn aangereden, zowel op de N513 als op de wegen in de woonwijk ten zuiden van de N513.

Ten noorden van Bakkum waar de N512 de grens van het duinreservaat vormt of er doorheen snijdt zijn meerdere egels, enkele boommarters (onder andere een vrouwtje dat vlakbij jongen heeft grootgebracht), een bunzing, konijnen en vele padden en bruine kikkers doodgereden. Opvallend is dat de concentratie van padden en kikkers zich op een locatie bevindt waar amfibieëntunnels liggen. Waarschijnlijk heeft dit te maken met de slechte staat waarin de schermen zich tot voor kort bevonden. De cluster op de randweg van Egmond-Binnen betreft uitsluitend egels.



Figuur 3.5 Verkeersslachtoffers in en rond het Noordhollands Duinreservaat in de periode 2012-2017 (bron: NDFF). De intensiteit van de kleur geeft het aantal verkeersslachtoffers in de periode 2012-2017.

De concentratie van verkeersslachtoffers rond Bakkum-Noord is een slecht teken voor de ecologische verbindingzone Duinzoom Bakkum ten zuiden en oosten van Bakkum-Noord (figuur 1.1). Maatregelen zijn noodzakelijk.

Waar de N513 door het duinreservaat loopt ligt een hotspot aan verkeersslachtoffers onder amfibieën (padden en bruine kikkers) ter hoogte van de ijsbaan. Ook hier bevinden zich amfibieëntunnels, maar net als bij de N512 verkeerden de schermen zich tot voor kort in slechte staat. De zoogdieren die iets verder naar het westen dood op de weg zijn gevonden waren een bruine rat en een veldmuis.

De camping die aan de N513 ligt trekt echter wel veel bedrijvigheid aan, zeker in het toeristische seizoen, waardoor de doorgang hier beperkt wordt. Dit geldt vooral voor bossoorten, omdat de zone tussen de camping en de oostrand van het reservaat, waar de bebouwing van Bakkum begint, smal is. Voorzieningen bij en langs deze weg kunnen er voor zorgen dat de dieren op de meest gunstige locatie(s) de weg kruisen.

De verkeersslachtoffers op de N511 bij Wimmenum betroffen egels. Op de Woudweg, een zijweg van de N511, is een zandhagedis doodgereden. Net ten zuiden van de rotonde De Franschman, ook op de N511, zijn een bunzing en een vos aangereden. Hier sluit de ecologische verbindingzone naar de Damlander- en Philistijnse Polder aan op het duinreservaat. Hier is geen sprake van een serieus knelpunt. Ook voor vleermuizen die op weg zijn naar of van het nabij gelegen overwinteringsverblijf vormt de N511 geen barrière.

Op de Zeeweg (N510) bij Bergen aan Zee zijn een egel en een boomarter aangereden.

In het deel ten zuiden van de N513 kunnen dieren binnen het duinreservaat vrijelijk rondlopen. Het duinreservaat verlaten is door de dichte bebouwing en wegennet bijna onmogelijk. Daar waar het duinreservaat de N512 raakt ligt het voor de hand voorzieningen te treffen, met name daar waar de ecologische verbindingzone naar het Krengenbos en het landgoed Marquette op het duinreservaat aansluit.

De abrupte overgang tussen de oostgrens van het duinreservaat en het aangrenzende agrarisch gebied zal voor veel soorten ook de grens van hun leefgebied vormen. Alleen soorten die – bijvoorbeeld – hun verblijfplaatsen in het bos hebben en in het agrarisch gebied foerageren zullen deze overgang passeren. Wegen die op deze grens liggen (delen van de N511 en N512, Van Oldenborghweg) kunnen deze oost-westbewegingen belemmeren. Waar de N511 en N512 verder van de grens af liggen vormen ze een barrière voor soorten van het agrarisch cultuurlandschap.

Conclusie

De wegen langs en door het duinreservaat vormen onoverkoombare barrières voor grondgebonden kleine diersoorten, zoals mieren, zandhagedis en muizen. Voor grotere en/of mobielere soorten vormen ze vooral een risico tijdens het oversteken. Voor amfibieën is dat risico beperkt tot de migratietijd.

De Zeeweg N510 vormt een barrière en een risico voor soorten van het bos en de Zeeweg N513 voor soorten van het bos en van de grijze duinen. Daarbij komt dat de zone waar aan beide zijden van de N513 hetzelfde habitat ligt smal is, als gevolg van de aanwezigheid van een camping. Voorzieningen bij en langs deze weg kunnen er voor zorgen dat de dieren op de weg kruisen waar de kans op aanrijdingen (bijv. dankzij voorzieningen) het kleinst is.

De N512 vormt voor zoogdieren, met name boommarters en egels, en amfibieën een risico waar deze weg het duinreservaat raakt of doorsnijdt. Ten aanzien van de zoogdieren gaat het om incidentele aanrijdingen, bij de amfibieën gaat het om grote aantallen. De mitigerende maatregelen die voor amfibieën onder de N513 en N512 zijn genomen lijken niet te werken. De N511 lijkt minder gevaarlijk te zijn, de amfibieëntunnels die hier liggen lijken goed te werken: de laatste vijf jaar zijn geen verkeersslachtoffers onder amfibieën gemeld. Overigens valt het aantal verkeersslachtoffers onder boommarters mee in relatie tot de dichtheid van deze soort in het duinreservaat (Van den Tempel *et al.* 2013).

De Egmonderstraatweg met de dorpen Egmond aan den Hoef en Egmond aan Zee vormt een bijna onneembare barrière voor noord-zuidbewegingen. In deze omgeving is bovendien het bos dun gezaaid, waardoor bossoorten tijdens hun noord-zuidbewegingen een groot stuk non-habitat hebben. Door het beschikbaar komen van voetbalvelden tussen Egmond aan den Hoef en Egmond aan Zee kan deze barrière iets worden afgezwakt (zie Visser *et al.* 2017 voor een inrichtingsvoorstel). Door de uitbreiding van Egmond aan den Hoef naar het westen zal dit straks ook de enige doorgang voor fauna zijn.

3.2 Beheer

Structuur en functie van duinhabitat is vooral afhankelijk van beheer. Voor het beheer van de duinen is de belangrijkste opgave herstel van de oppervlakte en kwaliteit van de kalkarme, kalkrijke en heischrale duingraslanden door ruimte te scheppen voor natuurlijke verstuiving en het tegengaan van vergrassing en struweelvorming. Deze maatregelen zijn ook gunstig voor het broedgebied van de tapuit. Om de oppervlakte vochtige duinvalleien, moerassen, blauwgrasland en vochtige duinbossen en leefgebied van de nauwe korfslak te behouden en vergroten moeten ook de watercondities verbeteren (Provincie Noord-Holland 2016).

In het duingebied spelen activiteiten die zich richten op herstel van landschapsvormende processen zoals herstel van vochtige valleien, stimuleren van verstuiving, sluffervorming, omvorming van naald- naar loofbos en grootschalige begrazing. In de duinzoom lopen verschillende projecten die zich richten op herstel van de overgang van duin naar polder en een betere benutting van het afstromende duinwater. Bij de Damlander- en Philisteijnse polder bij Bergen, het Vennenwater bij Egmond en rond Bakkum spelen projecten gericht op het ontwikkelingen van duinbeken, nat schraalland en bloemrijk grasland.

Al deze ingrepen zijn nodig omdat in de duinen verstruiking en verbossing optreedt, waardoor het typische open duinlandschap verdwijnt. Door menselijke ingrepen (o.a. waterwinning, landbouw, aanplant helm) zijn de natuurlijke processen, zoals duinvorming, in

het verleden sterk aan banden gelegd. Daarnaast nam het aantal grazers in het duin af, zowel de gedomesticeerde grazers als het konijn. De populatie van laatstgenoemde nam in de jaren vijftig van de vorige eeuw sterk af door de opkomst van mixomatose. Deze processen hebben geleid tot het huidige mozaïek landschap. Herstel van natuurlijke processen is echter nodig om te voorkomen dat het duin dichtgroeit en de (hoge) natuurwaarden van de open duinvegetaties verloren gaan. Integrale begrazing is één van de ingrepen die aan een meer natuurlijk duinbeheer moeten bijdragen (Ehrenburg *et al.* 1995; Van Breukelen *et al.* 2002; Bakker *et al.* 2006). Inmiddels worden in het zeedorpenlandschap van Egmond paarden als grazers ingezet.

