

Ontsnipperingsmaatregelen **N275**

bestek ANB/VB/GR/14/1065-2

project LIFE12 - NAT/BE/000166 OZON



OMGEVING
LANDSCAPE ARCHITECTURE URBANISM

IN OPDRACHT EN MET ONDERSTEUNING VAN



Ontsnipperingsmaatregelen N275

bestek ANB/VB/GR/14/1065-2

project LIFE12 - NAT/BE/000166 OZON

15 maart 2015



**Zottegemstraat 2
9688 Maarkedal**
055/45.66.10
info@driekwartgroen.be
www.driekwartgroen.be

OMGEVING
LANDSCAPE ARCHITECTURE URBANISM

**Uitbreidingstraat 390
2600 Berchem**
03/448.22.72
info@omgeving.be
www.omgeving.be

IN OPDRACHT EN MET ONDERSTEUNING VAN



inhoud

1. Projectcontext	1
2. Juridische en planologische omkadering.....	1
2.1. Planologisch en beleidsmatig kader	1
2.1.1. Haalbaarheidsstudie ontsnippering S161 en N275	1
2.1.2. Structuurvisie Zoniënwoud	2
2.1.3. Bosbeheerplan Zoniënwoud	3
2.1.4. Streefbeeldstudie R0-A4/E411-N4	3
2.1.5. Voorbereidende studie ecologische verbindingen RO en A4/E411	4
2.1.6. Herinrichting kruispunt R0-N275 te Hoeilaart	5
2.1.7. LIFE+-project 'Ontsnippering Zoniënwoud' (OZON).....	6
2.1.8. Beeldbepaling constructies ter ontsnippering van het Zoniënwoud	6
2.1.9. Bouw ecoduct over de R0.....	7
2.1.10. Ontsnipperingsmaatregelen spoorlijn S161	7
2.1.11. Studies aanrijdingsplaatsen dieren	7
2.1.12. Soortgerichte ontsnipperingsstudie voor de Das	9
2.1.13. Strategisch project HORIZON	9
2.1.14. Aanleg gasleiding Sibelga	10
2.1.15. Uitbouw Fietsplan	11
2.2. Juridisch kader	11
2.2.1. Bestemmingen.....	11
2.2.2. Beschermingsstatuten	12
3. Uitgangspunten	13
3.1. Wisselwerking met het ecoduct over de S161	13
3.2. Aard en inplanting van de verschillende voorzieningen	13
3.3. Aansturing van soorten	14
3.4. Typering van het omliggende bos	14
3.5. Hotspots voor diersoorten	14
4. Bespreking van de reeds voorgestelde constructies	15
4.1. Overzicht van de reeds eerder voorgestelde constructies.....	15
4.2. Vergelijking van de mogelijkheden	16
4.3. Beperkingen en voordelen van de bestaande voorstellen.....	16
5. Haalbaarheidsanalyse.....	17
5.1. Bepaling van de richtsoorten	17

5.2. Geschiktheidsanalyse	24
5.2.1. Bestaande infrastructuur	24
5.2.2. Functieverweving	25
5.2.3. Terreinmogelijkheden	26
5.2.4. Verkeersfunctie en wegstructuur.....	28
5.2.5. Aanrijdingskans	28
5.2.6. Ecologisch belang	28
5.2.7. Juridisch kader.....	29
5.2.8. Impact boslandschap.....	33
6. Selectie van de mogelijke maatregelen.....	34
6.1. Verantwoording van de selectie.....	34
6.1.1. Noordelijk deel van de N275 – ten noorden Bundersdreef	34
6.1.2. Noordelijk deel van de N275 – ten zuiden Bundersdreef	35
6.1.3. Zuidelijk deel van de N275 – tussen Rozendal en Charles Melottestraat.....	36
6.1.4. Zuidelijk deel van de N275 – tussen IJzerstraat en Meutedreef.....	36
7. Vormgevingsprincipes en technische uitwerking van de geselecteerde maatregelen	36
7.1. Ecoduct	37
7.1.1. Vormgevingsprincipes	37
7.1.2. Inrichtingselementen	38
7.1.3. Technische uitvoering	45
7.1.4. Kostenraming	47
7.2. Grote faunatunnel	48
7.2.1. Vormgevingsprincipes	48
7.2.2. Inrichtingselementen	49
7.2.3. Technische uitvoering	50
7.2.4. Kostenraming	50
7.3. Kleine faunatunnel	52
7.3.1. Vormgevingsprincipes	52
7.3.2. Inrichtingselementen	53
7.3.3. Technische uitvoering	53
7.3.4. Kostenraming	53
7.4. Wildkerende en –geleidende voorzieningen	53
7.4.1. Vormgevingsprincipes	53
7.4.2. Inrichtingselementen	54
7.4.3. Technische uitvoering	58
7.4.4. Kostenraming	58
7.5. Oversteekvoorzieningen Bundersdreef.....	59
7.5.1. Vormgevingsprincipes	59

7.5.2. Inrichtingselementen	59
7.5.3. Technische uitvoering	61
7.5.4. Kostenraming	61
7.6. Boombrug.....	62
7.6.1. Vormgevingsprincipes	62
7.6.2. Inrichtingselementen	63
7.6.3. Technische uitvoering	63
7.6.4. Kostenraming	63
Literatuur.....	64
Bijlagen	67

1. Projectcontext

Om een oplossing te geven aan de versnippering van het Zoniënwoud moeten de belangrijkste wegen die het bosgebied in stukken snijden, worden ondertunneld of overbrugd, zodanig dat dieren op een efficiënte, ongestoorde en veilige wijze deze wegen kunnen oversteken. Een van deze wegen is de *Terhulpssteenweg* (N275) die evenwijdig aan de spoorlijn *S161 Brussel-Luxemburg* loopt en waarvoor reeds een ecoduct en meerdere kleine oversteekvoorzieningen werden uitgewerkt (*Econnection*, 2008; *Van der Wijden*, 2014).

Voor het gedeelte op het grondgebied van het Brussels Hoofdstedelijk gewest werd de ontsnippering van de N275 reeds in 2008 door *Econnection* onderzocht. In die studie wordt een exhaustieve opsomming gegeven van alle mogelijkheden tot ontsnippering van de N275 op het Brussels grondgebied. Daarbij zijn verschillende scenario's gehanteerd. De verdere doelstelling van de studieopdracht bestaat eruit om dit opnieuw te evalueren en voor het gedeelte van de N275 op het grondgebied van het Vlaamse gewest bijkomende mogelijkheden te bekijken en alle mogelijke constructies ter ontsnippering van het Zoniënwoud op de Terhulpssteenweg op hun noodzaak en haalbaarheid te onderzoeken. Vervolgens is het de bedoeling om projectmatig een selectie te maken en deze technisch uit te werken in de vorm van een schets- en voorontwerp met inbegrip van een indicatieve kostprijsraming. Het eindresultaat is een gecoördineerd, gezamenlijk en gewestgrens overschrijdend ontsnipperingsplan voor het traject van de N275 op zowel het Brusselse als het Vlaamse grondgebied. Dit traject loopt vanaf de rotonde met de Vorsterielaan (ten noorden - grondgebied Watermaal-Bosvoorde) tot aan de Meutedreef op de taalgrens (ten zuiden - grondgebied Hoeilaart).

2. Juridische en planologische omkadering

Aansluitend op de terreinsituatie geeft de beleidsmatige en planologische context mee richting aan de toekomstige gebiedsontwikkeling langs en rondom de N275. Voorts zijn er juridische beperkingen en beleidsmatige opportuniteiten die bepaalde ontwikkelingen aansturen. Ook hebben reeds enkele voorbereidende studies plaatsgevonden en zijn reeds ontsnipperingsmaatregelen in het verlengde of aansluitend op de N275 planmatig uitgewerkt en/of uitgevoerd. Het is hier niet de bedoeling alle aspecten gedetailleerd voor te stellen maar vooral de elementen eruit te lichten die relevant zijn voor het studiegebied.

2.1. Planologisch en beleidsmatig kader

2.1.1. Haalbaarheidsstudie ontsnippering S161 en N275

In opdracht van het *Brussels Instituut voor Milieubeheer* (BIM) werd door *Econnection* (2008) een haalbaarheidsstudie uitgevoerd naar de mogelijkheden om een herverbinding te realiseren van de delen van het Zoniënwoud die van elkaar gescheiden zijn door de Terhulpssteenweg en de spoorweg 161 Brussel-Luxemburg. Het plan beperkt zich tot het gedeelte dat op het grondgebied van het Brusselse Hoofdstedelijk Gewest gelegen is en loopt over een afstand van ongeveer 2.250 m.

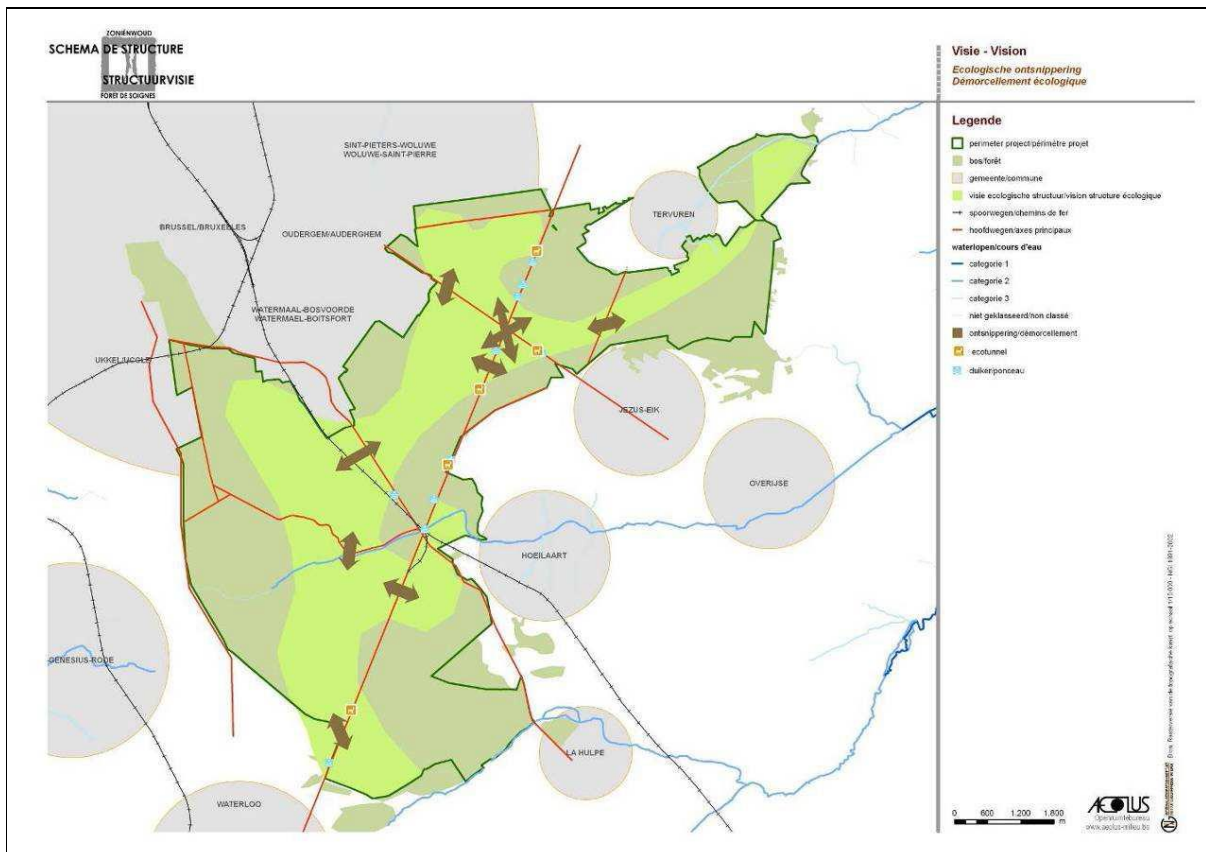
In de studie worden concrete voorstellen gedaan om zowel de spoorlijn als de steenweg geheel dan wel gedeeltelijk uit te rasteren en te voorzien van verschillende voorzieningen die dieren veilig onder of over de weg geleiden. Centraal staat de bouw van twee ecoducten respectievelijk over de spoorweg en de autoweg. Daarnaast wordt voorzien in de aanleg van meerdere faunabuizen, ecotunnels, hop-overs en boombruggen. De maatregelen zitten vervat in een minimaal en een

optimaal scenario waarbij het aantal voorzieningen wisselt naargelang de financiële mogelijkheden. Op de details van deze studie wordt elders ingegaan (§ 4.1.).

2.1.2. Structuurvisie Zoniënwoud

In opdracht van het Vlaamse Gewest, het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en het Waalse Gewest werd een structuurvisie voor het Zoniënwoud opgemaakt (Van de Genachte et al., 2008) (figuur 1). Hierin wordt de N275 als een ecologische barrière erkend. Het plan voorziet daarom in een sluitende ecologische verbinding van het Zoniënwoud over de N275 via het noordelijke deel van het wegtraject, ten noorden van de Bundersdreef. Afgezien van de verwijzing naar een mogelijke ingebruikname/ombouw van twee bestaande duikers onder de weg (duiker 27/29 en beekonderdoorgang IJse) tot ecoduiker worden evenwel geen specifieke ontsnipperingsvoorstellen geformuleerd. Er wordt ook verwezen naar de mogelijke aanleg van een ecoduct zoals vermeld in de haalbaarheidsstudie van *Econnection* (2008).

Er wordt ook gewezen op de noodzaak tot herstel van de loop van de IJse onder de R0 ter hoogte van het kruispunt R0-Groenendaalsesteenweg. Dergelijk herstel sluit aan op de herinrichting van het kruispunt R0/Groenendaalsesteenweg/ Terhulpsesteenweg en resulteert in een aanhechting van het bos tussen de spoorweg en de Terhulpsesteenweg bij de rest van het bosmassief als compensatie voor ontbossing. De oversteek ter hoogte van Hakenstakendreef wordt hierop afgestemd. (§ 2.1.4.)



Figuur 1: Ecologische ontsnippering volgens de structuurvisie Zoniënwoud (Van de Genachte et al., 2008).

Over het recreatief netwerk dat aansluit op de N275 worden eveneens uitspraken gedaan. Voor de oversteekplaats aan de Terhulpsesteenweg tussen de Bundersdreef en de Hendrickxdreef wordt een recreatieve ontsnippering vooropgesteld die ook in de haalbaarheidsstudie van *Econnection* (2008) in combinatie met een ecoduct wordt vermeld. Voor het zuidelijk traject worden eveneens veilige oversteekplaatsen voorgesteld, in eerste instantie aansluitend op de Meutedreef.

Voor de ecologische versterking van de bosrand wordt een planologische (her)bestemming van het Vorserijplateau voorgesteld.

2.1.3. Bosbeheerplan Zoniënwood

Voor zowel het Brusselse als het Vlaamse deel van het Zoniënwood werd een uitgebreid bosbeheerplan opgemaakt.

In het Brusselse Gewest wordt in het westelijke gedeelte van het integraal bosreservaat geen beheer gevoerd en enkel langsheen de wegrand ingegrepen wanneer zich gevaarlijke situaties (kunnen) voordoen. In het tegenoverliggende oostelijke bosgedeelte dat als speciale beschermingszone wordt aanzien zijn enkel habitatherstellende en -versterkende maatregelen mogelijk. Omdat het statuut wellicht zal wijzigen naar integraal bosreservaat (§ 2.2.2.3.) zal vanaf 2015 ook hier allicht een beperkt beheer van toepassing worden i.f.v. een ecologische verbinding.

In het Vlaamse gedeelte wordt overal een femelkap (= groepenkap) uitgevoerd (uitgezonderd in de bosreservaten > nietsdoen). Er zijn 7 beheerregimes waarvan er 4 relevant zijn voor het studiegebied, nl.:

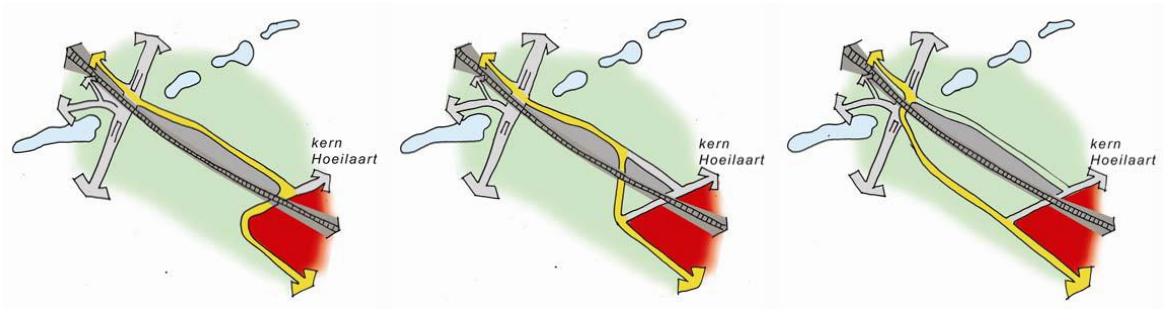
- *beheertype 1: set-aside*. Grote kernzones met veel oude en monumentale beuken of oude eiken waar de oude bomen zolang mogelijk behouden blijven en spontaan evolueren naar zones met veel dood hout. Het bos kan volledig spontaan ontwikkelen en verder verouderen (vergelijkbaar met bosreservaat maar kleinschaliger).
- *beheertype 2: verouderingseilanden (geen eindkap)*. Zones (minimaal 1-5 ha groot) met veel oude bomen en/of dood hout waar wel nog wordt gekapt maar waar het verouderingsaspect niet wordt aangetast.
- *beheertype 3: valleibosbeheer en eikenmengbos* (geen bronbos) met een uitstekende habitatstructuur. Terugdringen van Beuk ten voordele van andere soorten. Aandacht voor voorjaarsflora.
- *beheertype 4: beuk na beuk d.m.v. uitkap en variabele dunning*. Ongelijkvormig en ongelijkjarig hooghout met Beuk als hoofdboomsoort en minstens 20% bodemverplegende soorten. Structuurbevorderende maatregelen o.a. in functie van verjonging en inmenging van andere schaduwboomsoorten (o.a. Tamme kastanje, Gewone esdoorn, Haagbeuk en Winterlinde).

De typen 1 en 2 komen vooral in het zuidelijk deel van het plangebied voor, maar komen om veiligheidsredenen nooit tot tegen de weg.

2.1.4. Streefbeeldstudie R0-A4/E411-N4

In de streefbeeldstudie die het *Agentschap Wegen en Verkeer* (AWV) voor de R0-A4/E411-N4 liet opmaken (*Studiegroep Omgeving*, 2006) zit in deelgebied 2 ook het verkeerswegenknooppunt Groenendaal R0-N275 vervat. De studie voorziet in de omvorming van de R0 tot een volwaardige autosnelweg. Dat vereist dat geen enkele zijweg rechtstreeks aansluit op de R0 en maakt het noodzakelijk de huidige aansluiting van de N275 af te koppelen van de R0. Door de R0 in een gesloten tunnel te leggen, ontstaat er bovengronds een grotere ruimte die dan kan worden benut voor de aansluitingen van de verschillende wegen. Hiervoor worden de respectievelijke wegen langsheen de linker- en rechterzijde van de spoorbrug elk gebundeld tot één kruispunt, zodat er in totaliteit nog maar twee kruispunten overblijven in plaats van de huidige vier. De twee kruispunten aan beide zijden van de spoorweg worden met verkeerslichten geregeld. De Duboislaan wordt voor gemotoriseerd verkeer afgesloten met uitzondering van openbaar en uitzonderlijk vervoer (bv. houttransport) en voor noodsituaties. Voor de inrichting van het kruispunt werden drie scenario's onderzocht (figuur 2):

1. *variant 1*: aansluiting van de Terhulpssteenweg (komende van Terhulpen) op de Groenendaalsesteenweg via de vernieuwde tunnel (verbreed en verdiept) aan de Ildefonse Vandammestraat;
2. *variant 2*: aansluiting van de Terhulpssteenweg (komende van Terhulpen) op de Groenendaalsesteenweg via een nieuwe tunnel;
3. *variant 3*: aansluiting van zowel de Groenendaalsesteenweg als de Terhulpssteenweg via de (verbrede en verdiepte) Ildefonse Vandammestraat.



Figuur 2: Aansluiting van de Terhulps steenweg op de R0 overeenkomstig de drie varianten (Studiegroep Omgeving, 2006).

2.1.5. Voorbereidende studie ecologische verbindingen R0 en A4/E411

In de Structuurvisie Zoniënwood (Van de Genachte et al., 2008) en de Streefbeeldstudie R0-A4/E411-N4 (Studiegroep Omgeving, 2006) worden ecologische verbindingen voorgesteld over en onder de oostelijke R0 Ring rond Brussel en de A4/E411 ter hoogte van het Zoniënwood (gedeelte Vlaams Gewest). De voorbereidende studie van Arcadis (2009) evalueert de gekende voorstellen op hun haalbaarheid en formuleert nieuwe voorstellen in het kader van de beoogde ontsnippering van het Zoniënwood. De voorstellen worden vervolgens in schets- en voorontwerpen uitgewerkt met inbegrip van de vormgeving en een indicatieve kostprijsraming.