Naast een functie in vegetatiebeheer spelen grazers ook een rol in het verspreiden van zaden van planten. Sommige plantensoorten zijn sterk afhankelijk van verplaatsingen van grote zoogdieren, hun zaad kleeft makkelijk aan de vacht van dieren. Bakker *et al.* geven aan dat bij droge graslanden de planten die afhankelijk zijn van verplaatsing via grazers sterker achteruit zijn gegaan dan soorten die zich via wind of vogels verspreiden of waarvan het zaad lang in de bodem actief blijft (Bakker *et al.* 2006). Integrale begrazing waarbij groepen grazers zich over grote afstanden door het duin kunnen verplaatsen dragen zo bij aan het ontsnipperen van het duinlandschap.

Het konijn komt in het gehele duingebied voor en speelt met zijn graas- en graaactiviteit een belangrijke rol in het landschap. Ze zijn in staat de uitbreiding van doornachtig struweel onder controle te houden, maar kunnen met hun graasactiviteiten het struweel niet terugdringen. Als beheerder is het konijn kwetsbaar. Sinds de jaren vijftig zijn populaties door myxomatose sterk afgenomen en door de virusuitbraak van RHD is de populatie van 1990-2003 sterk gedecimeerd, sindsdien is sprake van herstel (Drees & van Manen 2004; van Strien *et al.* 2011). De afname is met name in de Noord-Hollandse duinen sterk geweest (tot 70%), wat heeft geleid tot verstruiking en vergrassing⁷. In de binnenduinen van Egmond-noord lagen de aantallen eind 2013 weer op het niveau van voor de RHD uitbraak, maar bij Bergen, de rest van Egmond, Castricum en Heemskerk was van structureel herstel nog geen sprake⁸.

Ook grote grazers als runderen en paarden kunnen met begrazing eenmaal aanwezig struweel niet terugdringen. Wel kunnen door vertrapping open plekken ontstaan waar duinriet opkomt en kunnen deze open plekken door begrazing worden opengehouden en zich geleidelijk omvormen tot droog grasland. Variatie van de begrazing in ruimte en tijd is belangrijk om de vegetatiestructuur te versterken en daarmee bij te dragen aan de lokale biodiversiteit. (Ehrenburg *et al.* 1995; Van Breukelen *et al.* 2002; Smit *et al.* 2010). Door de combinatie van kleine (konijn) en grote grazers kunnen plaatselijke verstuiwingen in duingraslanden ontstaan, wat weer leidt tot verschillen in vegetatiebedekking en microklimaat. Deze verschillen zijn zeer belangrijk voor de diversiteit aan insecten en andere ongewervelden in duingraslanden. Deze diversiteit is weer belangrijk voor het prooiaanbod van karakteristieke duinvogels zoals de tapuit (Wouters & Remke 2012; Wouters & Van Oosten 2013).

⁷ <http://www.clo.nl/indicatoren/nl1123-fauna-van-de-duinen>

⁸ <http://duinenenmensen.nl/trends-konijnen-pwn-terreinen-1985-2013-niet-overal-herstel>

Zoals hierboven aangegeven is herstel van de konijnenpopulaties in de duinen weliswaar een randvoorwaarde voor herstel van duingraslanden, maar op zichzelf niet voldoende. PWN zet in op het realiseren van ecologisch veerkrachtige duinen, met behoud van biodiversiteit.

In een groot deel van de duinen krijgen natuurlijke processen de ruimte en zet PWN het dynamisch duinbeheer voort. Landschapsvormende processen, zoals verstuiwing, vernatting, begrazing, natuurlijke successie en populatieontwikkeling worden hersteld. In het landschap achter de zeereep maakt PWN oude stuifkuilen open en worden nieuwe aangelegd. Vernatting van de duinen gebeurt door lokaal hoog opgaande begroeiing te verwijderen. Houtige gewassen en invasieve exoten worden namelijk onvoldoende gegeten door grote grazers. Bij het inzetten van grote grazers zal worden gelet op effecten van begrazing op insecten en andere kleine fauna. Op plekken waar verstuiwing en begrazing onvoldoende bijdragen, kan aanvullend beheer nodig zijn. Zo worden mogelijk naaldbossen verwijderd om duingraslanden te herstellen en meer winddynamiek te krijgen. Ook het creëren van natuurlijke zomen tussen bos en open duin moet leiden tot meer winddynamiek. Beheer gericht op specifieke soorten betreft het baggeren van poelen voor amfibieën en insecten, de aanleg van ijsvogelwandjes en het geschikt maken van bunkers voor vleermuizen. In de infiltratiegebieden wordt middel cyclisch maaien plekken met oud riet voor roerdomp, baardmannetje en rietzanger in stand gehouden (PWN 2014).

Conclusie

Grazers spelen een belangrijke rol bij de instandhouding van de variëteit in duingraslanden. Konijnen zijn een belangrijk onderdeel van dit systeem doordat ze met hun graafactiviteiten bijdragen aan de dynamiek in de duinen. Variatie in begrazingsdynamiek is belangrijk voor de instandhouding van een dynamisch mozaïek van vegetatietypen. Dit is weer noodzakelijk voor een goed ontwikkelde insectenfauna wat weer van belang is voor karakteristieke vogels van open duin als de tapuit. Een integraal beheer waarbij dieren zich over grote afstanden kunnen verplaatsen zal bijdragen aan een variatie van begrazingsintensiteit in ruimte en tijd. Tevens draagt dit bij aan de verspreiding van voor droge graslanden kenmerkende plantensoorten.

Voor konijnen zijn er geen belemmeringen om zich door het duinreservaat te verplaatsen. Wegen vormen weliswaar een gevaar, maar ze kunnen de overkant wel bereiken. Er zijn ook geen rasters die hen de doorgang beperken. Voor grotere grazers belemmeren de hekken langs de N513 bij Castricum aan Zee de uitwisseling tussen het open duin ten noorden en zuiden van deze weg. Bij Egmond ligt tussen de twee delen van het zeedorpenlandschap ten zuiden en noorden van de Egmonderstraatweg zelfs een onoverbrugbare zone van meer dan 500 m. Voorzieningen om uitwisseling mogelijk te maken is een volgende stap naar integraal graasbeheer.

Bij het realiseren van poelen voor amfibieën doet men er goed aan uit te zoeken waar de migratiebanen van de amfibieën liggen. Voorkomen moet worden dat de amfibieën tijdens de migratie een weg moeten oversteken. In het agrarisch gebied ten oosten van het duinreservaat is het misschien mogelijk om de voortplantingspoel aan dezelfde kant van de

weg aan te leggen als waar zich het overwinteringsleefgebied bevindt. De dieren hoeven de weg (bijvoorbeeld de N512) dan niet via tunnels over te steken.



Een zandhagedismannetje (Foto: Jeroen Brandjes).

4 Visie en aanbevelingen

4.1 Visie

Het duin is een dynamisch landschap dat loopt van de open droge graslanden van de zeereep, het mozaïek van droge graslanden met struweel en droge duinbossen met natte en vochtige duinvalleien in het middenduin naar de bosrijke binnenduintrand. In het Noordhollands Duinreservaat deelt de agglomeratie Egmond aan den Hoef – Egmond aan Zee deze zones in tweeën, waardoor er bijna sprake is van twee afzonderlijke reservaten. Langs de Zeeweg N513 is een zelfde ontwikkeling gaande waar Bakkum enerzijds en de Kennemer Duincamping anderzijds de boszone versmallen. De duingraslanden in het westen worden door deze weg weliswaar doorsnede, maar vormt geen onoverkomelijk barrière voor de meeste wilde fauna, maar wel voor grote grazers. De N510 vormt een risico voor dieren om over te steken, maar de weg (non-habitat) is niet zo breed en de verkeersintensiteit is laag. De barrièrewerking is gering. Het dorp Bergen aan de Zee vormt daarentegen wel een brede onderbreking van het witte en grijs dijn.

Habitat in het middenduin heeft van nature een fragmentarisch (mozaïek) karakter. Dit mozaïek landschap is niet statisch maar als gevolg van begrazing, verstuiwing en successie veranderen de patronen in ruimte en tijd. Integrale begrazing is belangrijk voor de instandhouding van dit mozaïek. Voor de dynamiek is het belangrijk dat ook begrazing in de tijd kan variëren, het vrij verplaatsen van grote (groepen) grazers door het gehele duingebied zal bijdragen aan het handhaven van de dynamiek. Samen met verplaatsingen van andere zoogdieren dragen ze ook bij aan de dispersie van specifieke soorten planten en ongewervelden. Om een aaneengesloten middenduin met vrije uitwisseling van planten en dieren te krijgen moeten de barrières op de drie genoemde locaties worden opgeheven. Dit vraagt om rigoureuze ingrepen. Te denken valt aan:

- verwijderen van bos ten oosten van Bergen aan Zee;
- een ecoduct, eventueel met recreatief medegebruik, over de Egmonderstraatweg;
- een grote faunatunnel onder de N513.

De drie verbindingen verbinden grijs duin habitat en maken uitwisseling van planten en dieren van droge graslanden mogelijk. Ze maken het tevens mogelijk dat grote en middelgrote zoogdieren met een grote actieradius zich over de gehele lengte van het duinreservaat kunnen verplaatsen. De verbindingen vervullen een essentiële functie voor beheer en uitwisseling van soorten van het duingebied. Ook al zijn de verbindingen primair gericht op grijsduin, soorten van natte duinvalleien (vooral bij de N513), duinheiden (vooral bij de N510) en duinstruweel (bij de Egmonderstraatweg) kunnen meeliften. Een ecoduct over de Egmonderstraatweg zorgt er tevens voor dat het zeedorpenlandschap aan weerszijden van Egmond aan Zee wordt verbonden.

Voor soorten van duinbossen zijn minder ingrijpende maatregelen nodig. Belangrijk is dat het risico voor bossoorten om de N513 aan weerszijden van de Kennemer Duincamping over te steken zo klein mogelijk is. De barrièrewerking van N510 is te verwaarlozen, zolang deze weg niet breder wordt of intensiever wordt gebruikt.

De drie verbindingen leveren een belangrijke bijdrage voor herstel van dynamische en natuurlijk processen in het duin, waardoor de instandhouding van de natuurwaarde in de duinen op lange termijn gewaarborgd wordt. Ze leveren een belangrijke randvoorwaarde om de natuur in het duin voor de toekomst klimaatbestendig te maken. De maatregelen voor grijs duin sluiten goed aan bij prioriteit 3 van de Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur, het vergroten van de mogelijkheden voor uitwisseling van planten en dieren binnen het Natura 2000-gebied.

Uitwisseling van dieren tussen het duinreservaat en de polders ten oosten hiervan is minder problematisch. Op een paar plaatsen waar de N512 duinbos raakt of doorsnijdt zijn voorzieningen nodig of moeten de bestaande voorzieningen beter worden onderhouden. Waar de N-wegen verder van de oostgrens van het reservaat liggen kunnen problemen (verkeersslachtoffers onder amfibieën) misschien ook worden opgelost door een aangepast inrichting, i.c. verleggen van poelen.

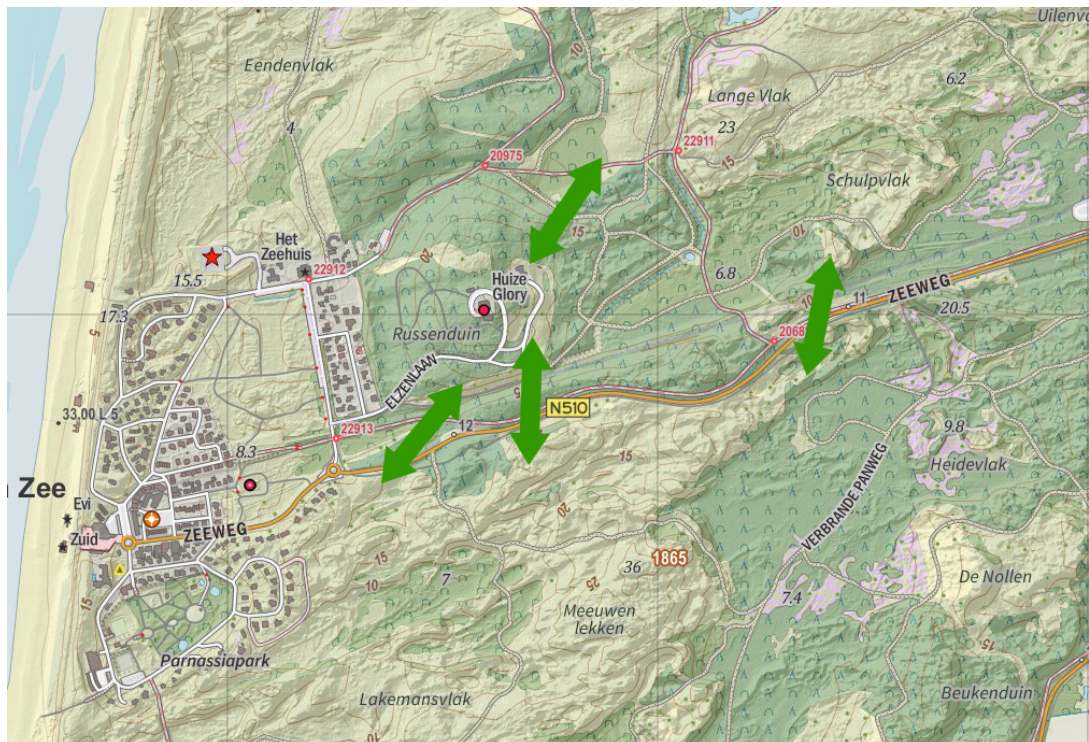
4.2 Aanbevelingen

N510, Zeeweg

Aan weerszijden van de N510 worden regelmatig boommarters en zandhagedissen waargenomen (NDFF). Er bevindt zich vlakbij in ieder geval één boomarterterritorium (Van den Tempel *et al.* 2013). De weg vormt voor boommarters geen knelpunt: slechts één verkeersslachtoffer in de afgelopen vijf jaar (NDFF). Voor de zandhagedis (figuur 4.1) vormt de weg mogelijk wel een barrière, maar op basis van het aantal waarnemingen lijkt er geen sprake te zijn van een negatief effect op de lokale populatie. Voor het in stand houden van de populatie hoeft maar één keer per generatie een dier de weg succesvol over te steken en zich aan de andere kant voort te planten. De maximale snelheid van 80 naar 60 km/uur verlagen, zoals ook voor de Zeeweg N513 geldt, vermindert de kans op aanrijdingen, waardoor grondgebonden soorten meer kans hebben de overkant veilig te bereiken.

Andere zoogdieren in deze omgeving zijn eekhoorn, vos, haas en waar de N510 en de N511 samenkomen bevindt zich een winterverblijf van vleermuizen. Voor geen van deze dieren vormt de N510 een onoverkomelijke barrière. Dat geldt ook voor de vlinders, sprinkhanen en libellen in deze omgeving. Alleen voor de boskrekkel die ten noordoosten van de weg voorkomt zal de weg een barrière vormen. Deze soort verplaatst zich echter nauwelijks. De weg vormt geen directe bedreiging voor de boskrekkelpopulatie. Uitbreiding van de populatie zal met menselijke hulp moeten gebeuren.

Voor individuele soorten vormt de N510 geen knelpunt. Voor een veerkrachtig kalkarm grijs duin en duinheiden zou een verbinding tussen de vegetaties ten noorden en zuiden van deze weg bevorderlijk zijn. Dit kan worden bewerkstelligd door een deel van het bos ten oosten van Bergen aan de Zee te verwijderen. Figuur 4.1 toont indicatief zones waar meer open terrein ten bate van kalkarm grijs duin en duinheiden gecreëerd zou kunnen worden.