De volgende constructies hebben betrekking op de N275 of zijn relevant voor de verdere inrichting en aansluiting van de voorzieningen op andere ontsnipperingsmaatregelen.

1. De mogelijke inschakeling van de bestaande onderdoorgang 7 (t.h.v. Netelenweg/ Neteldelle - ZO d11 in de studie).
2. Aanpassen van de inloopconstructie 11 aan de Keizer Karel-vijver, naar de Koningsvijvers (ZO d07 in de studie) t.b.v. passage van amfibieën en vissen d.m.v. een vistrap.
3. Alle in de haalbaarheidsstudie van Econnection (2008) voorgestelde ontsnipperingsmaatregelen waaronder een ecoduct (§ 4.1.).

De volgende maatregelen situeren zich in de zone van de R0 die het sterkst aansluit op de N275 (zie kaart 10a voor de weerhouden voorzieningen). De zone waartoe deze studie zich beperkt, ligt tussen kilometer 16 en 20.

1. De optimalisatie van de bestaande onderdoorgangen (middelgrote tunnels) voor Ree met medegebruik door diverse andere soorten onder de R0 t.h.v. km 16,8 (nr. 23 - zuid) en 19,4 (nr. 18 - noord).
2. De optimalisatie van de bestaande onderdoorgangen voor kleine marterachtigen en Steenmarter evenals voor amfibieën en vleermuizen onder de R0 t.h.v. km 18,8 (nr. 20 - noord).
3. De bouw van ecoduct over de R0 t.h.v. km 17,6 (nr. 22 - zuid).
4. De bouw van boombruggen voor Eekhoorn en Boomarter en hop-overs voor vleermuizen over de R0 t.h.v. km 16,1 (nr. 25 - zuid), 16,7 (nr. 24 - zuid) en 19 (nr. 19 - noord).

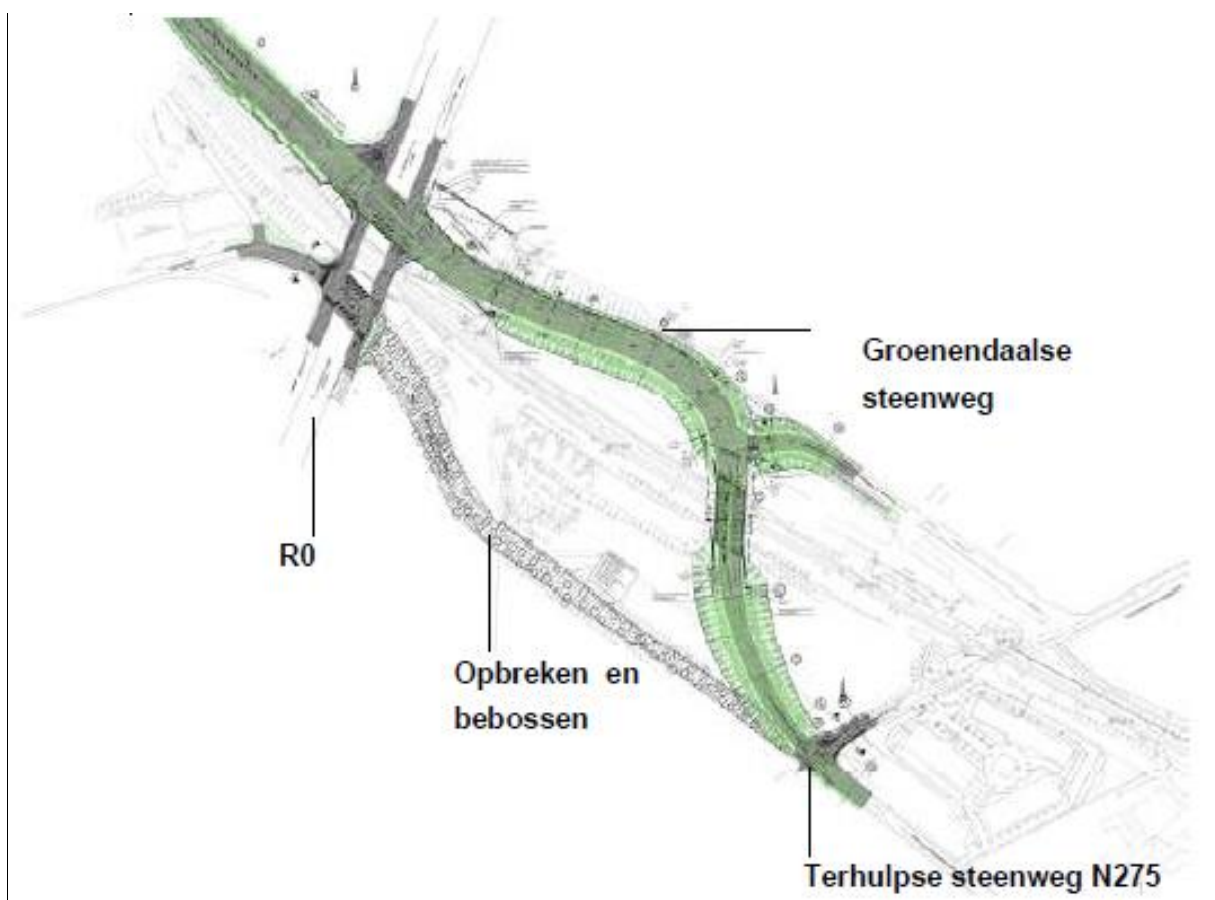
5. De aanleg van kleine faunabuizen voor marterachtigen onder de R0 t.h.v. km 16 (nr. 26 - zuid) en 18,2 (nr. 21 - noord).

Enkele van deze voorzieningen worden middels het LIFE+-project OZON (§ 2.1.7.) uitgevoerd, waardoor ook de ligging van sommige voorzieningen werd bijgestuurd.

2.1.6. Herinrichting kruispunt R0-N275 te Hoeilaart

Om een oplossing te geven aan de complexe verkeerssituatie t.h.v. het kruispunt van de R0 met de Terhulpssteenweg, de Groenendaalsesteenweg, de Sint-Jansberglaan, de Duboislaan, de spoorlijn S161 en de vallei van de IJse, werd door het *Agentschap Wegen en Verkeer* (AWV) een herinrichtingsplan uitgewerkt dat tot een vereenvoudiging van de verkeerssituatie moet leiden (figuur 3). Het plan is een concretisering van de eerder door *Studiegroep Omgeving* (2006) in de streefbeeldstudie R0-A4/E411-N4 voorgestelde variant 2 (§ 2.1.4.). Een deel van de bestaande Terhulpssteenweg wordt daarvoor uitgebroken. De Terhulpssteenweg wordt vervolgens via een tunnel onder de spoorweg aangesloten op de Groenendaalsesteenweg. De opgeheven delen van de Terhulpssteenweg en de Groenendaalsesteenweg worden opgebroken en bebost en zodoende geïntegreerd in de omgeving, waardoor de impact van de nieuwe infrastructuur op de omgeving beperkt blijft en de ecologische schade wordt gecompenseerd.

De herinrichting van het kruispunt wordt mogelijk gemaakt door het gewestelijk ruimtelijk uitvoeringsplan 'Schakelpunt R0-Oost te Hoeilaart' (Van Hassel, 2008) dat het gevolg is van de Streefbeeldstudie R0-A4/E411-N4 (*Studiegroep Omgeving*, 2006). Het *Agentschap Wegen en Verkeer* (AWV) liet evenwel weten dat de uitvoering van de werken voor de herinrichting van het kruispunt Groenendaal nog onzeker is (schrift. med. Steven Vanonckelen, projectleider LIFE+ OZON; mond. med. Bart Tops, AWV).



Figuur 3: Ontwerp herinrichting kruispunt Groenendaal (versie juli 2009 – uit Arcadis, 2009a).

2.1.7. LIFE+-project 'Ontsnippering Zoniënwoud' (OZON)

Het LIFE+-project OZON (= Ontsnippering Zoniënwoud) wil de ecologische hoogwaardige gebieden van het Zoniënwoud opnieuw met elkaar verbinden (OZON, 2014). Daarvoor worden de komende vier jaar meerdere faunapassages over en onder de ringweg R0 aangelegd. Het betreft een ecoduct, drie faunabuizen met een diameter van 70 cm en maximaal vier boombruggen. Verder worden achttien bestaande middelgrote en grote tunnels gereinigd/hersteld en ecologisch (her)ingericht als faunatunnel. Tenslotte worden nog vier amfibieëntunnels met geleidingswanden ter hoogte van de Duboislaan en de Duisburgsesteenweg aangelegd in uitbreiding van voormeld project. Om de dieren te geleiden naar de nieuwe faunapassages komen er ook ecorasters langsheen de R0 en de E411.

Voor het onderzoek naar de ontsnipperingsmogelijkheden voor de N275 zijn de bestaande en geplande ontsnipperingsmaatregelen over de R0 relevant die de verbinding met de N275 onderhouden. Het betreft vooreerst (kaart 10a):

- de bouw van een ecotunnel t.h.v. km 15,02 en km 20,20
- de bouw van een ecoduct tussen km 16,44 en km 16,50
- de integratie van een middelgrote tunnel t.h.v. km 16,80 (onderdoorgang Hakenstakendreef)
- de bouw van een boombrug t.h.v. km 21,50

Het OZON-project gaat bovendien na hoe de recreatie in het Zoniënwoud kan worden gestuurd, zodanig dat dieren de faunapassages in alle rust kunnen gebruiken.

2.1.8. Beeldbepaling constructies ter ontsnippering van het Zoniënwoud

De ontwikkeling en de consequente toepassing van een grafische huisstijl is het middel bij uitstek om een duidelijk herkenbare identiteit op te bouwen. Deze huisstijl dient niet alleen om verschillende communicatievormen op een eenvormige manier te presenteren maar kan tevens worden doorgetrokken naar andere zichtbare elementen, waaronder ontsnipperingsinfrastructuur.

De samenwerkende studiebureaus *Witteveen + Bos* en *Cluster* (2014) kregen daarom de opdracht een architecturale vormgeving te ontwerpen voor de toekomstige voorzieningen die voor de ontsnippering van het Zoniënwoud moeten dienen. Het concept wordt voor het eerst toegepast op het ecoduct dat in 2015-2016 over de R0 wordt aangelegd ten zuidwesten van het kruispunt van Groenendaal (figuur 4). De vormgeving zal in andere ontwerpen van voorzieningen verder consequent worden toegepast en wordt ook in het ontwerp van de grote ontsnipperingsinfrastructuur over de N275 meegenomen.



Figuur 4: Beeldontwerp ecoduct Groenendaal (Witteveen + Bos & Cluster, i.o. van LIFE+ OZON).

2.1.9. Bouw ecoduct over de R0

In uitvoering van het LIFE+ OZON-project (§ 2.1.7.) wordt in 2015/2016 t.h.v. de hippodroom van Groenendaal - tussen km 16,44 en 16,50 (kaart 10a) - met de bouw van een ecoduct over de Brusselse Ring (R0) gestart (*Lonneux, 2014*). Het ontwerp hiervoor werd opgemaakt door *Witteveen + Bos* en *Cluster* (2014) (figuur 5) en past in de beeldbepaling die het bureau voor alle ontsnipperingsinfrastructuur in het Zoniënwood heeft uitgewerkt (§ 2.1.8. - figuur 4). Het ecoduct is 60 m breed en overbrugt een afstand van ongeveer 80 m waarvan de helft tot de weg behoort.



Figuur 5: Inrichtingsontwerp ecoduct Groenendaal (*Witteveen + Bos & Cluster, i.o. van LIFE+ OZON*).

2.1.10. Ontsnipperingsmaatregelen spoorlijn S161

Een deel van de ontsnipperingsmaatregelen voor de spoorlijn S161 die in de haalbaarheidsstudie ontsnippering S161 en N275 (*Econnection, 2008*) (§ 2.1.1.) worden vermeld en een aantal vleermuizenverblijfplaatsen die door het *Brussels Instituut voor Milieubeheer* naar voor zijn geschoven, zijn in 2012 bij de verbreding van de spoorlijn gerealiseerd en inmiddels functioneel (*Van der Wijden, 2014*). Het betreft (kaart 10a):

- drie kleine faunatunnels (ø 30 cm) in PVC en één middelgrote faunatunnel (ø 120 cm);
- drie vleermuizenlabirinten aansluitend op drie bestaande bakstenen duikers;
- de onderdoorgang t.h.v. de Tweebergenweg voor recreanten met de mogelijkheid tot medegebruik door dieren;
- een ecoduct t.h.v. de Moriëljendreef;
- een vergrootte onderdoorgang aan de Bundersdreef met aan weerszijden een niet verharde berm die kan worden gebruikt door dieren; in de nieuwe brug werd ook een winterverblijfplaats voor vleermuizen geïntegreerd.

2.1.11. Studies aanrijdingsplaatsen dieren

Onder de projectnaam *“Dieren onder de wielen”* werd in de periode tussen 2008-2012 door de Vlaamse overheid i.s.m. de natuurverenigingen *Natuurpunt* en *Vogelbescherming Vlaanderen*

informatie over verkeersslachtoffers in Vlaanderen verzameld. Het project moest inzicht verschaffen in de ernst van het probleem van verkeersslachtoffers onder dieren en diende eveneens informatie te verkrijgen over de aard en de ligging van de knelpunten voor dieren op de Vlaamse wegen.

Thans wordt het project verder opgevolgd door een gelijkaardig project “*Dieren onder de wielen 2.0*”, (Natuurpunt, 2013) dat eveneens over een tijdspanne van vier jaren (2013-2017) loopt maar een stapje verder gaat dan voorgaand project. Het project dient de aanrijdingsplaatsen exacter te lokaliseren en vaste trajecten regelmatig te controleren op de aanwezigheid van verkeersslachtoffers. Op basis hiervan kunnen gericht voorstellen worden gedaan om aanrijdingen te voorkomen of het effect van het wegverkeer te milderen.

Uit het geheel van de slachtoffermeldingen in de periode 2008-2014 (stand per 1/9/2014) zijn slechts een beperkt aantal meldingen van verkeersslachtoffers van toepassing op de N275 (kaart 1, tabel 1 – 2 t/m 9).

Tabel 1: Overzicht van verkeersslachtoffers op de N275 (overeenkomstig de bronnen vermeld in de tekst).

datum	soort	locatie	coördinaten	bron
09/08/2007	Everzwijn	1. Vorserijplateau	154216 163662	<i>Everzwijnen Zoniënwoud</i>
21/09/2009	Hazelworm	2. Vorserijplateau	153989 163876	<i>Dieren onder de wielen</i>
04/03/2010	Ree	3. Groenendaal	155879 161273	<i>Dieren onder de wielen</i>
30/07/2010	Eekhoorn	4. Groenendaal	156169 161034	<i>Dieren onder de wielen</i>
30/07/210	Merel	5. Groenendaal	156393 160858	<i>Dieren onder de wielen</i>
24/06/2011	Vos	6. Vorserijplateau	154071 163856	<i>Dieren onder de wielen</i>
02/05/2012	Hazelworm	7. Vorserijplateau	153994 163874	<i>Dieren onder de wielen</i>
21/02/2013	Vos	8. Kruispunt Groenendaal	155387 161972	<i>Dieren onder de wielen</i>
13/03/2014	Fazant	9. Groenendaal	156152 161057	<i>Dieren onder de wielen</i>
ongedateerd	Ree	10. Rozendal	155865 161347	<i>Dood doet Leven</i>
ongedateerd	Ree	11. Rozendal	155874 161290	<i>Dood doet Leven</i>
ongedateerd	Ree	12. Meutedreef	155888 161272	<i>Dood doet Leven</i>
ongedateerd	Ree	13. Meutedreef	156547 160320	<i>Dood doet Leven</i>
ongedateerd	Ree	14. Bundersdreef	154501 163158	<i>Dood doet Leven</i>
ongedateerd	Steenmarter	15. Rozendal	156034 161107	<i>Dood doet Leven</i>
ongedateerd	Steenmarter	16. Rozendal	156069 161089	<i>Dood doet Leven</i>
ongedateerd	Steenmarter	17. Rozendal	156098 161077	<i>Dood doet Leven</i>
ongedateerd	Vos	18. nabij R0-kruispunt	155272 162053	<i>Dood doet Leven</i>
ongedateerd	Ree	19. ten zuiden Bundersdreef	154653 162891	<i>Erik Bartholomees</i>

In 2008 stapte het *Agentschap voor Natuur en Bos* (ANB) ook mee in het project “***Dood doet Leven***” van de stichting *ARK Natuurontwikkeling*, het Nederlandse *Staatsbosbeheer* en de natuurvereniging *Natuurmonumenten* (Raes, 2012). Het project diende niet alleen de biodiversiteit te verhogen, maar middels observatie meer te weten te komen over kadaverafbraak en de aanwezigheid van kadavers in de natuur aanvaardbaar te maken. Daarvoor werd gebruik gemaakt van wegschachtoffers van grotere diersoorten die in en rondom het Zoniënwoud werden gevonden waaronder ook enkele slachtoffers die afkomstig zijn van de N275 (kaart 1, tabel 1 – 11 t/m 18). Hieruit blijkt dat het gedeelte van de Terhulpsesteenweg tussen het begin en het einde van de Albert I-laan een belangrijke aanrijdingsplaats vormt - voornamelijk nabij het zuidelijkst gelegen punt - en dat t.h.v. de Bundersdreef en de Meutedreef al meerdere Reeën de dood hebben gevonden (mond. & schrift. med. *Dirk Raes*, ANB; mond. med. *Erik Bartholomees*, ANB).

Tijdens de ***haalbaarheidsstudie*** van *Econnection* (2008) voor de ontsnippering van de Terhulpsesteenweg en de spoorweg 161 werden eveneens de belangrijkste aanrijdingslocaties in

kaart gebracht. Daaruit kwamen twee aanrijdingplaatsen voor dieren naar voor, respectievelijk ter hoogte van het kruispunt Zoniënwoodweg-Terhulpe steenweg (nabij het Vorserijplateau) en ten noorden van het kruispunt van de Bundersdreef met de S161 (kaart 1). Het betreft vooral aanrijdingen met grotere zoogdiersoorten zoals Ree en Wild zwijn. De aanrijdingplaatsen van kleinere diersoorten lagen meer gespreid.

Dat er regelmatig op de N275 t.h.v. de Zoniënwoodweg slachtoffers van grotere dieren worden gevonden, heeft allicht te maken met het feit dat de dieren, die in het noordelijke deel van het bos terechtkomen, door de aanwezigheid van het stedelijk gebied van Watermaal-Bosvoorde - vooral door de zuidelijke uitloper ervan - evenals door de omrastering van de noordelijk gelegen parken (Park Tournay-Solvay, domein Internationale School) en het Vorserijplateau in deze richting gedwongen worden. Het geheel vormt zowel letterlijk als figuurlijk een muur, die de dieren naar deze plek dirigeert. Voorts ligt de plek centraal op de route tussen rust- en voedselgebied.

In de studie wordt ook opgemerkt dat, naarmate de bosomvormingen evolueren, de oversteekplaatsen zich kunnen verleggen. Dit is belangrijk om weten omdat het de mogelijkheid biedt de verplaatsingen van dieren in een bepaalde richting te sturen, bv. door bosverjonging, boomsoortenmenging en structuurvariatie, en ertoe noodzaakt eventuele oversteekvoorzieningen af te stemmen op toekomstige bosontwikkelingen. Zo blijken nu reeds dieren ter hoogte van het kruispunt met de Bundersdreef en de Hendrickxdreef over te steken in de richting van de jonge aanplantingen die in het noordoostelijke deel van het plangebied zijn aangelegd.

Uit tabel 1 blijkt dat voornamelijk zoogdieren slachtoffer worden van het verkeer, waaronder vooral mobiele en eerder algemeen voorkomende (bos)soorten zoals Vos, Steenmarter, Eekhoorn en Ree, maar ook soorten die vaak langs bermen foerageren zoals Egel. Daarnaast worden ook wel eens meer algemene vogelsoorten doodgereden. Opmerkelijk zijn twee verkeersslachtoffers van Hazelworm op eenzelfde plaats t.h.v. het Vorserijplateau. Verkeersslachtoffers van kleinere soorten worden doorgaans minder gevonden omdat ze door hun geringe grootte moeilijk(er) worden gezien en/of snel door aaseters worden opgeruimd.

Het beperkt aantal reeënslachtoffers langsheen de N275 staat in schril contrast met de talrijke reeënslachtoffers elders in het Zoniënwood. Vossen daarentegen - die ook vaak door het verkeer omkomen - vertonen wel een gelijkaardig verspreidingsbeeld. Opvallend is ook het grotere aandeel van Steenmarter langsheen het zuidelijk traject van de N275 waar vooral slachtoffers vallen in de vertuinde zone van het residentieel woongebied. Het is best mogelijk dat ook Egel - een tuin- en parksoort - hier een vaker voorkomend verkeersslachtoffer is, maar dit wordt niet met gegevens gestaafd.