Figuur 4.1 Zones waar open terrein voor habitattypen kalkarm grijs duin en duinheiden gecreëerd zou kunnen worden (ondergrond: J.W. van Aalst, www.opentopo.nl, CC BY licentie).

N511, Herenweg

Er zijn geen aanleidingen om aan te nemen dat de N511 op dit moment voor een diersoort een knelpunt vormt. Er zijn nauwelijks verkeersslachtoffers van deze weg bekend. Er zijn veel faunavorzieningen (tunnels) onder deze weg aangelegd en op trajecten waar paddentrek optreedt is de maximale snelheid 60 km/uur en staan waarschuwborden. Belangrijkste aanbeveling voor deze weg is dat de faunavorzieningen goed worden onderhouden. De schermen die kapot zijn moeten worden vervangen en de vegetatie langs de schermen en bij de tunnelingangen moet kort worden gehouden.

N512, Heereweg

De N512 vormt meerdere knelpunten, daar waar de weg het duinreservaat begrenst of doorsnijdt. Hoewel hier diverse faunavorzieningen zijn aangelegd blijken die niet afdoende te zijn. Mogelijk door achterstallig onderhoud. De amfibieëntunnels moeten op hun functionaliteit worden gecontroleerd en verbeteringen moeten worden doorgevoerd.

In het deel van het duinreservaat grenzend aan Bakkum-Noord en Castricum leeft een kleine populatie boommarters met twee territoria tegen de weg aan (Van den Tempel *et al.* 2013). Iets verder naar het noorden bij de Noorderstraat bevindt zich sinds 2012 ook een territorium (Van den Tempel *et al.* 2013, mond. med. Leo Heemskerk). De N512 vormt voor deze boomarterpopulatie een knelpunt. Maatregelen om verkeersslachtoffers te voorkomen zijn noodzakelijk.

Een van de paddentunnels die ter hoogte van de Noorderstraat onder de N512 loopt is in 2013 een keer door een boomarter gebruikt (Waarneming.nl). Deze waarneming geeft aan dat tunnels onder de N512 tot een reductie van het aantal zouden kunnen leiden. Het is raadzaam om dan voor iets grotere tunnels dan paddentunnels te kiezen, zogenaamde kleine faunatunnels. Om dieren naar de tunnel(s) te leiden en oversteken op andere plekken te voorkomen moet een hoog raster langs de weg worden geplaatst. Onderaan het raster en op ongeveer de helft moet hard plastic worden geplaatst. Het lage plastic scherm is nodig om amfibieën en kleine zoogdieren van de weg te houden en naar de tunnel(s) te leiden. Het plastic halverwege het hek moet voorkomen dat boomarters over het hek klimmen.

N513, Zeeweg

Rond de N513 zijn veel natuurwaarden waarvoor de weg een bedreiging vormt. De ijsbaan ten zuiden van de weg is belangrijk leefgebied van amfibieën en libellen, onder andere van de Habitatrichtlijnsoort gevlekte witsnuitlibel. Aan weerszijden van de weg bevinden zich meerdere territoria van boomarters. Ook de nauwe korfslak (Habitatrichtlijnsoort) en de heideslak komen aan weerszijden van de weg voor.

Voor de amfibieën zijn ter hoogte van de ijsbaan tunnels aangelegd. De houten schermen verkeerden in slechte staat, maar zijn recent (winter 2017) door plastic schermen vervangen. Voor goed functioneren moeten de tunnels en schermen jaarlijks op gebreken worden gecontroleerd en hersteld/vervangen. Tevens moet de vegetatie langs de schermen en de tunnelingangen kort worden gehouden. De huidige snelheidslimiet van 60 km/uur geeft overstekende dieren (zoogdieren, vlinders, libellen en vogels) meer kans om veilig over te steken. Er zijn geen verkeersslachtoffers van boomarters bekend, wat mogelijk aan deze lage snelheidslimiet te danken is.

Vooruitlopend op een voorspoedige groei van de boomarterpopulatie aan weerszijden van de N513 is het het overwegen waard om tussen De Hoep en de ijsbaan een middelgrote faunatunnel aan te leggen of een klein formaat ecoduct. Ook de reeën die zich in dit gebied aan het vestigen zijn (mond. med. Leo Heemskerk) zullen van zo'n faunapassage profiteren.

Om verplaatsingen van grotere zoogdieren (grazers) en daarmee ook de verplaatsingen van planten en honkvaste diersoorten (bijvoorbeeld slakken en zandhagedis) van het grijze duin en duinvalleien te faciliteren is een voorziening onder de N513 ter hoogte van Castricum aan Zee aan te raden. Figuur 4.2 toont een voorbeeld van een middelgrote faunatunnel, waarin speciale voorzieningen voor reptielen zijn aangebracht. Uit onderzoek blijkt dat deze voorzieningen goed functioneren voor reptielen, waaronder zandhagedis (<https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=20199>). Ze bieden tevens een beschermde onderdoorgang voor grondgebonden ongewervelden.



Figuur 4.2 Een middelgrote faunatunnel met voorzieningen voor reptielen (Foto: Dimitri Emond).

Egmonderstraatweg

De agglomeratie Egmond aan den Hoef – Egmond aan Zee vormt een serieuze barrière. Visser *et al.* (2017) doen een voorstel voor de inrichting van de flessenhals als de voetbalvelden alhier in beheer van PWN komen. Een robuuste verbinding tussen de duingraslanden ten zuiden en noorden van de weg is daarmee echter nog niet verwezenlijkt. Voor grotere grondgebonden dieren blijft de weg en omgeving een knelpunt, waardoor ook uitwisseling van planten en kleine honkvaste dieren (bijvoorbeeld de bolle duinslak) gelimiteerd is. De aanleg van een ecoduct, eventueel met recreatief medegebruik, zorgt voor een aanzienlijke verbetering van de ecologische verbinding op deze locatie. Met een ecoduct ontstaat er daadwerkelijk een extra stukje duinlandschap tussen het noordelijke en zuidelijke deel van het Noordhollands Duinreservaat, wat niet alleen de dieren ten goede komt, maar ook het Zeedorpenlandschap.

5 Literatuur

- Andrews, K.M., P. Nanjappa, S.P.D. Riley & K.E. Gunson, 2011, Road planning and mitigation design for small animals: Concepts and Applications, Crossings and Barriers Session,
- Avon, C., L. Bergès, Y. Dumas & J.-L. Dupouey, 2010. Does the effect of forest roads extend a few meters or more into the adjacent forest? A study on understory plant diversity in managed oak stands. *Forest Ecology and Management* 259: 1546-1555.
- Bakker, J.P., R. Van Diggelen, R.M. Bekker & R.H. Marrs, 2006. Restoration of dry grasslands and heathlands. *Restoration ecology: the new frontier*. 95-110.
- Beebee, T.J.C., 2013. Effects of road mortality and mitigation measures on amphibian populations. *Conservation Biology* 27(4): 657-668.
- Bonte, D., 2004. Distribution of spiders in coastal grey dunes. Spatial patterns and evolutionary - ecological importance of dispersal. Rapport. Universiteit Gent
- Bonte, D., W. Dekoninck & M. Pollet, 2002. Duinstruwelen als habitat voor insecten en spinnen. *De Levende Natuur* 103(3): 95-97.
- Brandjes, G.J. & G.F.J. Smit, 1999. Aangereden dieren langs spoorwegen. Ontsnipperingsonderzoek Railinfrastructuur Module Sterfte - Fase 1 Enquête en Praktijkonderzoek trefkans. Rapport 99.74. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Brandjes, G.J., R. van Eekelen & G.F.J. Smit, 2002. Gebruik van faunabuizen onder rijkswegen. Rapport 02-085. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Brandjes, G.J., D. Emond, K.D. van Stralen & B. Achterkamp, 2013. Monitoring ecoduct De Munt, Wuustwezel (Belgie). Tussenrapportage meetjaar 2012 (T1). Rapport. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Brandjes, J., G. Veenbaas & G. Smit, 2000. Amfibieën op loopstroken onder rijkswegen. *RAVON* 7(3): 1-5.
- Brunbjerg, A.K., G.P. Jørgensen, K.M. Nielsen, M.L. Pedersen, J.-C. Svenning & R. Ejrnæs, 2015. Disturbance in dry coastal dunes in Denmark promotes diversity of plants and arthropods. *Biological Conservation* 182(0): 243-253.
- Budzik, K.A. & K.M. Budzik, 2014. A preliminary report of amphibian mortality patterns on railways. *Acta Herpetologica* 9: 103-107.
- Bujoczek, M., M. Ciach & R. Yosef, 2011. Road-kills affect avian population quality. *Biological Conservation* 144: 1036-1039.
- Cosentino, B.J., D.M. Marsh, K.S. Jones, J.J. Apodaca, C. Bates, J. Beach, K.H. Beard, K. Becklin, J.M. Bell, C. Crockett, G. Fawson, J. Fjelsted, E.A. Forys, K.S. Genet, M. Grover, J. Holmes, K. Indeck, N.E. Karraker, E.S. Kilpatrick, T.A. Langen, S.G. Mugel, A. Molina, J.R. Vonesh, R.J. Weaver & A. Willey, 2014. Citizen science reveals widespread negative effects of roads on amphibian distributions. *Biological Conservation* 180(0): 31-38.
- Den Boer, P.J., 1970. On the significance of dispersal power for populations of carabid-beetles (Coleoptera, Carabidae). *Oecologia* 4(1): 1-28.
- Den Boer, P.J., 1977. Dispersal power and survival: carabids in a cultivated countryside. *Miscellaneous papers* 14.

- Drees, J.M. & Y.J. van Manen, 2004. De situatie van het konijn in Nederland sinds het optreden van RHD. Rapport. Uitgave onbekend.
- Ehrenburg, A., M.v. Til & J. Maurik, 1995. Vegetatieontwikkeling en begrazingsbeheer van het zeedorpenlandschap bij Zandvoort. *De Levende Natuur* 96(6): 202-211.
- Elek, Z., L. Drag, P. Pokluda, L. Cizek & S. Berces, 2014. Dispersal of individuals of the flightless grassland ground beetle, *Carabus hungaricus* (Coleoptera: Carabidae), in three populations and what they tell us about mobility estimates based on mark-recapture. *Eur. J. Entomol* 111(5): 000-000.
- Elzanowski, A., J. Ciesiolkiewicz, M. Kaczor, J. Radwańska & R. Urban, 2009. Amphibian road mortality in Europe: a meta-analysis with new data from Poland. *European Journal of Wildlife Research* 55: 33-43.
- Emond, D. & G.J. Brandjes, 2013. Monitoringplan ecoduct Oud Reemst. Onderdeel van de 9 ecoducten op de Veluwe, Utrechtse en Sallandse Heuvelrug. Rapport 12-212 f. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Emond, D. & G.J. Brandjes, 2014a. Resultaten monitoring ecoduct Petrea 2013. Onderdeel van de 9 ecoducten op de Veluwe, Utrechtse en Sallandse Heuvelrug. Rapport 14-045c. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Emond, D. & G.J. Brandjes, 2014b. Resultaten monitoring ecoduct Nijverdal 2013. Onderdeel van de 9 ecoducten op de Veluwe, Utrechtse en Sallandse Heuvelrug. Rapport 14-045a. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Emond, D. & G.J. Brandjes, 2014c. Resultaten monitoring ecoduct Hulshorst 2013. Onderdeel van de 9 ecoducten op de Veluwe, Utrechtse en Sallandse Heuvelrug. Rapport 14-045b. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Emond, D. & G.J. Brandjes, 2014d. Resultaten monitoring ecoduct Hoog Buurlo 2013. Onderdeel van de 9 ecoducten op de Veluwe, Utrechtse en Sallandse Heuvelrug. Rapport 14-045d. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Forman, R.T.T. & L.E. Alexander, 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 207-231.
- Forman, R.T.T. & R.D. Deblinger, 2000. The Ecological Road-Effect Zone of a Massachusetts (U.S.A.) Suburban Highway. *Conservation Biology* 14: 36-46.
- Holderegger, R. & M. Di Giulio, 2010. The genetic effects of roads: A review of empirical evidence. *Basic and Applied Ecology* 11: 522-531.
- Huijser, M.P., P.T. McGowen, W. Camel, A. Hardy, P. Wright & A.P. Clevenger, 2006. Animal Vehicle Crash Mitigation Using Advanced Technology. Phase I: Review, Design and Implementation. WTI-MSU, Montana.
- Huijser, M.P., T.D. Holland, M. Blank, M.C. Greenwood, P.T. McGowen, B. Hubberd & S. Wang, 2009. The Comparison of Animal Detection Systems in a Test-Bed: A Quantitative Comparison of System Reliability and Experiences with Operation and Maintenance. WTI-MSU, Montana.
- Jochimsen, D.M., C.R. Peterson, K.M. Andrews & J.W. Gibbons, 2004. A Literature Review of the Effects of Roads on Amphibians and Reptiles and the Measures Used to Minimize Those Effects. Final Draft. 79.
- Kivit, H.A., 2007. Natuurdoelen voor de duinterreinen van PWN. PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland, Velsbroek.

- Kotze, D.J., P. Brandmayr, A. Casale, E. Dauffy-Richard, W. Dekoninck, M.J. Koivula, G.L. Lövei, D. Mossakowski, J. Noordijk & W. Paarmann, 2011. Forty years of carabid beetle research in Europe—from taxonomy, biology, ecology and population studies to bioindication, habitat assessment and conservation. *ZooKeys*.(100): 55.
- Kujawa, K., D. Sobczyk & A. Kajak, 2006. Dispersal of *Harpalus rufipes* (Degeer)(Carabidae) between shelterbelt and cereal field. *Polish Journal of Ecology* 54(2): 243-252.
- Lambrechts, J., R. Verlinde, B. van der Wijden & W. Hendrickx, 2008. Monitoring ecoduct 'Kikbeek' over de E314 in Maasmechelen. Resultaten van het eerste jaar van onderzoek (T1, 2007). Arcadis Belgium (voormalig AEOLUS), Diest.
- Lambrechts, J., R. Verlinde, E. Stassen, P. Hendig & S. Verkem, 2011. Monitoring ecoduct 'KIKBEEK' over de E314 in Maasmechelen Resultaten van het derde jaar na aanleg (T3: 2009). Arcadis iov Dienst NTMB, Antwerpen.
- Matos, C., N. Sillero & E. Argaña, 2012. Spatial analysis of amphibian road mortality levels in northern Portugal country roads. *Amphibia-Reptilia* 33: 469-483.
- Mazerolle, M.J., 2004. Amphibian road mortality in response to nightly variations in traffic intensity. *Herpetologica* 60: 45-53.
- Mazerolle, M.J., M. Huot & M. Gravel, 2005. Behavior of amphibians on the road in response to car traffic. *Herpetologica* 61: 380-388.
- McGregor, R.L., D.J. Bender & L. Fahrig, 2008. Do small mammals avoid roads because of the traffic? *Journal of Applied Ecology* 45: 117-123.
- Ministerie van Verkeer & Waterstaat, 2004. Meerjarenprogramma ontsnippering (MJPO). Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.
- PBL, 2012. Effecten van klimaatverandering in Nederland: 2012. Rapport. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- Provincie Noord-Holland, 2013. Licht op Groen! Agenda Groen. Vastgesteld door de Provinciale Staten op 11 maart 2013. Provincie Noord-Holland, Haarlem.
- Provincie Noord-Holland, 2016. Natuurbeheerplan 2017 Noord-Holland. Provincie Noord-Holland, Haarlem.
- PWN, 2014. Vitale duinen, bron van genieten. Beheernota PWN 2015-2025. PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland, Velsbroek.
- van der Reest, P.J., 1989. Kleine zoogdieren in wegbermen. Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming, Arnhem.
- RLI, 2013. Onbepikt Houdbaar Naar een robuust natuurbeleid. Rapport. Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur, Den Haag.
- Rothermel, B.B., 2004. Migratory success of juveniles: a potential constraint on connectivity for pond-breeding amphibians. *Ecological Applications* 14: 1535-1546.
- Schirmel, J., I. Blindow & S. Buchholz, 2012. Life-history trait and functional diversity patterns of ground beetles and spiders along a coastal heathland successional gradient. *Basic and Applied Ecology* 13(7): 606-614.
- Smit, C., E.S. Bakker, M.E.F. Apol & H. Olf, 2010. Effects of cattle and rabbit grazing on clonal expansion of spiny shrubs in wood-pastures. *Basic and Applied Ecology* 11(8): 685-692.
- Smit, G.F.J., 1997. Faunaverkeersslachtoffers op en langs rijkswegen in Noord-Nederland. Rapport 97.35. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