2.1.12. Soortgerichte ontsnipperingsstudie voor de Das

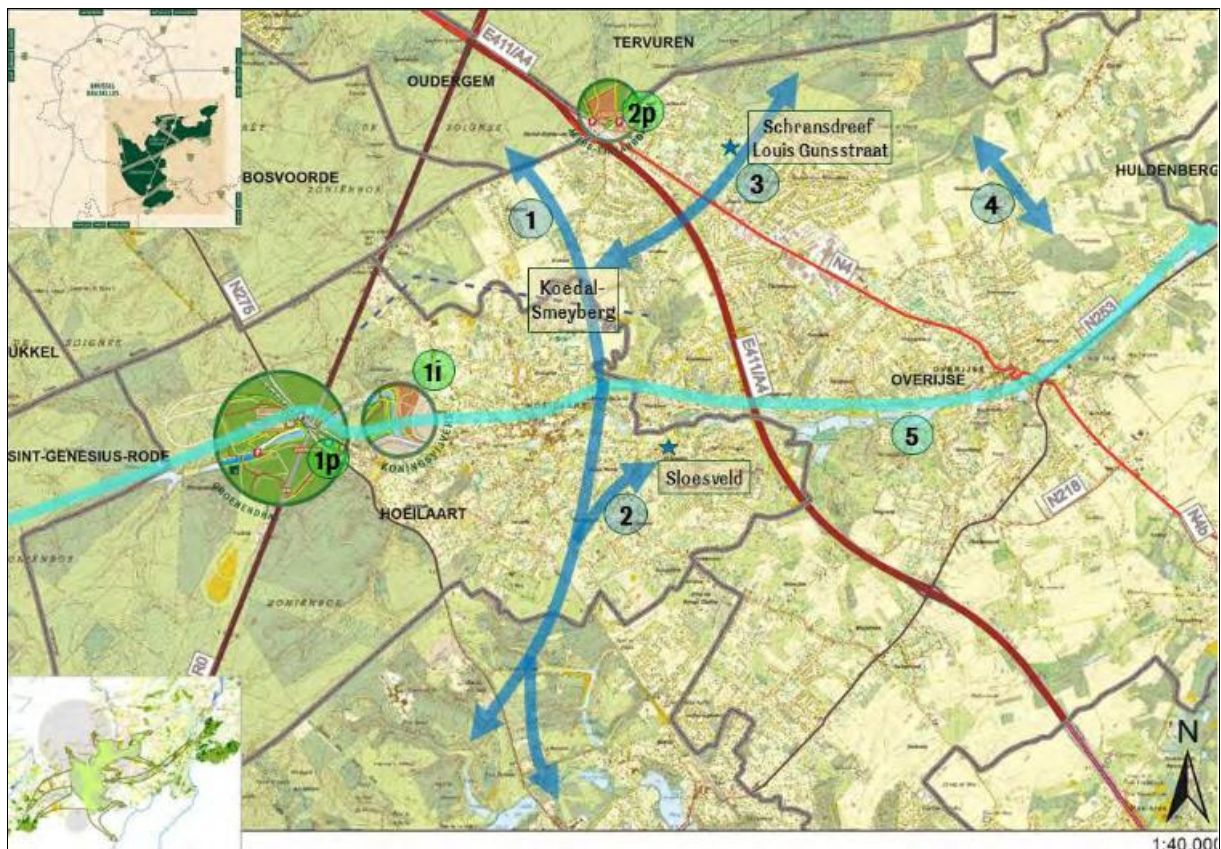
Voor de Das werd door het *Regionaal Landschap Dijleland* (2007) een habitat- en connectiviteitsanalyse voor het Dijleland en de aangrenzende gebieden opgemaakt. Daarin wordt het geheel van de N275 alsook de kruising van de N275 met de R0 als knelpunt aangeduid. Het belemmert de verbinding met de bronpopulatie in de omgeving van Nijvel en hypothekeert mogelijke migraties binnen het boscomplex van het Zoniënwood. Verwacht wordt dat de Das het Zoniënwood naderhand opnieuw koloniseert (*Econnection*, 1990) hetgeen ondersteunt wordt door een eerste vondst van een dode das op de E411 in Oudergem (mond. med. *Ben Van der Wijden*) en de vondst van een tweede dode das op de E411 in Jezus-Eik aan de rand van het Zoniënwood in augustus 2014 (schrift. med. *Steven Vanonckelen*).

2.1.13. Strategisch project HORIZON

De gemeenten Overijse en Hoeilaart werken de visie op het bebouwd perifeer landschap uit het ruimtelijk structuurplan Vlaanderen en de structuurvisie van het Zoniënwood verder uit in het strategische project 'HORIZON' (*Cerulus*, 2014). Dit gebeurt in samenwerking met het *Agentschap*

voor *Natuur en Bos* (ANB), het *Regionaal Landschap Dijleland* (RLD) en *Ruimte Vlaanderen*. Het acroniem vat de essentie van het project samen dat de ambitie heeft om samen met **Hoeilaart** en **Overijse** langs open **Ruimte-verbindingen** en poorten te streven naar een sterkere **Interactie** met het **ZONIënwoud**.

De klemtoon ligt op de realisatie en bestendiging van groenstructuren tussen en doorheen het bebouwd perifeer landschap die zijn afgestemd op de karakteristieke kenmerken van de randstedelijke noden. De verbindingen 1 (via het bosuitbreidingsgebied Smeyberg-Koedal) t.e.m. 5 (langs de groene vallei-as van de IJse) in figuur 6 geven in grote lijnen de gewenste ruimtelijke structuur weer. De groenstructuren worden onder meer gerealiseerd door de resterende open ruimte binnen het bebouwde landschap te vrijwaren en zo ook het verstedelijkt gebied duidelijker te begrenzen.



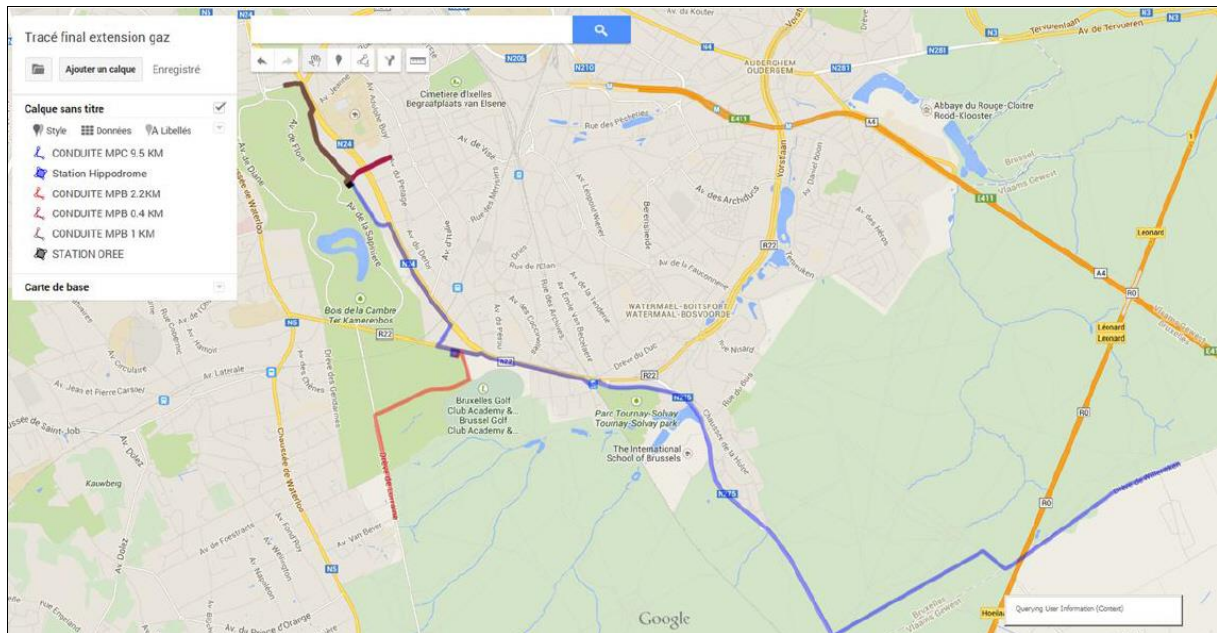
Figuur 6: Gewenste ruimtelijke structuur projectgebied HORIZON (projectcoördinatie HORIZON).

Om de recreatieve stromen van en naar het Zoniënwoud te kanaliseren, willen de gemeenten ook twee toeristische poorten uitwerken die de bezoekers zowel naar het Zoniënwoud, het groene netwerk als de dorpscentra leiden. In overeenstemming met de structuurvisie van het Zoniënwoud werden hiervoor de stationsomgeving van Groenendaal in Hoeilaart (1p op de figuur, ondersteund door instapplaats Koningsvijvers 1i) en de dorpskern van Jezus-Eik in Overijse (2p op de figuur) als toegangslocaties geselecteerd.

2.1.14. Aanleg gasleiding Sibelga

De Brusselse gasdistributienetbeheerder *Sibelga* plant de aanleg van respectievelijk 15 en 10 km gasleidingen ten zuiden van Brussel waarvan ook een deel doorheen het Zoniënwoud loopt (figuur 7). Een deel van de leiding komt langsheen de westkant van de Terhulpssteenweg te liggen, op het grondgebied van het Brussels gewest. Daarvoor wordt een stalen buis met een diameter van 50cm - waarop een (midden)druk van 15 bar komt te staan - op een diepte van minstens 80 cm onder het

wegdek gelegd. Dit maakt dat binnen een veiligheidsafstand van 80 cm boven en onder de buis geen andere voorzieningen kunnen worden aangelegd tenzij de buis hiervoor in een betonnen kuip wordt gelegd. In dat geval is een dunnere tussenruimte mogelijk. De aanleg van de gasleiding gebeurt in een open sleuf na het uitbreken van de westelijke helft van de rijweg (incl. huidig voet- en fietspad). *Sibelga* stemt zijn plannen in de mate van het mogelijke af op de ontsnipperingsvoorstellen van zodra de technische details daarvan bekend zijn. De voorstudie werd reeds opgestart in 2009 i.s.m. *Fluxys*; de uitvoering is gepland tussen eind 2015 en eind 2016.



Figuur 7: Verloop van het tracé van de nieuwe gasleiding doorheen het Zoniënwood (*Sibelga*).

2.1.15. Uitbouw Fietsplan

Brussel Mobiliteit bepleit de (her)aanleg en gelijktijdige verbreding van het fietspad langs de N275 wanneer de gasleiding wordt aangelegd (§ 2.1.14.), mogelijk als onderdeel van een fietsGEN. De weg wordt evenwel slechts langs één zijde opengelegd en heraangelegd en blijft beperkt tot het grondgebied van het Brussels gewest. Het nieuw fietspad moet minstens 2,5 en liefst 3m breed zijn wanneer er een dubbele rijrichting komt (1,5m in geval van een enkel fietspad langs elke zijde). De vraag zit echter nog niet vervat in een concreet (fiets)plan. Er wordt geopperd dat er mogelijk nog andere tracés voor een fietspad mogelijk zijn, zoals langs de spoorlijn S161.

2.2. Juridisch kader

Op het gebied rusten enkele juridisch verankerde beschermingsstatuten waarmee bij de inplanting en aanleg van voorzieningen rekening moet worden gehouden en waarvoor - zo nodig - compenserende maatregelen moeten worden genomen.

2.2.1. Bestemmingen

2.2.2.1. Gewestplan

De ruimtelijke bestemming van het gebied is voor Vlaanderen vastgelegd in het gewestplan 'Halle-Vilvoorde-Asse' (kaart 2a) en het Ruimtelijke Uitvoeringsplan (RUP) N275 (§ 2.1.6.) en voor Brussel in het gewestelijk bestemmingsplan. Het merendeel van de gronden valt binnen een aaneengesloten *bosgebied met landschappelijk waardevol karakter*. Alleen het gedeelte van het *Vorserijplateau* staat ingetekend als *grondreservegebied* en een zuidelijk deeltje als *gebied voor sport- en*

vrijtijdsactiviteiten in open lucht. Het zuidelijk wegtraject grenst ten noorden aan een *woonpark* en een *woongebied met landelijk karakter*. De IJsevallei en het zuidelijk gebied tussen de IJzerstraat en de Meutedreef, hebben de bestemming *natuurgebied*.

2.2.2. Beschermingsstatuten

2.2.2.2. Beschermd landschap

Het geheel van het Zoniënwoud werd bij Koninklijk Besluit van 2 december 1959 beschermd als landschap (kaart 2b). Behoudens met een voorafgaand toestemming van de bevoegde overheid, is het niet toegelaten om:

- nieuwe gebouwen op te richten of bestaande te wijzigen;
- nieuwe wegen aan te leggen behalve deze die nodig zijn voor de bosontginning;
- grondwerken uit te voeren die het uitzicht van het terrein kunnen wijzigen;
- elektriciteitsleidingen aan te leggen;
- reclame of andere vormen van publiciteit te voeren;
- de aard van de beboste terreinen of de vorm van vijvers te veranderen;
- afval te storten of andere elementen achter te laten die het landschapsbeeld wijzigen of aantasten.

2.2.2.3. Speciale Beschermingszones (SBZ)

De N275 valt binnen het habitatrichtlijngebied 'Zoniënwoud' (noordelijk en deel zuidelijk traject) of grenst eraan (zuidelijk traject) (kaart 2b). Het werd aangeduid als een *Speciale Beschermingszone* (SBZ) omwille van de aanwezigheid van zeldzame habitats (droge heide, halfnatuurlijk vochtig grasland met hoge grassen ('*Megaphorbiaies eutrophes*'), beukenbos met *Asperulo-Fagetum*, kalkminnend beukenbos, eikenbos met *Stellario-Carpinetum*, residuele alluviale bossen (*Alnion glutinosae incanae*)) en diersoorten (vooral vleermuizen). Zowel het Brussels als het Vlaams Gewest zijn verplicht de nodige maatregelen te nemen voor het behoud van deze soorten en habitats. Deze worden daarom in de evaluatie van ontsnipperingsinfrastructuur meegenomen, enerzijds met de bedoeling ervoor te zorgen dat geen beschermde habitats verdwijnen of enig ander nadeel ondervinden, anderzijds om ervoor te zorgen dat de geplande voorzieningen zo mogelijk een meerwaarde opleveren voor het voortbestaan van de betrokken soorten en hun habitats. In een zone van 100 m rondom de infrastructuren zijn geen van de hiervoor vernoemde beschermde habitats aanwezig.

De gewesten moeten ook zorg dragen voor enkele specifieke soorten die in de bijlagen II en IV worden genoemd en waarvan enkele tot de aandachtsoorten voor bosontsnippering behoren. Voor de diersoorten van Bijlage II zijn de lidstaten verplicht om gebieden van communautair belang aan te duiden; voor de soorten van Bijlage IV voorziet de richtlijn een strikte bescherming over het gehele grondgebied van de lidstaat. In totaal komen er 21 soorten van beide Bijlagen voor, waaronder 17 vleermuissoorten evenals Kamsalamander, Bittervoorn, Zwarte specht en Vliegend hert. Daarnaast worden in een aparte Bijlage V Boomarter en Bunzing evenals enkele amfibieënsoorten genoemd waarvan een beperkte exploitatie toelaatbaar is zolang die verenigbaar is met het behoud van de soort. Bijzondere aandacht gaat evenwel naar de soorten van Bijlage II waarvan in het Zoniënwoud Mopsvleermuis, Meervleermuis, Ingekorven vleermuis en Vale vleermuis evenals Vliegend hert en Bittervoorn aanwezig zijn. Recente monitoringgegevens van vleermuizen wijzen ook op de aanwezigheid van Grote hoefijzerneus en Bechsteins vleermuis in het Zoniënwoud (mond. med. *Ben Van der Wijden*). Geen van de voormelde soorten is - voor zover bekend - permanent aanwezig in de zone van 100 m rondom de N275.

2.2.2.4. Beschermingszones

Bij twee Besluiten van de Regering van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest van 27 september 2007 werd aan bepaalde delen van het Zoniënwoud het statuut van “bosreservaat” en “speciale beschermingszone” toegekend (kaart 2b). Het gebied ‘Grippensdelle’ dat wordt omgrensd door het Vorserijplateau, de S161, de Bundersdreef en de N275 wordt beheerd als *integraal bosreservaat*. In een integraal bosreservaat wordt na een eventueel startbeheer een nulbeheer gevoerd, in tegenstelling tot de gerichte bosreservaten waar een actief beheer wordt gevoerd om een bepaald bostype in stand te houden. Het statuut *speciale beschermingszone* is op het ten oosten van de N275 gelegen gebied van toepassing, maar krijgt wellicht in de nabije toekomst eveneens het beschermingsstatuut van “bosreservaat” waardoor dit deel van de N275 dwars doorheen bosreservaat loopt. In het Vlaamse deel van het Zoniënwoud zijn eveneens bosreservaten aangeduid maar geen daarvan grenst aan de N275.

2.2.2.5. Ecologische hoofdstructuur

Delen van de weg doorkruisen of grenzen aan een *Grote Eenheid Natuur* (GEN) van de ecologische hoofdstructuur (kaart 2b) op Vlaams grondgebied.

3. Uitgangspunten

Voor de ontsnippering van de N275 worden op basis van voormelde elementen een aantal uitgangspunten vooropgesteld die hierna kort worden toegelicht.

3.1. Wisselwerking met het ecoduct over de S161

Het is van groot belang dat er een efficiënte doorstroming plaatsvindt van de dieren die gebruik maken van het ecoduct over de spoorlijn S161, die in 2012 werd afgewerkt. De ligging van beide ecoducten t.o.v. elkaar is daarbij van minder belang dan wel de inrichting van het tussenliggende gebied dat de geleiding tussen beide moet maximaliseren.

De aansluiting van de rasters op het spoorweg-ecoduct is voor verbetering vatbaar, want de huidige aansluiting bemoeilijkt de geleiding naar het ecoduct. Om beheerredenen volgt het raster de spoorweg waardoor dieren in een beboste hoeken van het ecoduct terechtkomen. Door deze hoeken van een laag en grofmazig raster te voorzien blijven de bosjes toegankelijk en worden dieren in eerste instantie alsnog in de richting van het ecoduct geleid. De inrichting van het ecoduct vraagt verdere opvolging en kan van bijkomende habitatelementen - zoals deze die in deze studie worden vermeld (§ 7.1.2.) - worden voorzien. Het combinatieraster wordt op het grondgebied van Vlaanderen langsheen weerszijden van de spoorweg doorgetrokken tot aan de R0.

3.2. Aard en inplanting van de verschillende voorzieningen

De grootte en het concept van een voorziening bepaalt de werkzaamheid en efficiëntie. Hoe beter deze in het landschap past en aansluit op de habitatstructuren, hoe groter de functionaliteit. Dat maakt dat grootschalige constructies zoals een ecoviaduct en een ecoduct doorgaans aan een groter aantal soorten tegemoetkomen dan middelgrote en kleine constructies zoals diverse tunnels. In de regel vullen kleine(re) voorzieningen de werkzaamheid van grote(re) voorzieningen aan.

De plaatsing van de verschillende voorzieningen t.o.v. elkaar en de onderlinge combinatie zijn belangrijke aandachtspunten, maar worden deels bepaald door het reliëf van het terrein dat aansluit op de weg. Indien hiermee geen rekening wordt gehouden, zijn grondwerken nodig om de terreinstructuur aan te passen, doch dit is zowel om financiële en technische redenen als om natuurbehoudsredenen minder gewenst en daarom enkel in uitzonderlijke omstandigheden aan de orde.

De volgende aspecten zijn voor de algehele inrichting sturend:

- de onderlinge (maximale) afstand tussen de voorzieningen van eenzelfde type of deze met eenzelfde functionaliteit;
- de versterking en aanvulling van de diverse voorzieningen t.o.v. elkaar waardoor in het geheel alle doelsoorten worden geholpen;
- de afstemming van de voorzieningen op de doelsoorten;
- de aansluiting en inrichting overeenkomstig de natuurlijke habitatomstandigheden;
- de spontane geleiding naar en aansluiting op de voorzieningen
- het bestaande reliëf dat niet alleen de impact op het bosgebied maar ook de bouwkosten mildert.

Voornoemde elementen resulteren in een ontsnipperings(infra)structuur die maximaal tegemoetkomt aan de beoogde doelsoorten.

3.3. Aansturing van soorten

De ontsnipperingsvoorzieningen op zich dienen enkel om de dieren op een veilige en aangepaste wijze over of onder de weg te leiden. De inrichting van de directe omgeving van de voorziening enerzijds en van de bosterreinen die erop aansluiten anderzijds is eveneens van belang om de werkzaamheid ervan te verzekeren. In het geval van een ecoduct geldt dit ook voor de configuratie van de bruginrichting.