- Smit, G.F.J., 2006. Monitoring Faunapassages Noord-Brabant pilot 2006. Monitoring van het gebruik van 47 faunapassages onder provinciale wegen. Rapport 06-260. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Smit, G.F.J., G.J. Brandjes & A.J.M. Meijer, 1998. Evaluatie faunaverkeersslachtoffers rijkswegen Zeeland. Rapport 97.48. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Smit, G.F.J., J. Brandjes & G. Veenbaas, 2006, Amphibians crossing under motorways: solutions for migration or dispersion?, IENE 2006, Poland.
- Soluk, D., D. Zercher & A. Worthington, 2011. Influence of roadways on patterns of mortality and flight behavior of adult dragonflies near wetland areas. *Biological Conservation*.
- Stevens, V., É. Leboulengé, R. Wesselingh & M. Baguette, 2006. Quantifying functional connectivity: experimental assessment of boundary permeability for the natterjack toad (*Bufo calamita*). *Oecologia* 150: 161-171.
- van Strien, A.J., J.J.A. Dekker, M. Straver, T. van der Meij, L.L. Soldaat, A. Ehrenburg & E. van Loon, 2011. Occupancy dynamics of wild rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in the coastal dunes of the Netherlands with imperfect detection. *Wildlife Research* 38(8): 717-725.
- Struijk, R., 2011. Het gebruik van faunapassages door reptielen. *De Levende Natuur* 109: 109-114.
- Teixeira, F.Z., A.V.P. Coelho, I.B. Esperandio & A. Kindel, 2013. Vertebrate road mortality estimates: Effects of sampling methods and carcass removal. *Biological Conservation* 157: 317-323.
- Tempel, C. van den, L. Heemskerk & J. Hamers, 2013. Onderzoek naar verspreiding en voortplanting van boommarters in het Noordhollands Duinreservaat. Landschap Noord-Holland, Heiloo.
- Van Breukelen, L., E. Cosyns & S. Van Wieren, 2002. Wat weten we van terugdringen van duinstruwelen door herbivore zoogdieren? *De Levende Natuur* 103(3): 101-105.
- Visser, M.M., G.J. Brandjes & J.W. Röell, 2017. Ontsnipperingsmaatregelen zeewegen Noord-Hollands duinreservaat, Ecologische inrichting Egmond-oost, locatie sportvelden. Bureau Waardenburg Rapportnr. 17-036. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Vos, C.C. & J.P. Chardon, 1998. Effects of habitat fragmentation and road density on the distribution pattern of the moor frog *Rana arvalis*. *Journal of Applied Ecology* 35: 44-56.
- Watanabe, K., M.T. Monaghan, Y. Takemon & T. Omura, 2010. Dispersal ability determines the genetic effects of habitat fragmentation in three species of aquatic insect. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 9999: n/a.
- Waternet, 2012. Projectplan LIFE+ "Source for Nature". Amsterdamse Waterleidingduinen bron voor natuur, duinherstelproject. Rapport, Amsterdam.
- Wouters, B. & E. Remke, 2012. Onderzoeksprogramma Levende Duinen. 152.
- Wouters, b. & H. Van Oosten, 2013. Kink in de (voedsel)keten van duingraslanden? *De Levende Natuur* 114(5): 232-237.

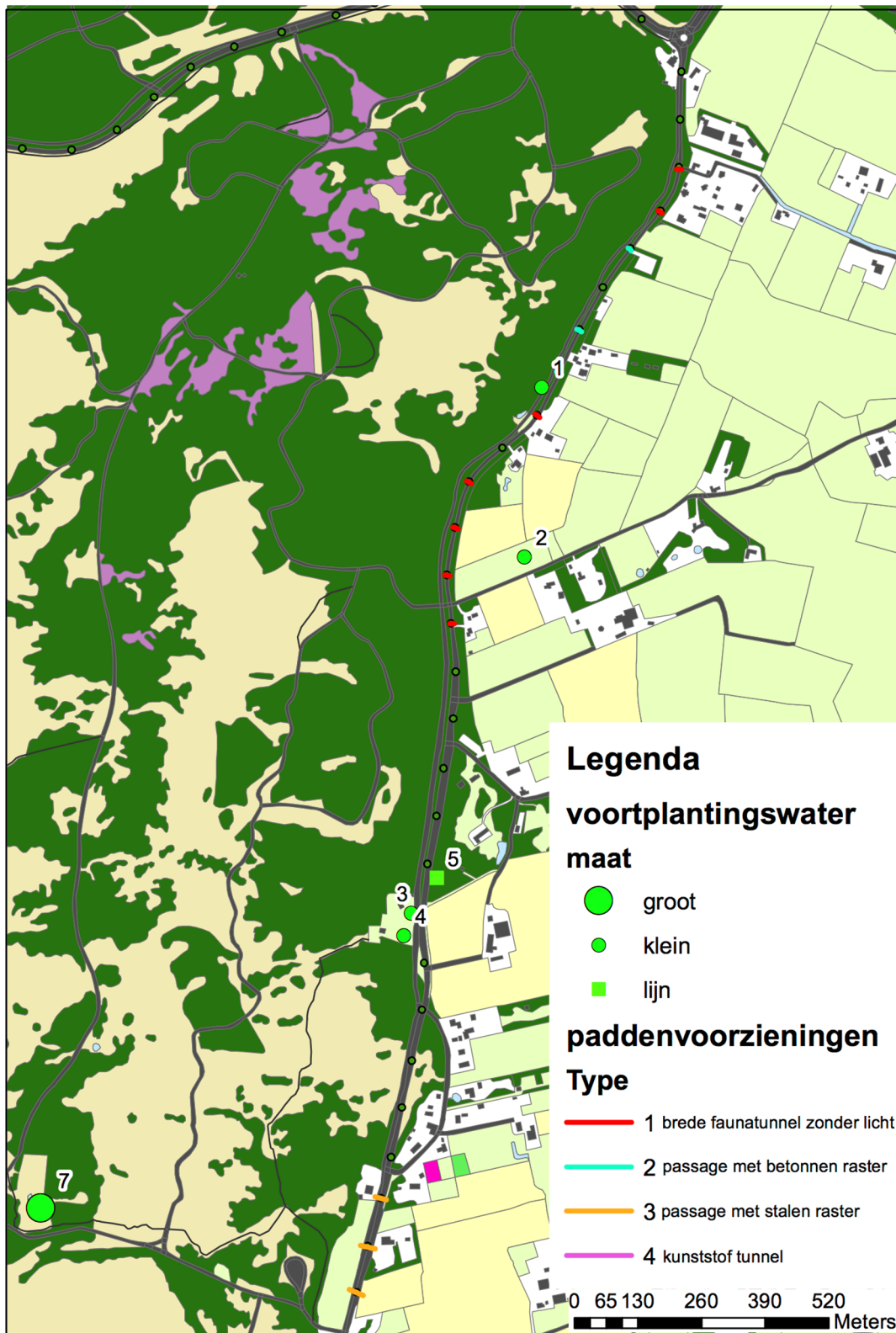
Bijlage 1 Soorten

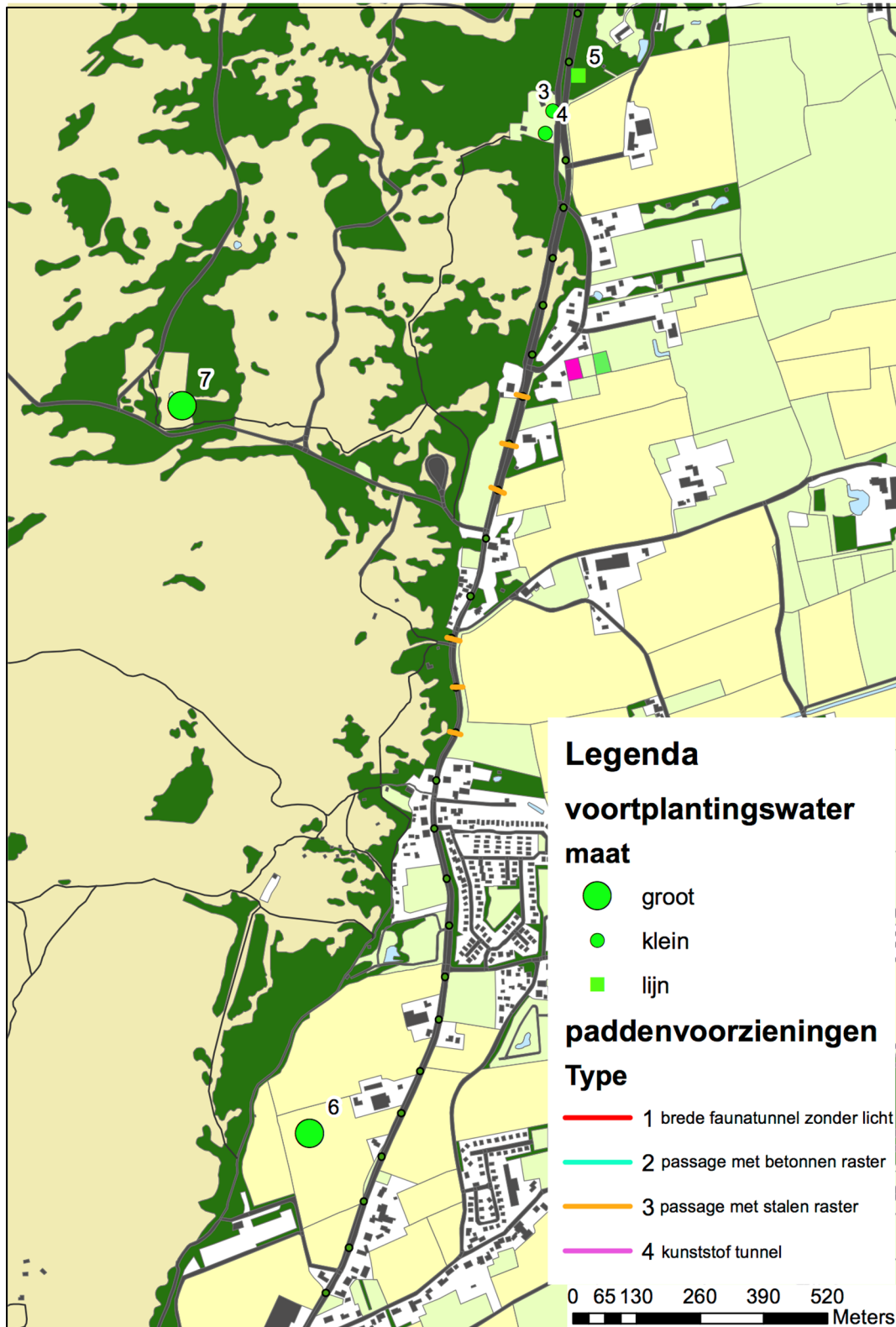
Soort	Soortgroep	Habitatrichtlijn soort		Mobiliteit	Witte duinen	Grijze duinen	Duinheiden	Duinstruwelen	Vochtige duinvalleien	Duinbossen
		Typische soort	Doelsoorten PWN							
Rugstreeppad	Amfibieën	X	X	mobiel	X	X			X	
Bruin blauwtje	Dagvlinders	X	X	weinig mobiel		X				
Duinparelmoervlinder	Dagvlinders	X	X	mobiel		X		X		
Eikenpage	Dagvlinders	X		weinig mobiel		X				X
Bruine eikenpage	Dagvlinders		X	weinig mobiel						X
Grote parelmoervlinder	Dagvlinders	X	X	mobiel		X				
Heivlinder	Dagvlinders	X	X	mobiel	X	X	X			
Keizersmantel	Dagvlinders		X	zeer mobiel						
Kleine parelmoervlinder	Dagvlinders	X	X	zeer mobiel		X				
Kommavlinder	Dagvlinders	X	X	weinig mobiel		X				
Gevlekte witsnuitlibel	Libellen	X		mobiel						X
Vuurlibel	Libellen		X	mobiel						X
Bruine witerjuffer	Libellen		X	mobiel						X
Behaarde rode bosmier	Mieren		X	honkvast						X
Glanzende gastmier	Mieren		X	honkvast		X		X		
Kale rode bosmier	Mieren		X	honkvast						X
Zandhagedis	Reptielen		X	weinig mobiel	X	X	X	X		
Nauwe korfslak	Slakken	X		honkvast						
Heideslak	Slakken		X	honkvast						
Bolle duinslak	Slakken		X	honkvast						
Blauwvleugelsprinkhaan	Sprinkhanen en krekels	X	X	weinig mobiel		X				
Boskrekel	Sprinkhanen en krekels		X	honkvast						X
Duinsabelsprinkhaan	Sprinkhanen en krekels	X	X	mobiel	X	X				
Knopsrietje	Sprinkhanen en krekels		X	mobiel		X				
Bokje	Vogels		X	zeer mobiel						
Boomklever	Vogels		X	zeer mobiel						X
Boomleeuwerik	Vogels		X	zeer mobiel						X
Dodaars	Vogels	X	X	zeer mobiel					X	
Eidereend	Vogels	X	X	zeer mobiel	X	X				
Goudvink	Vogels		X	zeer mobiel						X
Grasmus	Vogels		X	zeer mobiel				X		
Groene specht	Vogels		X	zeer mobiel						X

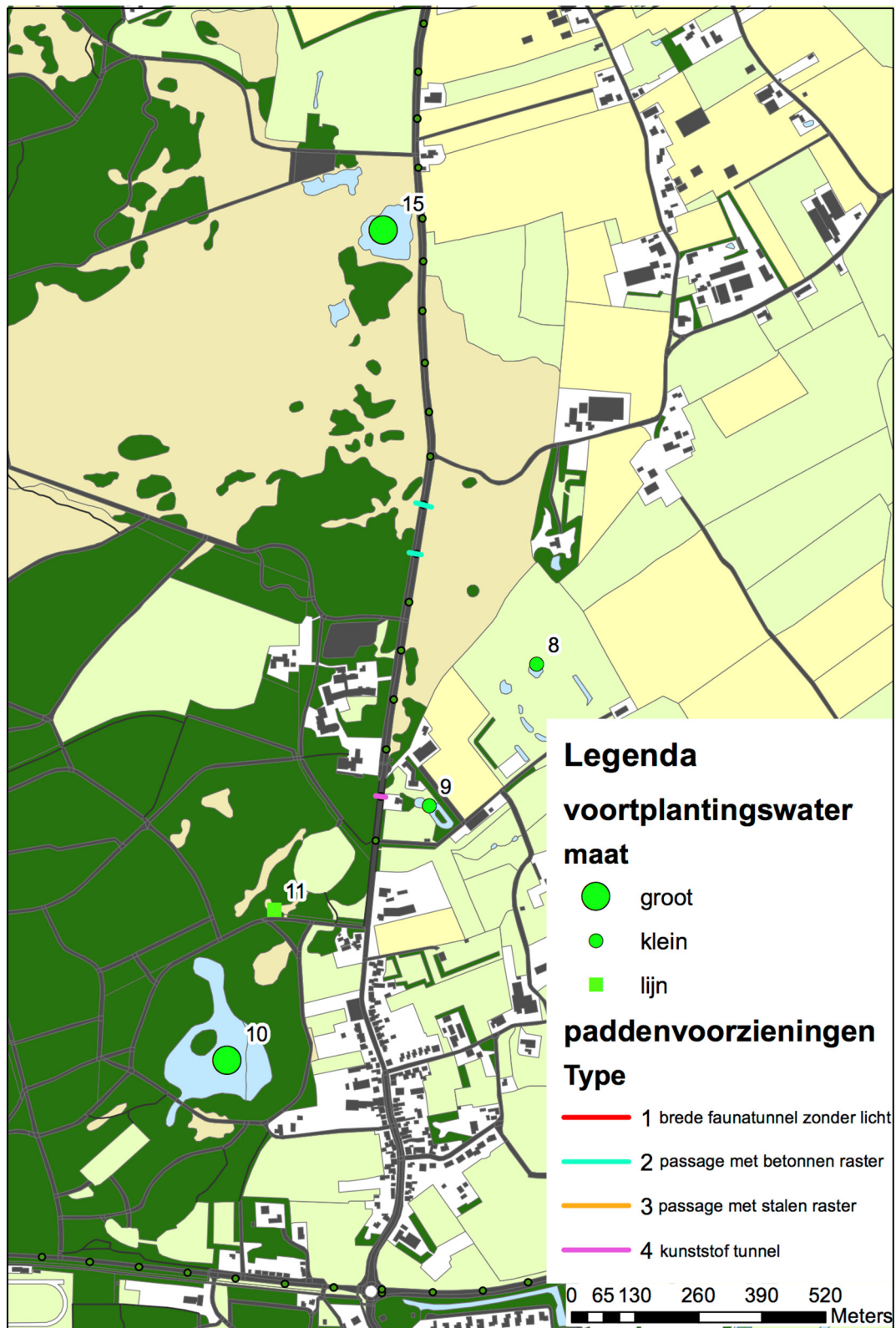
vervolg z.o.z.