3.4. Typering van het omliggende bos

Beuk is de meest voorkomende boomsoort in het gebied (kaart 3). Het *zuurminnende Atlantische beukenbos* (Fs) is het dominante bostype langsheen de N275. Enkel in het zuidelijke deel worden aansluitend op of in de nabijheid van de weg nog diverse andere bostypen gevonden die zich evenwel heel fragmentair en lokaal manifesteren zoals *zuur eikenbos* (Qs), *(eiken)beukenbos met voorjaarsflora*, *zonder Wilde hyacint* (Fa) en *alluviaal (bron)bos* (Vc), terwijl ter hoogte van de Koningsvijvers ook een grotere oppervlakte voedselrijker *eiken-haagbeukenbos* (Qa) aanwezig is. (Van de Genachte et al., 2008). Vrijwel het gehele bos wordt als biologisch zeer waardevol aanzien (kaart 5).

3.5. Hotspots voor diersoorten

Het gebied dat wordt omgrensd door het Vorserijplateau, de S161, de Bundersdreef en de N275 wordt aanzien als één van de hotspots voor vleermuizen in het Zoniënwoud (kaart 6). Het ligt centraal t.o.v. een aantal andere bijzondere habitats voor vleermuizen rondom de beekvalleien van de Wollenborre en de Vuilbeek en ten noorden van dit gebiedsdeel (rondom de Roodborstjesweg).

Ook het Vorserijplateau wordt - ondanks de vervuiling en de verstoring - als een bijzondere (open) plek aanzien. Langs de oostzijde van dit weggedeelte is ook rekening te houden met de aanwezigheid van groeiplekken van bijzondere soorten zwammen en planten (Van de Genachte et al., 2008).

De vele grote open plekken die voornamelijk door kappingen zijn ontstaan vormen momenteel een belangrijk habitat voor reptielen zoals Hazelworm en Levendbarende hagedis. Deze sluiten niet op elkaar aan, maar liggen in het verlengde van elkaar, waarbij een onderscheid kan worden gemaakt tussen de deelpopulatie ten noorden van de Bundersdreef (maar langs de westkant van de spoorweg) en de deelpopulatie langsheen de Kapeldreef en de Hendrickxdreef ten oosten van de N275 (kaart 6). Beide worden door de N275 van elkaar afgesneden. De brede oostwest-as Bundersdreef/Hendrickxdreef vormt voor nog meer diersoorten een belangrijk ecologische verbinding, o.m. voor Ree, amfibieën, vleermuizen en diverse spechtensoorten waaronder ook Zwarte specht.

4. Bespreking van de reeds voorgestelde constructies

4.1. Overzicht van de reeds eerder voorgestelde constructies

In de studie van *Econnection* (2008) i.v.m. de ontsnippering van de spoorlijn 161 en de N275 op het grondgebied van het Brussels gewest worden reeds meerdere maatregelen voor de ontsnippering van de Terhulpse steenweg voorgesteld. Deze zitten vervat in twee scenario's (bijlage 1).

1. *Scenario 1* vertrekt van een maximale ecologische efficiëntie overeenkomstig de noodzakelijkheden en er van uitgaande dat daarvoor alle nodige middelen beschikbaar zijn. Het streeft naar een optimale werking.
2. *Scenario 2* daarentegen is gebaseerd op een minimale ecologische efficiëntie die wordt ingegeven door een beperkte beschikbaarheid van middelen. Het stelt m.a.w. welke elementen noodzakelijk zijn om enig effect te sorteren.

In § 4.3 worden de inhoudelijke elementen van beide scenario's kort besproken en met elkaar vergeleken. De voorgestelde ontsnipperingsmaatregelen (tabel 2) vloeien voort uit een geschiktheidsanalyse die vertrekt van 9 parameters, nl.:

1. de technische geschiktheid van de bestaande infrastructuur;
2. de mogelijkheden van het bestaande reliëf;
3. de mogelijkheden van verkeersfunctie en wegstructuur;
4. de kans op aanrijdingen;
5. het ecologisch belang;
6. de duurzaamheid van de ruimtelijke structuur;
7. de mogelijkheden en verplichtingen ingevolge het juridisch statuut;
8. de wenselijkheid van medegebruik;
9. de consequenties voor het boslandschap.

Tabel 2: Overzicht van de ontsnipperingsmaatregelen die in de studie van Econnection (2008) worden vermeld voor de ontsnippering van de N275 (zie bijlage 1).

nr.	ontsnipperings-maatregel	locatie	omschrijving
ST1	enkel wildrooster	kruispunt St-Hubertusdreef/ Terhulpse steenweg	nieuwbouw ter hoogte van rotonde
	dubbel wildrooster met kleine faunatunnel	kruispunt Zoniënwoodweg/ Terhulpse steenweg	nieuwbouw ter hoogte van oversteekplaats voetgangers
ST2	ecoduiker / kleine faunatunnel	Zwanewijdebeek	nieuwbouw op tracé huidige onderdoorsteek; doch beperkt tot het gedeelte onder de weg door
ST3	kleine faunatunnels / faunabuizen	verspreid	nieuwbouw kleine tunnels op tussenliggend traject
ST4	boombruggen / hop-over	verspreid	op viertal plaatsen waar boomkruinen niet op elkaar aansluiten
ST5	grote faunatunnel	Bundersdreef	nieuwbouw als alternatief voor ecoduct
ST6	ecoduct	Bundersdreef	nieuwbouw met medegebruik
ST7	dubbel wildrooster met kleine faunatunnel	kruispunt Bundersdreef/ Hendrickxdreef	nieuwbouw ter hoogte van oversteekplaats voetgangers
ST-	faunageleidend raster	volledige lengte ontsnipperingstraject	uitrasteren weg over gehele lengte aansluitend op oversteekvoorzieningen

Tabel 3: Vergelijking van de beide scenario's die in de studie van Econnection (2008) worden vermeld voor de ontsnippering van de N275.

maatregel	aantal scenario 1	aantal scenario 2
<i>ecoduct</i>	1	1
<i>grote faunatunnel</i>	0	0
<i>middelgrote faunatunnel</i>	0	0
<i>kleine faunatunnel/faunabuis</i>	4	3
<i>ecoduiker</i>	1	0
<i>Herpetofaunagoot</i>	0	0
<i>aanvullende voorzieningen</i>	2	2

4.2. Vergelijking van de mogelijkheden

Uit een vergelijking van de beide scenario's (tabel 3) blijkt dat de maatregelen - althans voor de N275 - niet sterk van elkaar afwijken en allebei uitgaan van de bouw van een ecoduct en de aanleg van een reeks kleine faunatunnels/ecoduikers en enkele boombruggen/hop-overs.

Het voorgestelde ecoduct heeft in beide gevallen een bruikbare breedte van minimum 60 m (zonder medegebruik) of 80 m (met medegebruik door ruiters én voetgangers/fietsers). Het wordt aangevuld met een reeks kleine faunatunnels op regelmatige afstanden van elkaar en zo mogelijk in combinatie met meer specifieke, doch min of meer gelijkaardige voorzieningen zoals ecoduikers. Zo kan geheel ten noorden (1A) een duiker tot een ecoduiker worden gebouwd op de plaats waar nu reeds een duiker onder de weg doorloopt. Tussen deze ecoduiker en het ecoduct worden dan aanvullend 3 kleine faunatunnels aangelegd en ook ten zuiden van het ecoduct (t.h.v. de Bundersdreef) komt nog een kleine faunatunnel te liggen die gecombineerd wordt met een wildrooster. Een gelijkaardig rooster - maar dan zonder tunnel - wordt ook ter hoogte van de Sint-Hubertusdreef (nabij het Vorseijplateau) voorzien. Wildroosters moeten autoverkeer toelaten maar de doorgang van dieren ter hoogte van de wegtoegangen verhinderen, maar ze werken geenszins optimaal.

In het minimale scenario wordt het aantal kleine faunatunnels herleid tot twee: respectievelijk ter hoogte van de oversteekplaatsen voor voetgangers aan de Zoniënwoodweg en de Bundersdreef. Dit gebeurt in combinatie met een wildrooster dat de toegang van wilde dieren tot de weg verhindert. Een derde kleine faunatunnel wordt centraal op het wegtraject voorzien, maar dan wel op enige afstand van het ecoduct.

Aansluitend wordt beheermatig gestreefd naar een aaneensluiting van de kronen van de bomen langs de weg (zie ook punt 5 onder § 4.3.). Waar dit (nog) niet het geval is worden (tijdelijk) boombruggen gebouwd. Daarvoor zijn in het maximale scenario een viertal en in het minimale een drietal locaties aangeduid. We merken op dat ondertussen een deel van de boomkroonaansluitingen door kappingen langs de weg is verdwenen.

Kaart 9 toont de voorgestelde inplantingsplaatsen van alle voormelde maatregelen aangevuld met de maatregelen die uit het huidig onderzoek zijn voortgekomen.

4.3. Beperkingen en voordelen van de bestaande voorstellen

De voorliggende maatregelen kwamen tot stand na afweging van enkele voorwaarden (§ 4.1). Daardoor stellen zich enkele beperkingen maar ook enkele voordelen die t.o.v. elkaar moeten worden afgetoetst of waarvoor bijkomende oplossingen moeten worden gezocht. Vooral de navolgende aspecten zijn verder te bekijken.

1. Door in te spelen op het bestaande reliëf kunnen de voorzieningen visueel en functioneel goed in het boslandschap worden ingepast en werkt de geleiding van de dieren naar de voorziening optimaal. De natuurlijke topografie wordt ook nauwelijks aangetast en dat spaart kosten bij de aanleg doordat minder grondverzet en kappingen moeten worden uitgevoerd. Het beperkt echter ook het aantal locaties waar maatregelen kunnen worden uitgevoerd. Een regelmatige spreiding van de kleinere onderdoorgangen wordt eveneens ingeperkt.
2. Een medegebruik van voorzieningen door mensen schrikt een aantal soorten af of beperkt het gebruik ervan tot bepaalde periodes (vooral 's nachts en bij slechte weersomstandigheden). Verstoringen kunnen na het gebruik nog lang doorwerken doordat dieren zijn opgeschrikt of geuren achterblijven. Regelmatige verstoring kan ook tot vermijdingsgedrag leiden. Anderzijds maakt een medegebruik het afsluiten van andere wegoversteekplaatsen mogelijk en kunnen ook mensen de weg veilig kruisen.
3. De vele bostoegangen vereisen aangepaste voorzieningen om te voorkomen dat dieren alsnog op de weg terechtkomen. Het gebruik van wildroosters ondervangt dit grotendeels maar kan niet geheel uitsluiten dat alsnog dieren of bepaalde soorten zoals roofdieren op de weg terechtkomen. Bijkomende voorzieningen - zoals zelfsluitende poorten - kunnen dit gedeeltelijk ondervangen.
4. De eenvormige bosstructuur en -samenstelling beperkt het habitatgebruik door specifieke soorten. Dit wordt momenteel ondervangen door de lopende bosomvormingen vooral langs de westzijde van de weg. Daarbij komt dat bepaalde habitatstructuren "doodlopen" op de weg. Dit geldt in het bijzonder voor de kleine beekvalleien die allemaal eindigen in of tegen de wegberm.
5. De aaneensluiting van het kronendak van het bos wordt mede bepaald door het bosbeheer langsheen de wegrand. Het veiligheidsaspect t.a.v. het wegverkeer is daarin de belangrijkste sturende factor. Een brede open berm kan bepaalde dieren afschrikken om de weg over te steken ofwel soorten aantrekken die er een geschikt foerageergebied vinden.

5. Haalbaarheidsanalyse

Om te achterhalen welke maatregelen het best werken om dieren onder of over de weg heen te leiden, is vooraf te bepalen voor welke diersoorten de voorziening in eerste instantie is bedoeld. De noodzaak en de haalbaarheid van de ontsnipperingsmaatregel wordt op zijn beurt bepaald aan de hand van soorten die sterk gerelateerd zijn aan de in het plangebied voorkomende habitats. Aan elk van de doelsoorten zijn dan weer andere soorten verbonden die gelijkaardige habitateisen stellen. Ze staan symbool voor een welbepaalde habitatkwaliteit.

5.1. Bepaling van de richtsoorten

Een preciezere bepaling van de soortengroepen en soorten gebeurt aan de hand van zogenaamde "ecoprofielen". Hiervoor werd gebruik gemaakt van de methodiek die wordt voorgesteld in het *Handboek Robuuste Verbindingen* (Alterra, 2001) en waarbij door ons is voortgebouwd op de ecoprofiel-analyse die Arcadis (2009a) al eerder voor de ontsnippering van de R0/E411 heeft uitgevoerd. Het ecosysteemtype dat het best aansluit op het plangebied is het "bos van arme en (matig) rijke zandgrond" (in het Zoniënwoud veeleer leemgrond) vermits dit het ecosysteemtype "eiken- en beukenbos van matig arme zandgronden" als natuurdoeltype heeft. Een aantal meer specifieke en lokaal voorkomende bostypen zoals de bron- en valleibossen (kaart 3) wordt hiermee niet ondervangen en vraagt dan ook om een bijsturing temeer meerdere bosbeekvalleien aansluiten of gekruist worden door de weg (kaart 4). Aan elk ecoprofiel hangt een aantal soorten vast waarvoor het betrokken ecosysteem bepalend is (tabel 4).

Tabel 4: Toedeling van de ecoprofielen over de ecosysteemttypen per ambitieniveau (tussen haakjes staat het bijbehorende aantal verbindingsdoelsoorten weergegeven; in het vet staan de soorten die in het Zoniënwood (mogelijk – in italic) aanwezig zijn) (Alterra, 2001)

ambitieniveau		B3	B2	B1	A
code	ecosysteemtype	soorten			
F	bos van arme en (matig) rijke zandgrond	Grote weerschijnvlinder (1) Hazelworm (1) Plant matige verspreider (3) Plant slechte verspreider (11)	Boomklever (1) Eekhoorn (1) Glanskop (3) Keizersmantel (1) Plant goede verspreider (4) Plant redelijke verspreider (6)	Boommarter (2) Groene specht (2)	Edelhert (1)

Het ambitieniveau zegt iets over de ecologische doelen die gelden voor de robuuste verbinding. Bij het doel 'behoud biodiversiteit' kunnen drie ambitieniveaus worden onderscheiden, afhankelijk van de doelen die aan de verbinding worden gesteld (figuur 8). Het doel 'vergroten kwaliteit leefgebied edelhert' kent een eigen ambitieniveau (A) maar is hier niet van toepassing. Het ambitieniveau geeft aan op welke schaal (nationaal, regionaal, lokaal) moet worden gewerkt om een ecosysteemverbinding te behouden of te herstellen. B3 is het hoogste ambitieniveau, want effectief voor alle doelen en voor alle betrokken soorten. Het maakt de uitwisseling mogelijk van zeer uiteenlopende soorten, met een uiteenlopend dispersievermogen, diverse manieren van voortbeweging en variërend in oppervlaktebehoefte. Daarnaast kan dergelijke verbinding functioneren voor soorten van één of meerdere ecosysteemttypen.

Ambitieniveau	Ecologisch doel				
	Vergroten kwaliteit leefgebied edelhert	Behoud biodiversiteit op nationale schaal	Behoud biodiversiteit op regionale schaal	Behoud biodiversiteit bij onvoorziene risico's	
A					
B1					
B2					
B3					

Figuur 8: Schematische weergave van de ambitieniveaus.

Aan de hand van de soortverspreidingsgegevens van de in de tabel 4 genoemde soorten zijn een aantal ecoprofielen uitgezet die verder als referentie dienen om een aantal gerichte ontsnipperingsmaatregelen voor te stellen en de toepasbaarheid ervan te evalueren.

In de haalbaarheidsstudie van *Econnection* (2008) kwamen voor het Brusselse gedeelte van de N275 hieruit zes soortengroepen voort, die elk een groepseigen (bos)biotoop en -habitatstructuur vertegenwoordigen. Omdat het vooral bosgebonden soorten betreft, hebben die uiteraard veel elementen met elkaar gemeen. Het belangrijkste onderscheid ligt evenwel in de manier waarop ze van het boshabitat gebruik maken en de wijze waarop ze zich verplaatsen. Deze soortengroepen lenen zich verder om te worden toegepast op de delen van de N275 op Vlaams grondgebied. Onderstaande tabel 5 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 5: Ecoprofielen voor ontsnippering, de verbonden soorten, de biotoopeisen, het landschapsgebruik van de soorten, de maximale afstand tussen passages en de minimumbreedte van de passage voor de verschillende soorten (aangepast overeenkomstig Arcadis, 2009a & Econnection, 2008).

soort / soortengroep	verbonden soorten	ambitie-niveau	biotoopeisen	landschapsgebruik	maximale afstand tussen passages	minimumbreedte faunapassage
Ree	Wild zwijn	B1	afwisselend (half)open tot enigszins gesloten boslandschap met veel loof- en gemengd bos, veel ondergroei, een goed ontwikkelde struik-, kruid- en grasvegetatie, open plekken en bosranden	- oriëntatie op zicht - dag en nachtactief; - voldoende rust, dekking en voedsel vereist; - verplaatsing over grote(re) afstanden langs vaste wissels tussen rust- en slaapplekken en foerageergebied; - hoge aanrijdingkans met hoog verkeersveiligheidsrisico.	> 1.250m	hoogte-breedte verhouding afhankelijk van lengte (doorzicht belangrijk); te berekenen a.h.v. lichtindex; relatieve doorsnede > 0,75
Marters	Das Steenmarter kleine marterachtigen Vos	B1	kleinschalig mozaïeklandschap met veel schuilplaatsen in dicht bos en struweel, aansluitend op graslanden en KLE's (heggen, houtkanten), ruigten, braakland en grasbermen	- oriëntatie op geur en geluid - vooral nachtactief; - territoriaal; - gebruikt vaak KLE's en randen voor verplaatsing; - bos fungeert vooral als verblijfsgebied en deels als voedselgebied; - aansluiting voedselgronden (vaak grasland) op bos is belangrijk; - wisselende verblijfplaatsen en verplaatsingen over korte tot middellange afstanden langs vaste wissels; - hoge aanrijdingkans met beperkt verkeersveiligheidsrisico.	> 1.250m	0,3 m
Boommarter	(Eekhoorn)	B1	afwisselend bosrijk landschap met veel (lieft aaneengesloten) bos, struweel en andere opgaande houtige landschapselementen	- oriëntatie op geur en geluid - dag en nachtactief; - structuurrijk en soortenrijk bos; - niet noodzakelijk aaneengesloten bebossing; verplaatst zich zowel doorheen de boomkruinen als over de grond; - beperkte aanrijdingkans zonder verkeersveiligheidsrisico.	> 1.250m	/
Eekhoorn	(Boommarter)	B2	afwisselend bos- en parklandschap	- oriëntatie op zicht - dag en nachtactief; - structuurrijk en soortenrijk bos (ook naaldbos); - niet noodzakelijk aaneengesloten bebossing; - verplaatst zich zowel doorheen de boomkruinen	1.250m	/

				als over de grond; tijdelijk beperkte aanrijdingkans vooral gedurende voortplantingsperiode zonder verkeersveiligheidsrisico.		
Hazelworm	Egel Levendbarende hagedis (Vliegend hert)	B3	structuurrijk en gediversifieerd (half)open boslandschap met veel warme open plekken, gevarieerde bosranden houtkanten en veel rand- en overgangssituaties	- oriëntatie d.m.v. divers zintuigengebruik - dag- en nachtactief; - verblijfplaats bij voorkeur op schrale, open, warme en zonnige plekken met een grote verscheidenheid aan structuurrijke elementen die voedsel en dekking verschaffen; - verplaatsing lokaal en over korte afstanden; - hoge aanrijdingkans zonder verkeersveiligheidsrisico.	500m	
Vuursalamander	amfibieën algemeen	B3	gesloten tot halfopen, vochtige, structuurrijke bosbeekvalleien, bron- en kwelgebieden; vochtige en humusrijke bossen met veel liggend dood hout en een dikke, luchtige humuslaag	- oriëntatie d.m.v. divers zintuigengebruik; - vochtige bossituatie met bron- en kwelgebieden - zuurstofrijke, heldere en schaduwrijke bosbeken en -poelen; - verplaatsing langs bosbeken en doorheen vochtig structuurrijk bos, lokaal en over korte afstanden; - tijdelijk beperkte aanrijdingkans zonder verkeersveiligheidsrisico.	125-500m	breedte afhankelijk van lichtinval
bosfoeragerende vleermuizen	o.a. Gewone baardvleermuis Bechsteins vleermuis Bosvleermuis bosvlinders o.a. Grote weerschijnvlinder Keizersmantel bosvogels o.a. Boomklever Zwarte specht Glanskop	B1 B3 B2	structuurrijk en gediversifieerd boslandschap met oud (halfopen, deels vochtig) loofbos, dood staand hout, bomen met holten en spleten, kapvlakten en brede, gevarieerde bosranden en bospaden met kruiden- en bloemrijke zomen	- oriëntatie d.m.v. ultrasoon geluid - nachtactief; - verplaatsing langsheen (half)open en lijnvormige bosstructuren; - foerageren vaak langs interne en externe bosranden; - vaak gebonden aan specifieke habitatsituaties; - zomer- en winterverblijfplaatsen verschillen; - vrij hoge aanrijdingkans zonder verkeersveiligheidsrisico.	n.v.t.	100 – 1.000m
dood-hout kevers	o.a. Vliegend hert	B3	vooral in oude, lichtrijke (eiken)loofbossen met veel dood (stobben)hout, langs bosranden of op open plekken in het bos; ook in tuinen en parken	afhankelijk van levenscyclus; kortlevend als imago; overdag meestal schuilend in bomen en levend van boomsap; langlevende larven leven ondergronds in vochtig, vermolmd (eiken)hout en in tuinen/parken vaak in bielzen en verzonken schuttingpalen; worden er ook aangetroffen in zeer humeuze grond, in composthopen en in hopen houtsnippers.	n.v.t.	/

Hierna wordt elk van de in de tabel 5 vernoemde soortengroepen kort besproken in functie van hun aanwezigheid langsheen de N275.

Soortengroep 'Ree'



Uit het monitoringsprogramma van het *Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek* (INBO), dat dient om een beter zicht te krijgen op de populatiedichtheden en verspreiding van het reewild in het Zoniënwoud, blijkt dat deze in eerder lage densiteiten voorkomen (*Casaer & Malengreaux, 2008*). In 2008 werden voor het gehele Zoniënwoud 157 individuen geteld. Een lage densiteit geldt ook voor het Everzwijn dat sinds 2007 in het Zoniënwoud aanwezig is en waarvan toen een exemplaar op de N275 werd doodgereden (§ 2.1.11.). Momenteel is slechts een kleine groep van enkele dieren aanwezig (mond. med. *Dirk Raes*, ANB). Beide soorten hebben een ruim leefgebied waarbinnen veel verplaatsingen plaatsvinden o.m. tussen de rust- en voedselgebieden. De belangrijkste leefgebieden (kaart 6) werden uit de reetellingen van het *INBO* afgeleid, maar kunnen wisselen per seizoen. Reeën leven bovendien enkel in de winter in groepen - zogenaamde sprongen.

Voor deze soortengroep zijn enkel grotere (lees lichtrijke) constructies geschikt zoals een ecoduct ofwel een (eco)viaduct of een grote faunatunnel waarbij de dieren onderlangs passeren.

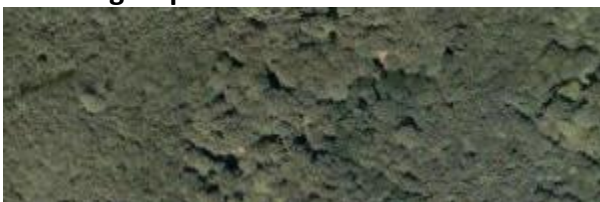
Soortengroep 'Hazelworm'



Niet alleen de Hazelworm maar ook de Levendbarende hagedis komt verspreid over het bos voor in deelpopulaties op plaatsen met een open en schrale bodem, vaak onder oude beukenbomen en in open boszones zoals kapvlakken en grote open plekken. Dergelijke structuren vindt men vooral in het centrale deel van het bos langsheen het noordelijke wegtracé t.h.v. het kruispunt met de Bundersdreef (§ 3.5. - kaart 6).

Voor reptielen zijn enkel brede (lees lichtrijke) en droge constructies zoals een kleine faunatunnel (type reptielentunnel) ofwel grote constructies zoals grote faunatunnels en ecoducten geschikt. Vermoed wordt dat vooral tijdens zeer warme zomerperiodes koele, droge en niet te smalle tunnels worden gebruikt (*Struijk, 2010*).

Soortengroep 'marters'



Van de meeste martersoorten zijn slechts fragmentarische gegevens bekend. Zowat alle marterachtigen komen in het Zoniënwoud voor maar het boshabitat is niet voor alle soorten even geschikt. Het uiterste noorden van de N275 alsook het merendeel van het zuidelijke wegtraject

grenst ook aan een vertuinde en veeleer parkachtige omgeving die roofdiersoorten bevoordeelt, die aan een meer verstedelijkte omgeving gewend zijn, zoals Bunzing, Steenmarter, Vos en tot op zekere hoogte ook Das. Van enkele bijzondere aandachtsoorten zoals Boommarter (zie soortengroep 'Eekhoorn') en Das zijn geen recente verspreidingsgegevens bekend, maar verwacht wordt dat deze zich onder de gepaste omstandigheden (opnieuw) in het Zoniënwood vestigen (§ 2.1.12.). Er zijn de voorbije jaren geregeld (sporen van) Dassen waargenomen/gevonden in het Zoniënwood. Het betrof wellicht jonge, zwervende mannetjes op zoek naar nieuw leefgebied (Arcadis, 2009). Ook van de Boommarter zijn geen recente verspreidingsgegevens bekend, maar verwacht wordt dat deze soort in het Zoniënwood aanwezig is (mond. med. Dirk Raes, ANB en Koen Van Den Berge, INBO). Op basis van onderzoek naar de favoriete oversteekplaatsen van marterachtigen blijkt dat dit meestal donkere plaatsen zijn, zoals naaldhout of dichte structuurrijke bossen (met veel naaldbomen) (Muskens, 2007).

Voor de meeste marterachtigen (en ook Vos) volstaan kleine faunatunnels om de dieren veilig onder de weg te geleiden. Ze worden door holten aangetrokken en de (beperkte) zichtbaarheid in de tunnel is voor deze soorten van ondergeschikt belang.

Soortengroep 'vleermuizen'



Het Zoniënwood is voor veel vleermuissoorten belangrijk. In het Zoniënwood zijn een drietal habitats belangrijk voor vleermuizen: de vijvergebieden (o.m. ten noorden van het Vorserijplateau en langsheen de IJse), de kathedraalbossen en de gevarieerde bossen (o.a. rond de open (kap)plekken en langs de bosranden van het noordelijke wegtraject op Brussels grondgebied, rondom de renbaan van Groenendaal en rondom het woonparkgebied ten zuiden van het plangebied).

Vooraf voor soorten van oudere en open (beuken)bossen vormt het gebied een (potentieel) habitat zoals voor Vale vleermuis, Bosvleermuis, Bechsteins vleermuis en Ingekorven vleermuis. Vooral de Bechsteins vleermuis is een goede indicator gezien het belang van oud bos voor deze soort en de gevoeligheid voor verlichting (in tegenstelling tot de Bosvleermuis). Best bekend is de aanwezigheid van Franjestaart, Gewone dwergvleermuis, Watervleermuis en Gewone grootoorvleermuis in het centrale deel van het Zoniënwood. De voormalige renbaan van Groenendaal wordt als een belangrijke potentiële locatie voor Vale vleermuis naar voor geschoven, omwille van de aanwezigheid van voor deze soort belangrijke habitatelementen en het instellen van een begrazingsbeheer. De kelder onder de renbaan werd daarvoor als vleermuizenverblijfplaats ingericht.

Vleermuizen verplaatsen zich al vliegend doorheen het bos. Laagvliegende individuen kunnen daarbij in aanraking komen met voertuigen. Dichte bosranden en hoog opgaande, bij voorkeur met de kronen aaneensluitende bomen geleiden de dieren op grotere hoogte over de weg waardoor aanrijdingen vermeden worden. Er bestaan ook kunstmatige "hop-over"-constructies die deze functie vervullen. Over de aanwezigheid van vleermuizen in de nabijheid van de N275 zijn slechts fragmentarisch gegevens bekend. Aanrijdingen op de N275 zijn tot nog toe niet bekend, maar ook moeilijk vast te stellen. Een van de belangrijkste leefgebieden ligt rondom het noordelijk traject van de N275 ter hoogte van het Vorserijplateau en ook de open bosbestanden langsheen de Bundersdreef en de Hendrickxdreef zijn voor vleermuizen niet onbelangrijk.

Van enkele soorten, waaronder Bechsteins vleermuis, is bekend dat ze tunnels onder wegen gebruiken.

Soortengroep 'Eekhoorn'



De soort is vrijwel overal in het plangebied aanwezig soms in het gezelschap van Siberische grondeekhoorn - een exoot. De eekhoorn foerageert vaak op de grond maar verplaatst zich over langere afstanden hoofdzakelijk doorheen de boomkronen. Een belangrijke gebruiksvoorwaarde is dat de kroontakken van de verschillende bomen min of meer op elkaar aansluiten of met elkaar verweven zijn. Eekhoorns zijn in staat over betrekkelijk grote afstanden van tak tot tak te springen. Waar aaneengesloten kroonstructuren ontbreken kunnen kunstmatige boombruggen een oplossing bieden. De effectiviteit ervan is evenwel afhankelijk van een goede locatiekeuze en geleiding naar de boombrug. Ook andere in bomen foeragerende dieren kunnen in principe tot deze groep gerekend worden. De Eekhoorn verkiest een soortenrijk, gemengd boshabitat met een verscheidenheid aan vruchtdragende bomen waartoe ook naaldbomen behoren.

Soortengroep 'Vuursalamander'



Geen van de gekende leefgebieden van Vuursalamander in het Zoniënwoud sluit aan op het plangebied. Niettemin geeft de soort richting aan een aantal ontsnipperingsmaatregelen voor amfibieën in het algemeen, vooral op plaatsen waar beekvalleien de weg kruisen. Dergelijke locaties zijn in het plangebied beperkt aanwezig en stellen nergens noemenswaardige problemen. Kleine faunatunnels van het type amfibieëntunnels en ecoduikers beantwoorden het best aan hun noden en moeten vochtig of nat worden gehouden of aansluiten op een beek en/of poel. Ze zijn zo nodig voorzien van een niet of uitzonderlijk overstroombare loopstrook langs weerszijden van de waterbedding zodanig dat ook andere soorten van de voorziening gebruik kunnen maken. Een combinatie met (weg)waterafvoer is enkel onder gunstige milieuomstandigheden (o.a. onvervuild water) te verantwoorden.

Soortengroep 'dood-hout kevers'

Het noordelijke traject van de N275 loopt op het grondgebied van het Brussels gewest geheel doorheen bosreservaat. Daarom wordt bijzondere aandacht gegeven aan houtbewonende (vooral saproxyle maar ook xylobionte) keversoorten zoals het Vliegend hert. Het zuidelijk deel van het Brussels Gewest vormt een belangrijk deel van het verspreidingsgebied van het Vliegend hert (*Thomaes et al, 2007*). Opvallend is wel dat bijna alle waarnemingen uit de parken en houtkanten aan de rand van het Zoniënwoud komen en slechts zeer zelden uit het Zoniënwoud zelf (*Thomaes & Vandekerckhove, 2004*). Dit hoeft echter niet te betekenen dat deze keversoort niet in het bos zelf voorkomt. De populatie in Watermaal-Bosvoorde (Bezemhoek: park Tournay-Solvay, Drie Linden, rand Zoniënwoud aan de Terhulpe steenweg en Dennenbosstraat) geldt als een van de kernpopulaties.

Tabel 6: Koppeling van de soortengroepen aan de verschillende ontsnipperingsmogelijkheden. De donkere kleur verwijst naar de hoge efficiëntie van de maatregel voor de betrokken soortengroep; de lichtere kleur verwijst naar een beperkte efficiëntie).

groep maatregel	ree	marters	eekhoorn boomarter	hazelworm	vuur- salamander	vleermuizen	dood-hout kevers
ecoduct							
ecoviaduct							
grote faunatunnel							
middelgrote faunatunnel							
faunabuis							
reptielentunnel							
ecoduiker							
boombrug							
hop-over							

5.2. Geschiktheidsanalyse

Naast de ecoprofielen en de daarmee verbonden habitatvereisten van de richtinggevende soorten bepalen de terreinomstandigheden en een aantal technische (rand)voorwaarden mee de mogelijke oplossingen, zoals:

1. de aanwezigheid van bestaande infrastructuur die inzetbaar is als ontsnipperingsmaatregel (mits functioneel aanpasbaar en geschikte ligging)
2. de combinatie van functionaliteiten (mits niet contradictorisch)
3. de terreinomstandigheden overeenkomstig
 - A. de opbouw van de weg
 - B. het bestaande reliëf en de terreinstructuur
 - C. de aanwezige randinfrastructuren
 - D. de bouw mogelijkheden
4. de verkeersfunctie en de wegstructuur
5. de noodzaak op basis van aanrijdingskans
6. het ecologisch belang van de inplantingsplaats en de bouwplek
7. de juridische beperkingen en de noodzaak tot compensatie
8. de consequenties voor het boslandschap

Elk van deze analysefactoren wordt hierna afzonderlijk geëvalueerd met betrekking tot de N275.

5.2.1. Bestaande infrastructuur

Langs het gehele traject zijn alle bestaande wegonderdoorgangen in kaart gebracht en op hun functionaliteit geëvalueerd. Hun aantal is evenwel beperkt. Infrastructuren over de weg ontbreken geheel. Uit de analyse blijkt dat vooral waterafvoerende constructies aanwezig zijn maar dat hun huidige functionaliteit heel vaak onduidelijk is of beperkt tot louter afvoer van regenwater. De reden voor het disfunctioneren is veelal de ouderdom en een gebrekkig onderhoud. De voormalige aanlegplannen ontbreken en ingevolge daarvan is er weinig kennis omtrent het verloop en de werking van de waterafvoersystemen. Voornamelijk op het grondgebied van het Brussels Gewest

liggen enkele waterafvoergrachten waarvan de waterstromen onvoldoende in beeld kunnen worden gebracht om hun mogelijke functionaliteit als wegonderdoorgang te kunnen inschatten. Dat maakt hen momenteel ongeschikt om als onderdoorgang voor dieren te functioneren. Kaart 9 en tabel 7 vermelden alle gekende infrastructuren en duiden hun huidige geschiktheid als faunapassage.

Tabel 7: Weginfrastructuur onder de N275.

locatie	infrastructuur	functionaliteit	inschakelbaar
5	duiker (beton/baksteen)	waterafvoer ø 60 cm - vochtig	ja mits aanpassing 1A
11	duiker (beton/baksteen)	waterafvoer ø 60 cm - vochtig loopt niet onder de weg door en staat ook niet (meer?) in verbinding met voormelde afvoerbuis (1A)	ja mits aanpassing 1B
26	dubbele afvoerbuis (beton/gres)	waterafvoer ø 40 & 20 cm - tijdelijk nat	nee
27	duiker	waterafvoer h140 x b75 cm - tijdelijk nat	ja - 7
28	afvoerbuis (gres)	waterafvoer ø 20 cm - tijdelijk nat	nee
66	afvoerbuis (gres)	waterafvoer ø 15 cm - tijdelijk nat	nee
67	duiker (beton/baksteen)	waterafvoer ø 50 cm - tijdelijk nat	nee
69	afvoerbuis (beton/kassei)	waterafvoer ø 20 cm - tijdelijk nat	nee
49	duiker (beton/baksteen)	waterafvoer ø 50 cm - permanent nat	nee
56	duiker (beton/baksteen)	waterafvoer ø 50 cm - permanent nat	nee

Langsheen het zuidelijke wegtraject zijn eveneens meerdere kleine waterafvoersystemen aanwezig die aansluiten op een langs de weg lopende beek maar vooral als riool fungeren (zie ook § 5.2.1.).

Uiteindelijk wordt slechts één voorziening (7) weerhouden en in het ontsnipperingsplan geïntegreerd. Twee andere locaties (1A en 1B) komen na aanpassing als ontsnipperingsmaatregel in aanmerking. Concreet betekent dit dat beide tunnels moeten worden opengemaakt. Dit kan gebeuren wanneer wegenwerken plaatsvinden zoals bij de aanleg van de gasleiding door *Sibelga* (§ 2.1.14.). Alle inschakelbare doorgangen bevinden zich langsheen het noordelijke wegtraject.

5.2.2. Functieverweving

In bepaalde gevallen bestaat de mogelijkheid om een faunapassage te combineren met een andere functie. Een ecoduiker is hiervan een goed voorbeeld omdat het naast de veilige doorgang van (watergebonden) dieren ook voor de afvoer of doorstroming van water onder de weg zorgt. Een medegebruik door mensen wordt evenwel best vermeden omwille van de verstoring die het teweegbrengt - zeker op en langs kleine voorzieningen.

Voor het gebruik van ecoduikers en faunatunnels bestaat de mogelijkheid om bestaande en nieuw aan te leggen waterafvoersystemen mee in te schakelen. Dit is echter niet zondermeer en overall toepasbaar. Zo zijn de milieukwaliteit, de maatvoering en de doorloopomstandigheden bepalend voor de werkzaamheid. Permanent waterhoudende duikers bijvoorbeeld kunnen maar door een beperkt aantal dieren worden gebruikt tenzij er een droge loopzone aanwezig is. Tijdelijk waterhoudende en droge duikers daarentegen zijn in deze veel nuttiger maar komen enkel langsheen het noordelijk traject voor (tabel 7). De bestaande duikers onder het noordelijk wegtraject hebben vooral een wegwaterafvoerende functie terwijl die onder het zuidelijk traject vooral voor een gemengde waterafvoer dienen en dus ook (veel) vervuild water afvoeren. Het afvalwater is afkomstig van de aangrenzende woonwijken. Waterafvoerbuizen zijn doorgaans te klein om dienstig te zijn en sluiten veelal niet aan op het maaiveld maar monden op enige hoogte uit.

Enige andere functionaliteit wordt aan geen van de andere voorzieningen toegekend. Wel wordt rekening gehouden met een gebruik door voetgangers, fietsers en ruiters van enkele boswegen die

aansluiten op de N275, waardoor bijzondere voorzieningen nodig zijn om lekken in het wildkerend raster te voorkomen.

5.2.3. Terreinmogelijkheden

Dieren gebruiken voor hun oriëntatie en voortbeweging vaak geleidende reliëfstructuren zoals beken, valleien, hellingen, wallen, paden, grachten, holle wegen of bijzondere habitatelementen zoals bosranden, houtkanten, heggen, vruchtdragende boomgroepen/boomgaarden, gebiedsdifferentiërende bosbestanden en vegetaties, dekkinggevendende vegetaties of (half)open terrein. De fysische kenmerken van het terrein bepalen daarom mee de positie van een oversteekvoorziening. Deze moet zoveel mogelijk de bestaande reliëfstructuur volgen. Vooral het reliëf en de hydrografie spelen een sturende rol. Anderzijds bepalen de fysische omstandigheden ook de realisatiemogelijkheden. Zo wordt voor de bouw van de voorziening best gebruik gemaakt van plekken waar de weg verzonken of in ophoging ligt t.o.v. de berm. Dit vergemakkelijkt de bouw van zowel onderdoorgangen (wegophoging) als bruggen (wegverzinking) en beperkt het grondverzet.

5.2.3.1. Opbouw van de weg

Over het gehele wegtraject is gekeken naar de ligging van de weg t.o.v. het bermmaaiveld en dit langs beide zijden van de weg (kaart 9). Slechts een enkele locatie (2A) was langs beide wegzijden voldoende hoog (> 5m) om uitgaande van het bestaande reliëf (verdiepte ligging van de weg) een brugconstructie toe te laten die aansluit op het bestaande boslandschap. Een tweetal andere locaties (2B en 2C) komt voor een kleinschaligere brugconstructie in aanmerking, maar vraagt aanzienlijke, bijkomende reliëfaanpassingen.

Op dezelfde wijze werden ook mogelijke locaties voor grote faunatunnels en kleine faunabuizen bekeken. Voor faunatunnels is in omgekeerde richting een voldoende hoge berm (> 5m) noodzakelijk. Ook hiervoor komt slecht één locatie in aanmerking (3A), terwijl twee andere locaties, mits het nodige grondverzet, hiervoor geschikt kunnen worden gemaakt (3B en 8). Eén van deze locaties (3B) fungeert evenwel nu reeds als kleine faunatunnel.

Voor de faunabuizen volstaat een beperkt hoogteverschil (< 1m) en is in principe ook een reliëfaanpassing op een gelijk maaiveld mogelijk. Kleine hoogteverschillen zijn slechts beperkt aanwezig langsheen het zuidelijke wegdeel en dit reeds vanaf de Bundersdreef.

5.2.3.2. Bestaand reliëf en terreinstructuur

Het bestaand reliëf bepaalt voor een deel mee het profiel van de weg (§ 5.2.3.1.). In dit geval is evenwel gekeken naar het op de weg aansluitende natuurlijke reliëf. Uit de fysische systeemkaart (deel kaart 4) en de veldinventarisatie kan worden afgeleid dat een zestal beekvalleien evenals de IJsevallei door de Terhulpsse steenweg worden doorsneden. Niets is echter wat het lijkt. Het gebied heeft met de aanleg van de N275 en het kruispunt met de R0 belangrijke reliëfwijzigingen ondergaan. Ten noorden ligt het wegtracé voor een groot deel opgehoogd in een beekvallei en ook het zuidelijke wegtraject doorloopt over een aanzienlijke afstand een beekvallei waarvan alleen de valleien van de bovenlopen zijn overgebleven. De weg volgt dus geenszins het oorspronkelijk reliëf.

Reliëfstructuren versterken de aansluiting op de oversteekvoorzieningen en wegen het sterkst op de plaatsen waar beekvalleien kruisen met of aansluiten op de weg en waar hellingen botsen op de weg. Daarnaast spelen ook kleinschalige habitatstructuren een belangrijke geleidende rol. Die vallen vaak samen met specifieke milieumomstandigheden zoals de natte gronden in de reeds hiervoor vermelde beekvalleien evenals met kleinschalige terreinstructuren zoals de brede holle wegstructuur van de verdwenen oude spoorweg tussen de R0 en de Haken- en Stakendreef (t.h.v. mogelijke maatregel 8).

Bijzondere bodemomstandigheden zoals de natte gronden langsheen het noordelijke wegtraject en de mogelijke aanwezigheid van ijzerzandsteen in de bodem of wegbegeleidende infrastructuur en nutsleidingen stellen beperkingen of vragen om aangepaste werkmethoden en bouwtechnieken die

natuur- en milieuschade voorkomen en een stabiele en veilige bouwomgeving verzekeren. Waterstagnatie is ongewenst in faunatunnels die niet dienen voor waterminnende diersoorten.

5.2.3.3. Aanwezige randinfrastructuur

De naast- en onderliggende wegbegeleidende infrastructuur bepalen mee de mogelijkheden voor de aanleg van ontsnipperingsvoorzieningen. In dit geval zijn de volgende elementen van belang:

1. de aanwezigheid van een elektriciteitsleiding langsheen het gehele wegtraject;
2. de toekomstige aanleg van een gasleiding onder het noordelijk tracé van de weg (§ 2.1.14.);
3. het complexe verkeersknooppunt van de N275 met de R0;
4. de moeilijke onderdoorgang van de IJse onder het verkeersknooppunt van de N275 met de R0;
5. de vernauwing van het bos tussen de N275 en de S161 in de richting van de R0 die uitgaat op de fiets- en voetgangersoversteekvoorziening over de R0;
6. het evenwijdige verloop van spoorlijn 161, met aansluitend daarop het station van Groenendaal dat t.o.v. het zuidelijke wegtracé wordt afgeschermd door een hoge metalen wand langsheen het spoor; aansluitend wordt de inrichting van een parking op het naastliggend, braakliggend terrein gepland;
7. de aansluiting van de dorpskern van Hoeilaart op het zuidelijk wegtraject en de attractiviteit van het woonpark op bepaalde (park)bosbewonende diersoorten;
8. de aansluiting van tal van (bos)wegen op de N275 (tabel 8 en kaart 8); daarnaast liggen meerdere parkings gelijkmatig verspreid langsheen het traject.

Tabel 8: Aansluitende weginfrastructuur (kaart 8).

locatie	infrastructuur	type
Sint-Hubertusdreef / Vorserijplateau	parking + beheerweg + (ruiterpad ?)	half verhard - half verhard
Zoniënwoodweg	beheerweg	onverhard
Merelsweg	wandelweg	onverhard
Morieljendreef	wandelweg	onverhard
Eikendalpad	wandelweg (evenwijdig aan N275)	onverhard
Bundersdreef	ruiterpad + verkeersweg + parking + verkeerslicht	onverhard - verhard - verhard
Hendrickxdreef	ruiterpad + verkeersweg + parking + verkeerslicht	onverhard - verhard - verhard
Kapeldreef	wandelweg	aanzet verhard - rest onverhard
Netelenweg	beheerweg	onverhard
R0	autoweg	verhard
S161	spoorweg + brug	verhard
Hakenstakendreef	beheerweg	verhard (kassei)
Rozendal	secundaire weg	verhard
Stenenbrugdreef	beheerweg	verhard (kassei)
Jan Velgestraat	secundaire weg + parking	verhard
Charles Melottestraat	secundaire weg	verhard
Koudedelleweg	beheerweg + stapelplaats	half verhard
IJzerstraat	secundaire weg	verhard
Meutedreef	secundaire weg + beheerweg + parking	onverhard (west)/verhard (oost)

5.2.3.4. Bouwmogelijkheden

Op het gebied rusten tal van beschermingsstatuten (§ 2.2.2.) die beperkingen opleggen aan de uitvoering en ertoe nopen geen of zo weinig mogelijk schade aan te richten aan de landschaps- en natuurwaarden of in voorkomende geval verplichten om compensaties te voorzien.

De N275 is een drukke verkeersader is (§ 5.2.4) die niet zomaar gedurende langere tijd kan worden afgesloten en waarvan de verkeerstroom slechts kort kan worden gestremd.

5.2.4. Verkeersfunctie en wegstructuur

De N275 is een tweebaansweg met langsij van de weg (westkant) een enkelzijdig en betrekkelijk smal fiets- en voetpad, dat ten noorden iets verhoogd ligt t.o.v. de rijweg. Het is een drukke verkeersader (> 10.000 voertuigen/dag) die de toegang tot Watermaal-Bosvoorde enerzijds en Hoeilaart anderzijds regelt. Over het gehele wegtracé geldt een snelheidsbeperking van 50 km/uur maar deze snelheid wordt buiten de spitsuren zelden aangehouden. Snelheidsremmende voorzieningen (verkeersdrempel en verkeerslichten) zijn enkel t.h.v. de Bundersdreef aanwezig. Het kruispunt met de R0 wordt door verkeerslichten geregeld.

De weg wordt ook gebruikt voor uitzonderlijk vervoer en dient als toegangs- en uitvalsweg voor transporten van hout vanuit het Zoniënwoud. De N275 wordt doorsneden door en sluit aan op de ringweg van Brussel (R0).

De meervoudige en belangrijke verkeersfunctie stelt een aantal voorwaarden t.a.v. de uitvoering van ontsnipperingsmaatregelen. Er moet niet alleen rekening worden gehouden met de verkeersveiligheid maar evenzeer met een vlotte verkeersdoorstroming en de toegankelijkheid van de weg voor uitzonderlijk vervoer. Enkel aansluitend op de aanleg van een gasleiding langsheen het noordelijk tracé van de weg (§ 2.1.14.) is een gedeeltelijk uitbraak van de weg mogelijk. Elders moeten de voorzieningen onder of over de weg worden gelegd.

5.2.5. Aanrijdingskans

Mede door de aanhoudende drukte op de weg, blijft het aantal verkeersslachtoffers langsheen de N275 beperkt. Veel dieren zijn immers niet geneigd om drukke verkeerswegen over te steken en doen dit enkel wanneer de noodzaak zich stelt of gedurende kalmere perioden. Dit zijn echter vaak de momenten waarop ze minder oplettend zijn.

Toekomstige voorzieningen dienen niet alleen de weg (opnieuw) passeerbaar te maken maar ook de aanrijdingskans te verminderen. Uit de analyse komen vier belangrijke aanrijdingsplekken naar voor (kaart 1), respectievelijk op het noordelijk wegtraject:

1. tussen Vorsterielaan en Bundersdreef (met een verhoogd aantal slachtoffers t.h.v. het Vorserijplateau) en
2. ten zuiden van de Bundersdreef.

en langsheen het zuidelijk wegtraject:

3. de woonparkzone tussen Rozendal en Charles Melottestraat en
4. een kleine strook t.h.v de Meutedreef.

5.2.6. Ecologisch belang

De biologische waarden in dit deel van het Zoniënwoud vallen grotendeels samen met de aanwezigheid van bijzondere habitatstructuren die dekking, voedsel, schuil- en voortplantingsplekken e.a. levensnoodzakelijke elementen (zoals warme zonplekken voor reptielen) aan dieren verschaffen. Welke habitatelementen doorslaggevend zijn, verschilt van soort tot soort.

In deze studie is getracht om aan de hand van bestaande inventarisatiegegevens van richtsoorten (§ 5.1.) habitattypische aspecten af te leiden en te koppelen aan de huidige terreinsituatie. Daarbij werd vooral aandacht gegeven aan de aanwezigheid van:

- bosdifferentiërende habitatstructuren en vegetaties;
- aansluiting op (bron)bos- en/of beekvalleien;

- afwijkende boshabitats (ervan uitgaande dat het meest voorkomende habitat beukenbos is);
- (half)open bosstructuren;
- vochtige en natte terreinsituaties;
- randsituaties;
- bosbestanden met veel oude bomen, dood hout of een diverse soortensamenstelling.

Uit de analyse kwamen vooral de beekvalleien die op de weg aansluiten als bijzondere soortenhabitats naar voor evenals de halfopen boshabitats met veel en rijk gestructureerde randsituaties en ruimtelijke overgangen. Voorts mag het aandeel bosdifferentiërende bosbestanden niet worden onderschat. Vooral voor meer algemene soorten zoals Ree en Eekhoorn spelen deze afwijkende habitats vaak een vooraanstaande rol o.m. voor dekking of voedsel. Voor meer specifieke habitatbeschrijvingen wordt naar § 5.1. verwezen.

Het noordelijke deel van de N275 valt in zijn geheel binnen het bosgebied, waardoor ontsnipperingsmaatregelen hier het meest aangewezen zijn en het grootste aantal soorten omvat. Langsheen het zuidelijk traject zijn veeleer kleinschaligere ingrepen aangewezen die er minder toe dienen de bosconnectiviteit te herstellen dan wel verkeerslactoffers te beperken. De mogelijkheid voor een herstel van de verbinding van de IJsevallei werd eveneens bekeken maar biedt geen perspectief wanneer dit niet gepaard gaat met een volledige herinrichting van het wegenknooppunt rond de R0. Ook een mogelijke alternatieve route over de spoorwegterreinen ten zuiden daarvan biedt geen mogelijkheid omdat dit de beekvallei niet herstelt en daardoor niet tegemoetkomt aan de voor dit gebied kenmerkende soortenhabitats. Bovendien vraagt dergelijke landschapsverbinding enorme investeringen die enkel te verantwoorden zijn, mits deze in een ruimer kader worden gevat en eveneens in de ontsnippering van de S161 en de Groenendaalsesteenweg voorziet. Op dit ogenblik zijn deze middelen elders beter besteed.

De keuze van de inplantingsplaats wordt niet alleen bepaald door het ecologisch belang van de ontsnipperingszone op het niveau van het Zoniënwood in zijn geheel, maar evenzeer door de lokale ecologische waarde. De kwetsbaarheid van een plek en de aanwezige natuur- en landschapswaarden kunnen bepaalde ingrepen niet verantwoorden of vragen om aangepaste bouwtechnieken die schade voorkomen of aanvaardbaar maken. Als voorbeeld worden de beekvalleien genoemd, waarlangs de aanwezigheid van kwetsbare bronvegetaties is vastgesteld. Hiermee rekening houdend is bij de keuze gezocht naar plekken waar de bouw van een voorziening de ecologische en landschappelijke functionaliteit niet tenietdoet of hypothekeert. Open bosplekken of recente kapperellen of (eerder) verstoorde terreinen komen daarvoor het eerst als bouwplek in aanmerking. Langsheen het noordelijk wegtraject hebben op verschillende plaatsen het afgelopen decennium bosvormingen plaatsgevonden die momenteel de mogelijkheid bieden om zonder ingrijpende boskappingen of andere landschapsingrepen grootschalige(re) voorzieningen aan te leggen. Dit geldt evenzeer voor kleinschaligere (bos)landschapsingrepen langsheen het zuidelijke wegdeel.

5.2.7. Juridisch kader

De wetgeving die op het gebied van toepassing is (§ 2.2.), legt beperkingen op en verplicht niet alleen tot de toekenning van vergunningen maar ook tot een omschrijving van de ecologische impact van de voorzieningen. Deze is voor kleinschalige ingrepen zoals de aanleg van boombruggen, faunabuizen, ecoduikers en randvoorzieningen quasi nihil indien de nodige uitvoeringsvoorschriften in acht worden genomen die de aannemer ertoe verplichten de beste technieken te gebruiken die beschadigen aan bomen en vegetaties of een wijziging van milieuomstandigheden voorkomen.

Tabel 9: Overzicht en afweging van de verschillende ontsnipperingsmogelijkheden. De weerhouden voorzieningen zijn in **vet** en met **kleur** aangeduid.

locatie	voorziening	mogelijkheden	verantwoording
1A	afwateringsgracht ø 100 cm onder weg	vervanging door ecoduiker of faunabuis	bestaande wegonderdoorgang maar niet geheel intact; inzetbaar na reiniging en herstel (bij aanleg gasleiding)
1B	afwateringsgracht ø 60 cm langs weg	ombouw tot faunabuis	bestaand maar geen wegonderdoorgang; wel geschikte locatie voor faunabuis/ecoduiker vertrekkende van bestaande situatie
2A	verhoogde berm (> 5m) langs beide wegzijden	geschikte locatie aanleg groot ecoduct	holle wegstructuur met hoge bermen uitermate geschikt voor brugconstructie binnen bestaand reliëf; ligging in bosreservaat en in verlengde ecoduct S161
2B	verhoogde berm (> 5m) langs beide wegzijden	mogelijke locatie aanleg klein ecoduct, mits bermophoging	hoog, opgaand talud maar bijkomende bermverhoging noodzakelijk voor bouw van oversteekvoorziening; W-bosversmalling door nabijheid S161 werkt nadelig
2C	verhoogde berm (> 5m) langs beide wegzijden	mogelijke locatie aanleg klein ecoduct, mits bermophoging	hoog, opgaand talud maar bijkomende bermverhoging noodzakelijk voor bouw van oversteekvoorziening; N-bosversmalling door nabijheid S161 en aansluitend spoorwegemplacement werken nadelig
3A	verlaagde berm (> 5m) langs beide wegzijden	geschikte locatie aanleg grote faunatunnel	uitzonderlijk hoog en steil aflopend talud vooral langs W-zijde; wegligging in en daardoor ook aansluitend op beekvallei; ligging in bosreservaat en in verlengde ecoduct S161
3B	verlaagde berm (> 5m) langs beide wegzijden	geschikte locatie aanleg grote faunatunnel	hoog, aflopend talud maar bijkomende bermverhoging noodzakelijk voor bouw van wegonderdoorgang; W-bosversmalling door nabijheid S161 werkt nadelig
4A	verlaagde berm (> 1m) langs beide wegzijden	geschikte locatie aanleg faunabuis	in nabijheid van gelijkaardige en deels bestaande maatregel 1B
4B	verlaagde berm (> 1m) langs beide wegzijden	geschikte locatie aanleg faunabuis	in nabijheid van grootschalige maatregelen 2A en/of 3A
4C	verlaagde berm (> 1m) langs beide wegzijden	geschikte locatie aanleg faunabuis	in nabijheid van gelijkaardige bestaande maatregel 7
4D	verlaagde berm (> 1m) langs beide wegzijden	geschikte locatie aanleg faunabuis	in nabijheid van gelijkaardige bestaande maatregel 7
4E	verlaagde berm (> 1m) langs beide wegzijden	geschikte locatie aanleg faunabuis	aflopende berm vergemakkelijkt graven faunatunnel; locatiekeuze i.f.v. goede spreiding kleine faunatunnels langsheen het traject en t.o.v. elkaar
4F	verlaagde berm (> 1m) langs beide wegzijden	geschikte locatie aanleg faunabuis	aflopende berm vergemakkelijkt graven faunatunnel; locatiekeuze i.f.v. goede spreiding kleine faunatunnels langsheen het traject en t.o.v. elkaar
5A	beperkte boomkroonaansluiting over weg	geschikte locatie aanleg boombrug	beperkte ruimte tussen de bomen langs weerszijden van de weg vergemakkelijkt de aaneensluiting; locatiekeuze i.f.v. goede spreiding boombruggen langsheen het traject en t.o.v. elkaar
5B	beperkte boomkroonaansluiting over weg	geschikte locatie aanleg boombrug	beperkte ruimte tussen de bomen langs weerszijden van de weg vergemakkelijkt de aaneensluiting;

			locatiekeuze i.f.v. goede spreiding boombruggen langsheen het traject en t.o.v. elkaar
5C	beperkte boomkroonaansluiting over weg	geschikte locatie aanleg boombrug	beperkte ruimte tussen de bomen langs weerszijden van de weg vergemakkelijkt de aaneensluiting; locatiekeuze i.f.v. goede spreiding boombruggen langsheen het traject en t.o.v. elkaar
5D	beperkte boomkroonaansluiting over weg	geschikte locatie aanleg boombrug	valt samen met maatregel 2A
5E	beperkte boomkroonaansluiting over weg	geschikte locatie aanleg boombrug	beperkte ruimte tussen de bomen langs weerszijden van de weg vergemakkelijkt de aaneensluiting; locatiekeuze i.f.v. goede spreiding boombruggen langsheen het traject en t.o.v. elkaar
5F	beperkte boomkroonaansluiting over weg	geschikte locatie aanleg boombrug	beperkte ruimte tussen de bomen langs weerszijden van de weg vergemakkelijkt de aaneensluiting; locatiekeuze i.f.v. goede spreiding boombruggen langsheen het traject en t.o.v. elkaar
5G	beperkte boomkroonaansluiting over weg	geschikte locatie aanleg boombrug	ligt vlakbij maatregel 5F (is mogelijk alternatief voor 5F)
5H	beperkte boomkroonaansluiting over weg	geschikte locatie aanleg boombrug	beperkte ruimte tussen de bomen langs weerszijden van de weg vergemakkelijkt de aaneensluiting; locatiekeuze i.f.v. goede spreiding boombruggen langsheen het traject en t.o.v. elkaar
5I	beperkte boomkroonaansluiting over weg	geschikte locatie aanleg boombrug	beperkte ruimte tussen de bomen langs weerszijden van de weg vergemakkelijkt de aaneensluiting; locatiekeuze i.f.v. goede spreiding boombruggen langsheen het traject en t.o.v. elkaar
5J	beperkte boomkroonaansluiting over weg	geschikte locatie aanleg boombrug	beperkte ruimte tussen de bomen langs weerszijden van de weg vergemakkelijkt de aaneensluiting; locatiekeuze i.f.v. goede spreiding boombruggen langsheen het traject en t.o.v. elkaar
5K	beperkte boomkroonaansluiting over weg	geschikte locatie aanleg boombrug	beperkte ruimte tussen de bomen langs weerszijden van de weg vergemakkelijkt de aaneensluiting; locatiekeuze i.f.v. goede spreiding boombruggen langsheen het traject en t.o.v. elkaar
5L	beperkte boomkroonaansluiting over weg	geschikte locatie aanleg boombrug	beperkte ruimte tussen de bomen langs weerszijden van de weg vergemakkelijkt de aaneensluiting; locatiekeuze i.f.v. goede spreiding boombruggen langsheen het traject en t.o.v. elkaar
5M	beperkte boomkroonaansluiting over weg	geschikte locatie aanleg boombrug	beperkte ruimte tussen de bomen langs weerszijden van de weg vergemakkelijkt de aaneensluiting; locatiekeuze i.f.v. goede spreiding boombruggen langsheen het traject en t.o.v. elkaar

6	verlaagde berm (> 5m) westelijke wegzijde	geschikte locatie aanleg vleermuizenlabyrint	onbekende maar mogelijk onstabiele bodemsituatie; mogelijkheid om in te bouwen bij aanleg van maatregel 3A
7	afwateringsgracht h140 x b75 cm onder weg	inschakeling als kleine faunatunnel	momenteel reeds geschikt en werkzaam als kleine faunatunnel
8	holle wegstructuur langs beide wegzijden	geschikte locatie aanleg grote faunatunnel	bijkomende bermverlaging noodzakelijk voor bouw van wegonderdoorgang; N-bosversmalling door nabijheid S161 en aansluitend spoorwegemplacement werken nadelig
9	bosversmalling uitlopend op muurconstructie	geschikte locatie aanleg faunabuis / eindpunt wildraster	W-bosversmalling door nabijheid S161 werkt nadelig en moet ondervangen worden door een geleidingsmaatregel
10A	berm op maaiveld langs één of beide wegzijden	wenselijke maar minder geschikte locatie aanleg faunabuis	locatiekeuze i.f.v. goede spreiding kleine faunatunnels langsheen het traject en t.o.v. elkaar
10B	berm op maaiveld langs één of beide wegzijden	wenselijke maar minder geschikte locatie aanleg faunabuis	in nabijheid van gelijkaardige bestaande maatregel 7 en geplande maatregel 9; wel geschikt voor dichter netwerk van kleine faunatunnels
10C	berm op maaiveld langs één of beide wegzijden	wenselijke maar minder geschikte locatie aanleg faunabuis	locatiekeuze i.f.v. goede spreiding kleine faunatunnels langsheen het traject en t.o.v. elkaar
10D	berm op maaiveld langs één of beide wegzijden	wenselijke maar minder geschikte locatie aanleg faunabuis	locatiekeuze i.f.v. goede spreiding kleine faunatunnels langsheen het traject en t.o.v. elkaar
10E	berm op maaiveld langs één of beide wegzijden	wenselijke maar minder geschikte locatie aanleg faunabuis	locatiekeuze i.f.v. goede spreiding kleine faunatunnels langsheen het traject en t.o.v. elkaar
11	onderdoorgang IJse t.h.v. R0	vervanging door natuurtechnische constructie	te koppelen aan heraanleg kruispunt met R0
12A	kruispunt Bundersdreef - Hendrickxdreef	geschikte locatie verkeersremmende voorziening	oversteekplaats voetgangers, fietsers, ruiters en auto's
12B	kruispunt Meutedreef	geschikte locatie verkeersremmende voorziening	oversteekplaats voetgangers, fietsers, ruiters en auto's

Dit is niet langer mogelijk wanneer grootschalige voorzieningen worden aangelegd zoals een ecoduct of grote faunatunnel. Niet alleen de constructie zelf reikt tot buiten de wegzone maar ook de werfzone die voor de bouw ervan benodigd wordt. In dergelijke gevallen is schade onvermijdelijk en kan een landschapsherstel of -compensatie noodzakelijk zijn. Daarbij moet een onderscheid worden gemaakt tussen de compensaties die in het kader van de Habitatrichtlijn (van toepassing in Vlaanderen en in het Brussels gewest in de Natura 2000-gebieden) en deze die in het kader van Bosdecreet (van toepassing in Vlaanderen) moeten worden getroffen.

Een passende beoordeling dient aan te tonen dat er geen vermijdbare en onherstelbare schade wordt aangericht. Indien dit niet zo is kunnen bij de bouwvergunning (bijkomende) voorwaarden worden opgelegd die de schade beperken, compenseren of herstellen of een aanpassing van de plannen vereisen. Indien de inrichting kadert in een bosbeheer of habitatinrichting en -herstel moet evenwel geen passende beoordeling worden opgemaakt.

Anderzijds dienen voor de efficiënte werking van bepaalde voorzieningen alsnog boslandschappelijke ingrepen te gebeuren om de geleiding naar en over/door de voorziening te verzekeren of te versterken. Dit resulteert in een win-winsituatie. Bovendien zijn herstel- en compensatiemaatregelen te beperken door de inzet van gepast materieel en werkmethoden. Volgende ongunstige natuur-, bos- en landschapsveranderingen kunnen zich voordoen:

1. bodemomwoeling, -verslemping of -verdichting;
2. reliëfwijziging;
3. verstoring van de waterhuishouding door plaatselijke ophoging / afgraving;
4. kappen van bomen (lokale kaalkap of omvorming naar (half)open bosstructuur);
5. beschadiging van bomen e.a. vegetatie;
6. vegetatievernieling en -verstoring;
7. milieuvervuiling;
8. (tijdelijke) vernietiging en verstoring van faunahabitat.

Een belangrijke factor die meegenomen wordt in de afweging en de beoordeling van de haalbaarheid van de voorgestelde maatregelen, is de mogelijkheid tot het (tijdelijk) afsluiten van (een deel van) de rijweg (N275) tijdens de werken. Bij de uitwerking van de maatregelen is steeds uitgegaan van een minimale impact op de weg, d.w.z. dat er naar gestreefd wordt een volledige wegafsluiting te vermijden of zo nodig te beperken in de tijd en tot één rijstrook. Een tijdelijke weg is gezien het reliëf en de impact ervan op het bos niet gewenst en wordt uitgesloten. De aanleg van de gasleiding (§ 2.1.14), die sowieso tot het gedeeltelijk opbreken van de N275 zal leiden, kan een geschikt moment zijn om verschillende ontsnipperende maatregelen uit te voeren.

Afhankelijk van de Ausgangssituatie kan de ene dan wel de andere factor zwaarder doorwegen of zelfs in het geheel niet aan de orde zijn. Bij de bespreking van de individuele maatregelen wordt op elk van deze factoren verder ingegaan in functie van de beoogde werkzaamheden.

5.2.8. Impact boslandschap

Elke ingreep wijzigt de lokale situatie. Doorgaans zijn het evenwel alleen de grootschalige ingrepen die het boslandschap zichtbaar (kunnen) veranderen. Men mag evenwel niet vergeten dat de geplande voorzieningen ertoe dienen het boslandschap opnieuw te verbinden waardoor de ingreep uiteindelijk resulteert in een boslandschapsherstel. De impact van een dergelijk landschapsomvorming is initieel duidelijk zichtbaar maar kan zich snel herstellen wanneer ernaar gestreefd wordt bestaande waarden waar mogelijk - geheel of gedeeltelijk - te behouden.

Het creëren van een (half)open boslandschap met veel en erg verscheiden randsituaties en vegetatieovergangen op en rondom de voorziening behoort tot het inrichtingsconcept van grootschalige voorzieningen zoals een ecoduct of grote faunatunnel, waardoor ingrepen, zoals

boskappingen, eveneens als inrichtingsmaatregel zijn te aanzien i.p.v. als een landschappelijke aantasting. Aansluitend wordt duidelijk gesteld dat een meer gevarieerde bosinrichting in het verlengde van de voorziening en bij voorkeur aansluitend op of geleidend naar geschikte soortenhabitats mee in het ontsnipperingsconcept moet worden opgenomen.

6. Selectie van de mogelijke maatregelen

Door een onderlinge afweging van alle voormelde factoren en elementen zijn een aantal voorzieningen geselecteerd die de negatieve effecten van de N275 moeten ondervangen en afzwakken. Deze zijn samengevat in tabel 9 en kaart 9. Maar kiezen is ook verliezen. Concreet betekent dit dat een aantal maatregelen niet werden weerhouden of op een beperkt niveau worden uitgevoerd omwille van louter technische, maatschappelijke of financiële redenen die een investering tot op een zeker niveau niet verantwoorden t.o.v. de (beperkte) ecologische winst die daaruit wordt geput. Afhankelijk van de situatie kan de ene wegingsfactor ook zwaarder doorwegen dan de andere en kan het gewicht ervan van geval tot geval verschillen. Voor de aanleg van kleine faunatunnels, zoals faunabuizen, zijn locaties waar de berm in ophoging dan wel gelijk met het wegdek ligt minder geschikt omdat dit bermaanpassingen vraagt om de tunnel onder de weg te kunnen doorleggen. Het sluit evenwel de aanleg niet volledig uit, met uitzondering van holle wegen.

In hoofdstuk 7 wordt nader ingegaan op het werkings- en uitvoeringsprincipe van elke (groep) weerhouden ontsnipperingsmaatregelen.

6.1. Verantwoording van de selectie

In de uitwerking van de maatregelen bestaat een duidelijk onderscheid tussen het noordelijk en het zuidelijke deel van de N275, waarbinnen eveneens een noordelijk en zuidelijk deel te onderscheiden is.

De belangrijkste en grootschaligere maatregelen situeren zich in het noordelijke deel waar met de bouw van een ecoduct en/of grote faunatunnel een herverbinding van het bos wordt gerealiseerd in functie van zowel kleine als (middel)grote diersoorten. Die liggen in het verlengde van de eerder gerealiseerde ontsnipperingsmaatregelen langsheen de spoorlijn S161.

Langsheen het zuidelijk traject is vooral aandacht gegeven aan beperktere en kleinschaligere ingrepen omwille van de ligging van de weg in een verstedelijkte rand.

6.1.1. Noordelijk deel van de N275 – ten noorden Bundersdreef

Ten noorden van de as, die wordt gevormd door de Bundersdreef en de Hendrickxdreef/Kapelledreef, liggen een groot aantal leefgebieden van Hazelworm en Levendbarende hagedis (kaart 6) waarvoor zowel een ontsnippering over de S161 als over de N275 van groot belang is om een heraansluiting van de deelpopulaties mogelijk te maken. Dit moet uiteraard gepaard gaan met een algehele habitatverbetering in, rondom en naar deze zone. Hetzelfde verhaal geldt ook voor de Reeën die in dit deel van het gebied goed vertegenwoordigd zijn en lokaal in grote dichtheden voorkomen en vaak foerageren tussen de slaap- en rustplekken langs de ene kant van de weg en de voedselplekken langs de andere kant. De hoge soortendiversiteit hangt voor een groot deel samen met de heterogeniteit van de bosstructuur die door de aanwezigheid van talrijke open plekken, halfopen bosbestanden en randsituaties in de hand wordt gewerkt en vooral zon-minnende soorten, zoals de voormelde hagedissoorten, ten goede komt. Een diverse afwisseling van open en dekkinggevendende vegetaties is ook voor veel zoogdiersoorten gunstig.

Het bos is er ook erg reliëfrijk en sluit aan op een diepe beekvallei die voor een groot deel het wegtracé volgt. De langgerekte zone langsheen de weg maakt dat de weg voor een deel zowel in ophoging als verzonken ligt t.o.v. het omliggende bosgebied. Voor de keuze van de oversteekvoorzieningen werd hierop ingespeeld om de geleiding naar de oversteekplaatsen te versterken. De valleizone waarbinnen de maatregelen 1A (ecoduiker/faunabuis) en 1B (faunabuis) enerzijds en 3A (grote ecotunnel) anderzijds worden voorgesteld, leent zich uitstekend voor zowel kleine als grote tunnelvormige oversteekvoorzieningen. Voor de bouw en/of omvorming van een ecoduiker/faunabuis kan het tracé van twee bestaande waterafvoersystemen worden gebruikt. De bouw van een hoog met schanskorven versterkt talud maakt de bouw van een grote faunatunnel mogelijk al dan niet in combinatie met een vleermuizenlabirint (6). Hier leggen de vochtige bodemomstandigheden en de steile bermstructuur wel bouwtechnische beperkingen op.

Aansluitend daarop biedt de bermophoging langs weerszijden van de weg de mogelijkheid tot de bouw van een ecoduct (2A) temeer in het bos langs de westzijde van de weg reeds een grote open plek ligt die de bouw vergemakkelijkt en het effect van de bosingreep beperkt. Kappingen zijn in dat geval enkel langs de oostzijde noodzakelijk. Gezien de mogelijke inplantingsplaats van het ecoduct ligt in de nabijheid van de voormelde grote ecotunnel (3A) is allicht een keuze te maken tussen één van beide voorzieningen, waarbij de bouw van een ecoduct bouwtechnisch en verkeerstechnisch minder problemen stelt en ecologisch en landschappelijk meer mogelijkheden biedt. Zowel het ecoduct als de grote faunatunnel liggen in het verlengde van het bestaande ecoduct over de S161 en kunnen elkaar versterken.

Omdat door kappingen de aaneensluiting van de boomkronen vooral in het noordelijk deel van dit wegtraject is verdwenen, worden hier op regelmatige afstand van elkaar een drietal boombruggen (5A, 5B en 5C) voorzien.

6.1.2. Noordelijk deel van de N275 – ten zuiden Bundersdreef

Ten zuiden van de Bundersdreef ligt het bos geklemd tussen de weg en de spoorweg doordat beide infrastructuren zuidwaarts naar elkaar toelopen en ter hoogte van het kruispunt met de R0 dicht naast elkaar komen te liggen. Het bos fungeert daardoor als een trechter die dieren die zuidwaarts lopen, klem zet en dwingt de weg of spoorweg over te steken, hetgeen regelmatig tot aanrijdingen leidt. Het bos is er jonger en de structuur is er minder verscheiden dan in het noordelijk deel. Dit komt tot uiting in een verminderde soortendiversiteit. Dit maakt het niet minder noodzakelijk om ook hier enkele voorzieningen te treffen. Daarbij is vooreerst gekeken naar de reeds aanwezige afwateringssystemen die onder de weg doorlopen. Dit beperkt zich evenwel tot een middelgrote duiker (7) die nu reeds door allerlei dieren (waaronder Vos) wordt gebruikt om onder de weg door te lopen. Bijkomende maatregelen dienen het gehele traject van faunabuizen te voorzien waarbij op een drietal plekken nieuwe onderdoorgangen worden gecreëerd. Bij de keuze van de locaties werd niet alleen een goede spreiding in acht genomen maar wordt ook geopteerd om aan de beide uiteinden van de wildkerende raster die de voorzieningen begeleiden een faunabuis te voorzien (4F en 10B). In het geval van de faunabuis 4F is de bouw van een reptielentunnel te overwegen omwille van een mogelijk gebruik door hagedissen. Het kruispunt met de Bundersdreef en de Hendrickxdreef wordt als voorheen voorzien van een verkeersremmende constructie die gepaard gaat met een wegasserlegging en het opheffen van de parkeerplekken langs weerszijden van de weg. Het kruispunt vereist ook een aangepaste afrastering die dieren verhindert de weg op te lopen. Dat kan met zelfsluitende poorten t.h.v. de weg- en zijwegtoegangen waarvan enerzijds wagens en anderzijds voetgangers, fietsers en ruiters gebruikmaken (kaart 10b). Afsluitbare poorten die dieren tegenhouden worden ook op de aansluiting met de Kapeldreef en de Netelenweg voorzien.

Een tweetal boombruggen (5E en 5F) dienen de bestaande boomkruinverbinding te versterken om het oversteken van boombewonende soorten te verzekeren.

6.1.3. Zuidelijk deel van de N275 – tussen Rozendal en Charles Melottestraat

Omdat het zuidelijke deel van de N275 over vrijwel het gehele traject aansluit op de bebouwde omgeving is een aaneensluiting van het leefgebied d.m.v. oversteekvoorzieningen minder aan de orde dan wel het verhinderen van verkeersslachtoffers. Die vallen vooral onder de diersoorten die de (halfnatuurlijke) tuinen en de bosjes in de woonwijk rondom de Albert I-laan opzoeken. Daarom wordt er voor geopteerd om de voorzieningen te beperken tot kleine(re) diersoorten en enkel met een laag wildkerend raster te werken die de dieren naar een tweetal faunabuizen (4E en 10C) geleiden. De berm en lenen zich daartoe ook al ligt deze enkel in het noordelijk deel verlaagd t.o.v. het wegdek; in het zuidelijk deel ligt de berm gelijk aan het wegdek.

Voor boombewonende soorten dienen een viertal boombruggen (5H, 5I, 5J en 5K) een veilige passage mogelijk te maken. De plekken zijn dermate gekozen dat ze aansluiten op de belangrijkste bosstructuren van het woonpark.

6.1.4. Zuidelijk deel van de N275 – tussen IJzerstraat en Meutedreef

Tal van woningen met evenveel in- en uitritten en omheiningen sluiten in het tussenliggende deel aan op de N275 en verhinderen een veilige oversteek van dieren. Dit is ook niet echt nodig omdat de verstedelijking hier sterk doorwerkt. Mede daardoor worden dieren niet tot de tuinen aangetrokken. Wel worden meer zuidwaarts van de N275 - t.h.v. de Meutedreef, op de taalgrens - regelmatig dieren waaronder ook Reeën aangereden. Het traject is evenwel te klein voor grootschalige voorzieningen waardoor gekozen wordt voor een kleinschalige beveiliging onder de vorm van een laag wildkerend raster dat aansluit op een tweetal faunatunnels (10D en 10E) en een verkeersremmende voorziening op het kruispunt met de Meutedreef (12B).

Goed aansluitende kroonverbindingen ontbreken vooralsnog waardoor voor boombewonende soorten wordt gekozen voor de bouw van twee boombruggen (5L en 5M) aan beide uiteinden van dit deeltracé: enerzijds aansluitend op een bomenrij van een parktuin en anderzijds op een bomengroep die aansluit op de dreefbomen langs de Meutedreef.

7. Vormgevingsprincipes en technische uitwerking van de geselecteerde maatregelen

De voorwaarden waaraan de voormelde voorzieningen (hoofdstuk 6) moeten voldoen om doeltreffend te werken, worden in dit hoofdstuk meer gedetailleerd besproken. Vijf daarvan zijn technisch verder uitgewerkt waarbij onder meer gekeken is naar vormgeving, maatvoering, materiaalkeuze, werfvoorbereiding, werkmethodiek, inrichting en afwerking. Het betreft:

1. een groot ecoduct (2A) ten noorden van de Bundersdreef;
2. een grote faunatunnel (3A) t.h.v. vallei langs het Kwekerijvoetpad;
3. meerdere kleine faunatunnels en de mogelijke varianten daarop zoals de faunabuis en reptielentunnel (4 en 10);
4. een ecoraster (inplanting langs de gehele tracé en oplossingen voor de uitkomst van recreatieve wegen op de N275) en de randvoorzieningen evenals een overzicht van vergelijkbare systemen om dieren van de weg te houden als alternatief of variant voor het ecoraster;
5. de wegaansluiting t.h.v. het kruispunt Bundersdreef (4F) met bijzonder aandacht voor de aansluiting van de wegtoegangen voor voetgangers, fietsers, ruiters en auto's;

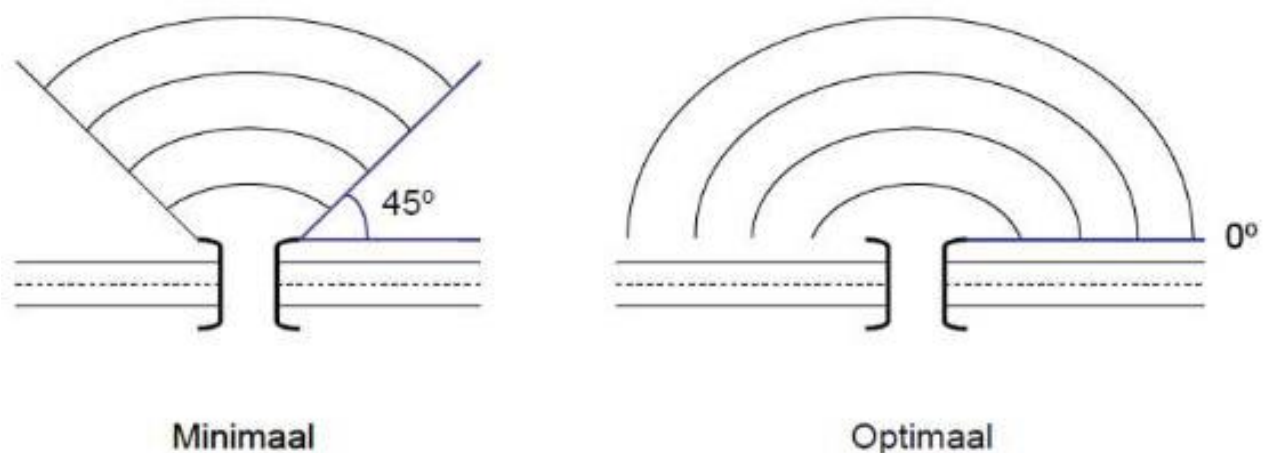
Daarnaast is aan de maatregelen ook een touwboombrug toegevoegd. De uitgewerkte concepten zijn te vinden in deel 2 van dit rapport dat de kaarten, plannen en visualisaties omvat. Voor de omschrijving van de functionele principes is grotendeels gebruik gemaakt van de recent geactualiseerde *'Leidraad Faunavoorzieningen bij Infrastructuur'* van Wansink et al. (2013) waarbij een vertaalslag werd gemaakt naar de situatie in het Zoniënwoud en de situatie rond de N275 in het bijzonder.

7.1. Ecoduct

7.1.1. Vormgevingsprincipes

Een ecoduct is een voorziening die niet alleen verkeersluchtoffers voorkomt maar ook de landschapsverbinding herstelt. Na een ecoviaduct is het de best werkende en meest voordelige ontsnipperingsmaatregel op voorwaarde dat deze deskundig en op de juiste plaats wordt aangelegd. In dit geval wordt gekozen voor een landschapsbrug die met een beperkt verloop maximaal aansluit op het omliggende reliëf. De volgende elementen zijn van belang voor de uitvoering:

1. De voorkeursbreedte voor een ecoduct waarop een habitatcorridor met twee biotooptypen wordt nagestreefd is minimaal 60 m op het smalste deel. De breedte/lengte-verhouding is onder optimale omstandigheden $>0,8$ en minimaal 0,5. Het uitgangspunt is hier bos en open schraal grasland waarbij voor elk biotooptype ongeveer 25 m beschikbaar is en een structuurrijke overgang tussen beide wordt nagestreefd. De resterende 10 m dient voor de afscherming t.o.v. de weg maar wordt ook functioneel ingezet voor het creëren van kunstmatige schuilplaatsen.
2. De totale overspanning van het ecoduct bedraagt ongeveer 23 m.
3. De minimale doorrijhoogte onder het ecoduct bedraagt 5,7 m, rekening houdend met het gebruik van de onderdoorgang door uitzonderlijk vervoer.
4. De oriëntatie sluit maximaal aan op het reliëf.
5. Een zo klein mogelijk toeloophoek - bij voorkeur 0° en maximaal 45° - zodanig dat het grondlichaam van de toelopen 'uitwaaiert' over de volle 180° . In dit geval wordt een toeloophoek beneden de 10° mogelijk geacht (figuur 9).



Figuur 9: Hoe kleiner de toeloophoek naar het ecoduct hoe optimaler de werking. Door een maximale aansluiting van het ecoraster op de kop van het bermtalud kan de toeloophoek tot 10° worden beperkt.

6. Grondwallen aan de randen, van ongeveer 3 m hoog, moeten licht en geluid vanaf de onderliggende infrastructuur afschermen. De wallen hellen naar de binnenzijde langzaam af (flauw talud).
7. De bodem wordt voorzien van een microreliëf en kan dus verschillende dikten hebben.
8. Het ecoduct ligt bij voorkeur op maaiveldniveau. In het geval dat dit niet mogelijk is, wordt een geleidelijke helling voorzien van bij voorkeur 1:20 of vlakker of minimaal 1:10. Omdat het ecoduct in dit geval in een bos gelegen is en het kappen van bomen tot een minimum beperkt moet blijven, is een vrij steil verloop van 1:5 niet te vermijden. Dit wordt ondervangen door aan te sluiten op de bestaande, natuurlijke reliëfstructuur die het bos kenmerkt.
9. De dikte van het gronddek is afgestemd op de groei van enkele (middelhoge) bomen (15 m) en is daarom 1,6 m dik. De bodem bestaat uit gebiedseigen maar bij voorkeur schrale grond (Brusseliaans zand). Enkel voor het creëren van de natte plekken kan gebiedsvreemde grond worden aangewend. Voor het gras- en kruidengedeelte kan een dunnere laag worden voorzien van minimaal 0,6 m.
10. Maximale aansluiting op het aangrenzende bos, waarbij een halfopen bosstructuur zoals die momenteel reeds aanwezig is langsheen de westzijde van de weg, als referentie dient.
11. De inrichting wordt afgestemd op deze van een bosrand, aansluitend op een open plek. De bomen mogen om veiligheidsredenen niet hoger worden dan 15 m.
12. Op het ecoduct wordt een structuurrijke inrichting voorzien bestaande uit (1) een stobbenwal, (2) een in hoogte en breedte variërende randbegroeiing, (3) een boszoom, (4) reptielenbulten, (5) marterschuilplaatsen, (6) hazelwormplaten en (7) vochtige/natte depressie (§ 7.1.2.2.).
13. Langsheen de noordzijde komt een gesloten vegetatie die bestaat uit een geleidelijk oplopende bosrand terwijl aan de zuidzijde een open vegetatiestructuur wordt nagestreefd en onderhouden.
14. Geleidende aansluiting rasters op ecoduct.
15. In een radius van 150 m rondom het ecoduct mogen geen verstoringsbronnen liggen.
16. Aanvullende voorzieningen voor vleermuizen kunnen langzij in het brughoofd worden ingewerkt.

In § 7.1.2.2. wordt verder ingegaan op de belangrijkste individuele inrichtingselementen die de geleiding naar en over het ecoduct moeten verzekeren.

7.1.2. Inrichtingselementen

7.1.2.1. Landschappelijke aansluiting

Voor de inrichting van het ecoduct is gekozen voor een zuidelijk geëxponeerde vegetatieovergang (figuur 10). Vegetatieovergangen vormen - onafhankelijk van de aanwezige plantensoorten - ideale habitats voor reptielen, insecten en spinnen, vooral daar waar open vegetaties afwisselen met iets meer gesloten maar ijle vegetaties.

Om dezelfde reden wordt ook een bosovergang voorzien door de eenzijdige aanleg (aan de noordzijde) van een etagevormige houtige vegetatie die bestaat uit een kruidenzoom, een lage en hoge struiklaag en enkele (middelhoge) bomen (max. 15 m hoog). Om de overgang in stand te houden wordt een hakhoutbeheer met enkele overstaanders gevoerd.

Door te variëren in dikte (tussen 0,6 m en 1,6 m), samenstelling (zandleem tot zand) en reliëf (hellend naar de randen en met afwisseling van kleine ondiepe, langgerekte depressies) van de grondlaag worden kleinschalige variaties in het microklimaat gecreëerd. In combinatie met een veelheid aan kleinschalige, gebiedseigen en grotendeels houtige habitatelementen wordt een grote variatie aan terreinstructuren en -elementen verkregen.



Figuur 10: Voorbeeld van een gevarieerd, kleinschalig open boshabitat dat van een open heischrale vegetatie geleidelijk overgaat in een bosrand.

In de overgangszone naar het ecoduct wordt een halfopen boszone gecreëerd die enigszins vergelijkbaar is met de huidige bostoestand langsheen de westzijde van de N275 t.h.v. de voorgestelde inplantingsplaats. Aan de oostzijde is nu nog een volledig gesloten bosstructuur aanwezig die over een wisselende breedte van 50 tot 100 m moet worden open gekapt door een sterke, gerichte dunning. Een deel van de gekapte en overstaande bomen en boomresten wordt gebruikt voor de inrichting van het ecoduct, met name voor het creëren van de houtige kunstmatige schuilplaatsen en voor het inbrengen van staand en liggend dood hout voor de soortendoelgroep “dood-hout-kevers”. Behalve het geheel of gedeeltelijk kappen van stammen worden ook bomen geringd, omgetrokken en worden kunstmatige stam- en (dikke) takbreuken nagebootst op verschillende hoogteniveaus.

7.1.2.2. Kunstmatige schuilplaatsen

Voor de aantrekking en geleiding van de doelsoorten moeten in of op de voorziening evenals in de directe omgeving ervan de voor deze soorten noodzakelijke en/of geprefereerde habitatelementen worden voorzien. Deze verschillen van soort tot soort zowel in structuur, opbouw als configuratie. Op plaatsen waar de mogelijkheden beperkt zijn, wordt de best mogelijke constructie aangelegd, waarbij de belangrijkste soort voorrang krijgt. De volgende kunstmatige schuilplaatsen worden voorgesteld.

1. *Stobbenwal* voor kleine zoogdieren - vooral knaagdieren en insecteneters - en herpetofauna.
2. *Reptielenbult* voor herpetofauna.
3. *Reptielenplaat* voor hagedissen.
4. *Marterschuilplaats* voor kleine tot middelgrote dieren (Ree uitgezonderd), in het bijzonder herpetofauna, knaagdieren, insecteneters en roofdieren.
5. *Kunstabouw* afhankelijk van de afmetingen bedoeld voor kleine diersoorten in het algemeen of specifiek voor kleine marterachtigen en marters.
6. *Vleermuizenlabirint* voor grot- en gebouwbewonende vleermuizen.

Stobbenwal

Voor de inkleding van het ecoduct wordt de voorkeur gegeven aan een structuurrijke, schrale vegetatie met veel terreinstructurerende en -diversifiërende elementen zoals boomstobben, holle bomen en boomstammen en met voldoende open plekken met een goede zoninval (zuidelijk georiënteerd). Boomstobben verschaffen reptielen een geschikte combinatie van schuil-, zon- en schaduwplaatsen. Vooral in pioniersituaties vormen boomstobben belangrijke structuren voor reptielen. Maar ook wanneer de vegetatie zich in de loop der jaren sluit, behouden boomstobben een grote aantrekkingskracht op reptielen.

Op het ecoduct worden de boomstobben niet als een lijnvormige wal aangebracht, maar als een aaneengesloten ketting van verspreid liggende hopen. Dit vergroot de kans op (semi)permanente vestiging van reptielen op het ecoduct. Het is belangrijk om grote robuuste boomstobben te gebruiken. In de rand van het ecoduct kunnen ook stronken van gekapte bomen geheel of gedeeltelijk los worden getrokken zodat zich hieronder holten vormen. Deze bieden ten opzichte van kleinere boomstobben of takkenhopen duurzamere schuil- en zonplaatsen. Ook bij kunstwerken zoals een grote faunatunnel is het verstandig om van grotere boomstobben gebruik te maken. Aangezien het bij kunstwerken meestal om smalle sterk beschaduwde stroken gaat, is een lijnvormige stobbenwal (figuur 11) vaak de enige optie. In kleinere faunatunnels kan een stobbenwal met kleine boomstobben worden aangelegd.

Stobben, tak-, stam- en andere boomrestanten kunnen ook als individuele elementen op het ecoduct worden uitgelegd en ook aansluiten en/of deel uitmaken van andere schuilplekken.



Figuur 11: Stobbenwal (© Sofito/Arfman).

Reptielenbult

De reptielenbult of -hoop (figuur 12) is een verfijnde uitvoering van een stobbenwal en bestaat uit een houthoop waarover een laag omgekeerde heide- of grasplaggen wordt aangebracht (Vliegenthart & Zollinger, 2012). De bult bevat 2/3 hout (dikke takken, stammen en stronken) en 1/3 heideplaggen, grasplaggen, maaisel of turfblokken. De hoop wordt aangelegd door het vrij stapelen

van plaggen op een losse structuur van hout, maar die kan ook in een vooraf gevulde kooiconstructie worden geplaatst. De reptielenbult ligt vrij in het terrein op een zongeëxposeerde plek en is bij voorkeur minimaal 4 m breed aan de voet en 1,5 m hoog (de hoop zakt naderhand). In een kooiconstructie volstaat een minimale afmeting van 2 m breed en 1 m hoog. Het is de bedoeling dat de bult niet te snel dichtgroeit.



Figuur 12: Reptielenbult in gebruik door levendbarende hagedis (© RAVON & Alterra).

Reptielenplaat

Voortbouwend op de ervaring van *Lenders & Leerschool* (2012) met kunstmatige schuilplekken voor reptielen, kunnen initieel - op zonnige plekken - onbehandelde houtplaten of boomschijven met een afmeting van ongeveer 50 x 100 cm en 3 cm dik over het terrein worden uitgelegd om in eerste instantie Hazelwormen, maar ook Levendbarende hagedissen aan te trekken. De platen kunnen over een ondiepe bodemholte of op dunne stammetjes (1cm) worden gelegd op een zonnige en zandige plek.

Marterschuilplaats

Kleine marterachtigen en marters - maar ook egels - maken vaak gebruik van stobbenwallen omwille van de dekking die ze verschaffen en het voedsel dat er vaak te vinden is. Stobbenwallen zijn daarom ook geschikt als marterschuilplaats.

De marterschuilplaatsen die hier worden vermeld, bestaan evenwel uit een centrale holle (nest)ruimte waarrond materiaal wordt opgestapeld (*Boschi et al., 2014*). Voor de nestruimte kan gebruik worden gemaakt van een nestkast zoals omschreven door *Criel (1990)* (figuur 13) of van een vergelijkbare constructie die wordt opgebouwd d.m.v. een houten kist, houtpalet, hol stamstuk, een met boomstammetjes of houten balken verhoogde boomschijf, steenhoop of vergelijkbaar stapelmateriaal waarmee een ruimte kan worden gecreëerd. Hierover kan een voldoende dikke afdeklaag van takken, houtstammetjes, zoden of leemgrond worden aangebracht.

Om de roofdieren aan te trekken loopt een buisje naar de ingang van de holle ruimte. Het buisje sluit evenwel niet rechtstreeks aan op de ingang om het dier dat de ruimte bezet de kans te bieden langsij te ontsnappen wanneer dat nodig is.

De constructies worden op een droge en beschutte plek in de bosrand aangelegd. Door een losse en zandige onderlaag met twijgen en/of bladmateriaal te voorzien (na inklinking minstens 15 cm dik) wordt niet alleen de drainage verzekerd maar kunnen ook reptielen en amfibieën van de voorziening gebruik maken om te overwinteren.

Meer informatie over kunstmatige schuilplaatsen voor roofdieren is terug te vinden op de website van de *Zoogdierenwerkgroep van Natuurpunt* onder de rubriek [Zorgen > Habitatverbetering > Nestkasten en kunstbouwen > Marterkasten](#).



Figuur 13: Slapende Bunzing in marternestkast (© Groenreporters).

Kunstbouw

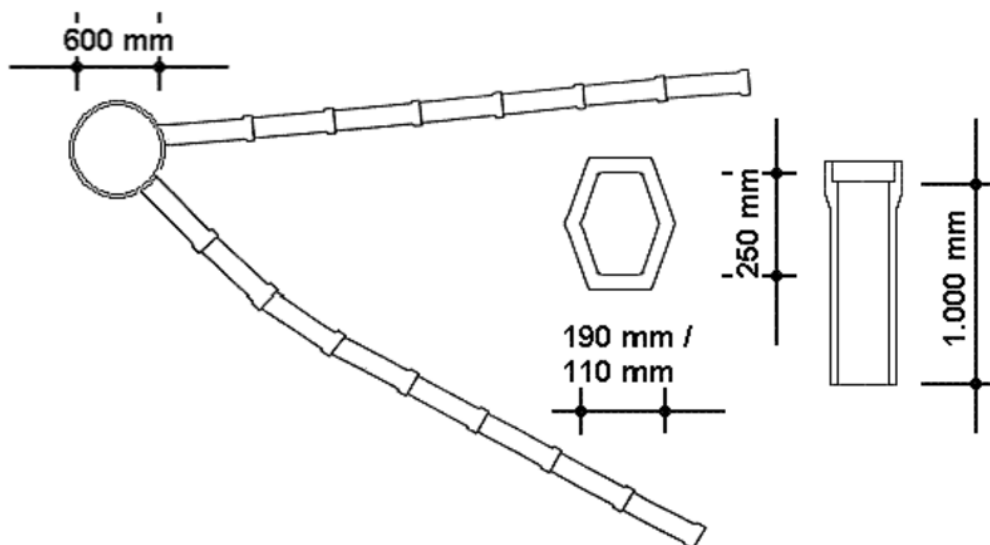
Voormelde schuilplaatsen worden ook in verschillende vormen, afmetingen en diepten in de voet van de schermstructuur langs het ecoduct ingebouwd. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van allerlei (bij voorkeur natuurlijke) materialen. De kunstbouwen variëren in afmetingen en dat geldt evenzeer voor de kamers als de toegangsbuizen van de kunstbouw. Voor de toegangen kunnen standaardbuizen in gres of beton worden gebruikt; voor kleinere buisopeningen komt doorgaans alleen gres in aanmerking. Om tocht te vermijden wordt een bocht in de buis gelegd. Om te voorkomen dat dieren in de kunstburcht gevangen kunnen geraken, worden bij voorkeur twee toegangen voorzien.

De volgende constructies komen voor integratie in de opstaande rand van het ecoduct in aanmerking (afmetingen = B x L x H):

- type 'dassenburcht', bestaande uit 5 grote kamers van wisselend afmetingen (45/75 x 45/75 x 40 cm) en met een ronde buisopening van 30 cm doorsnede;
- type 'vossenburcht', bestaande uit 2 grote kamers (40 x 50 x 30 cm) en met een ruitvormige buisopening van 25 x 19 x 11 cm doorsnede (figuur 14);
- type 'grote marterschuilplaats', bestaande uit 1 à 2 middelgrote kamers (30 x 40 x 25 cm) en met een opening van 10 cm;
- type 'kleine marterschuilplaats', bestaande uit 1 kleinere kamer (wezel - 12 x 12 x 7 cm - toegangsopening 2,5 cm; hermelijn - 20 x 20 x 15 cm - toegangsopening 4 cm; bunzing - 30 x 30 x 25 cm - toegangsopening 8 cm) en met een ronde buisopening van respectievelijk 4/6/9 cm doorsnede.

Voor de aanleg wordt gebruik gemaakt van prefab betonelementen (putten en buizen) die het best aansluiten op de gewenste afmetingen en die doorgaans gebruikt worden voor afwateringssystemen.

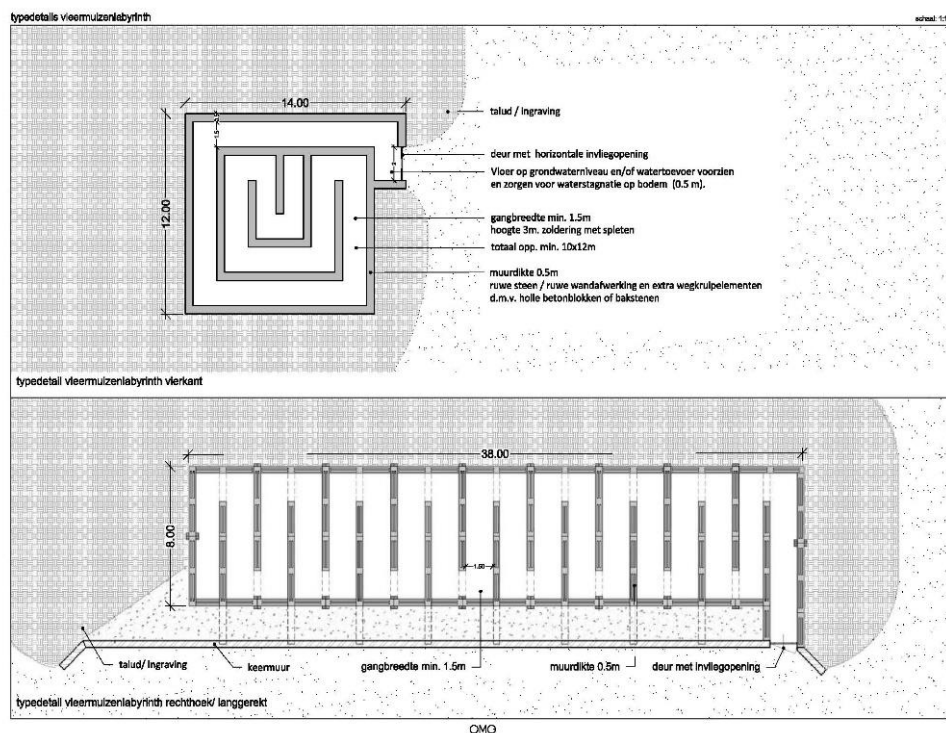
Meer informatie over kunstmatige schuilplaatsen voor roofdieren is terug te vinden op de website van de *Zoogdierenwerkgroep van Natuurpunt* onder de rubriek *Zorgen > Habitatverbetering > Nestkasten en kunstbouwen > Kunstbouwen*.



Figuur 14: Principe kunstbouw voor vos (één kamer).

Vleermuizenlabrynt

Een vleermuizenlabrynt is een grote, kunstmatige, ondergrondse overwinteringsplaats voor vleermuizen die in een talud wordt ingebouwd. Het bestaat uit een tochtvrije toegangsstructuur - meestal een deur waarin bovenaan een invliegopening is uitgespaard - die ofwel aansluit op een gedraaid gangsysteem dat op een centraal punt uitloopt, waardoor verschillende gangen naast elkaar komen te liggen en verschillende temperatuurniveaus ontstaan (figuur 15 - onder) ofwel uit een langgerekt en gecompartmenteerd keldersysteem waarbij geschrante muren en slingerende kamergang vormen (figuur 15 - boven). Het constructieprincipe werd op advies van *Ben Van der Wijden* (2002 en 2014) door *Infrabel* toegepast bij de verbreding van de spoorlijn S161 in het Zoniënwoud en wordt ook in dit project in een gewijzigde vorm in het ecoduct en/of de grote faunatunnel geïntegreerd. De wanden en de plafonds hebben een ruwe structuur zodat vleermuizen zich hieraan kunnen vasthechten. Door aanvullend op verschillende hoogten tegen de muren en aan het plafond holle bakstenen te hangen worden ook weggroipmogelijkheden voorzien.



Figuur 15: Principeschets van een langgerekt (boven) en een vierkantig vleermuizenlabrynt (onder).

Om voor de nodige vochtigheid te zorgen wordt het neerslagwater dat van de weg afstroomt doorheen de constructie geleid. Daar stagneert het tot op een bepaald hoogteniveau (50 cm), waarna het overtollige water wordt afgevoerd zonder dat het de ruimte volledig vult. Bij de bouw van een grote faunatunnel zou evenwijdig aan de tunnel dergelijke constructie kunnen worden gebouwd. Ook wanneer de tunnel niet wordt aangelegd, blijft de mogelijkheid hiertoe behouden, zij het los van een tunnelconstructie. In het geval van het ecoduct komt de tunnel onder het brughoofd, langs zij van de weg te liggen.

Bij de bouw van de constructie moet bijzondere aandacht worden gegeven aan een goede luchtcirculatie en een vrij constante temperatuur ('s zomers tussen 5 en 15° en 's winters tussen 2 en 10°) en vochtigheidsgraad (tussen 80 en 100%). Om verschillende klimaatzones te creëren en een goede waterdoorstroming te bekomen, wordt de voorziening in een lichte helling aangelegd. De voorziening wordt ook thermisch losgekoppeld van de brug d.m.v. een isolatielaag en afgedekt met

een dikke grondlaag (> 1 m). Een luchtkanaal zorgt mee voor de luchtcirculatie maar voorkomt ook tocht.

7.1.2.3. Natte depressie

Poelvormige natte plekken op en nabij het ecoduct, de grote faunatunnel en de noordelijke ecoduiker (1A) en faunabuis (1B) moeten waterminnende dieren zoals amfibieën naar de constructie geleiden maar trekken ook dieren aan die de poelen als drenkplek gebruiken. Dergelijke natte depressie is te aanzien als een ongeveer 0,5m diepe klei- of leemlaagte waarin neerslagwater kan stagneren (figuur 16). De oevers hebben een helling tussen 1:5 en 1:10. Ze worden in elanders verlengde aan de voet van de constructie en/of in het verlengde van een bestaande poel of vijver aangelegd. In het geval van het ecoduct kan ook centraal op de brug een dergelijke poel worden voorzien. Op de natte depressie sluiten houtige geleidingselementen zoals stobbenwanden, reptielenbulten en marterschuilplaatsen aan waarvan ook amfibieën gebruik maken zonder dat deze specifiek voor hen zijn aangelegd.



Figuur 16: Natte depressie t.h.v. ecoduct over de spoorweg S161 in het