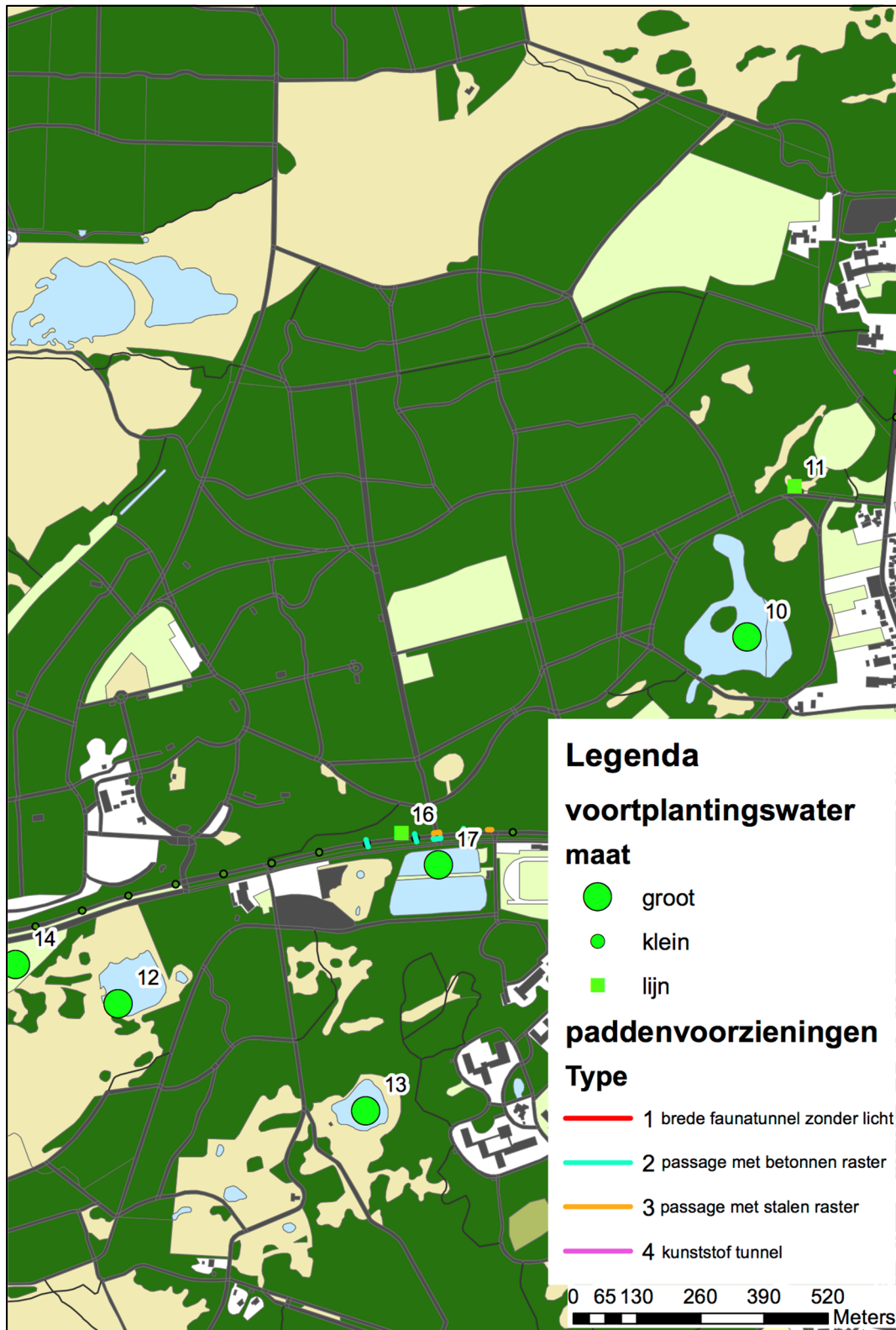
Soort	Soortgroep	Habitatrichtlijn soort	Mobiliteit	Witte duinen	Grijze duinen	Duinheiden	Duinstruwelen	Vochtige duinvalleien	Duinbossen
		Typische soort							
Grote bonte specht	Vogels	X	zeer mobiel						X
Havik	Vogels		zeer mobiel						X
Houtsnip	Vogels	X	zeer mobiel						X
Kneu	Vogels		zeer mobiel		X		X		
Nachtegaal	Vogels	X	zeer mobiel				X		
Nachtzwaluw	Vogels		zeer mobiel						X
Paapje	Vogels	X	X	zeer mobiel		X	X	X	
Roodborsttapuit	Vogels		X	zeer mobiel	X	X	X		
Sprinkhaanrietzanger	Vogels	X		zeer mobiel					X
Tapuit	Vogels	X	X	zeer mobiel	X	X	X		
Velduil	Vogels	X		zeer mobiel	X				
Zwarte specht	Vogels		X	zeer mobiel					X
Watersnip	Vogels	X	X	zeer mobiel					X
Wulp	Vogels	X	X	zeer mobiel		X	X	X	
Konijn	Zoogdieren	X		mobiel	X	X	X	X	
Eekhoorn	Zoogdieren		X	mobiel					X
Egel	Zoogdieren		X	mobiel					
Haas	Zoogdieren		X	zeer mobiel					
Wezel	Zoogdieren		X	zeer mobiel			X		X
Hermelijn	Zoogdieren		X	zeer mobiel	X		X		X
Bunzing	Zoogdieren		X	zeer mobiel	X		X	X	X
Boommarter	Zoogdieren		X	zeer mobiel					X
Baardvleermuis	Zoogdieren		X	zeer mobiel					X
Watervleermuis	Zoogdieren		X	zeer mobiel			X		X
Gewone grootoorvleermuis	Zoogdieren		X	zeer mobiel					X
Ruige dwergvleermuis	Zoogdieren		X	zeer mobiel			X		X
Gewone dwergvleermuis	Zoogdieren		X	zeer mobiel			X		X
Rosse vleermuis	Zoogdieren		X	zeer mobiel					X
Franjestaart	Zoogdieren		X	zeer mobiel					X

Bijlage 2 Amfibieëntunnels onder N-wegen.











Bureau Waardenburg bv

Onderzoek en advies voor ecologie en landschap
Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345-512710, Fax 0345-519849
E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl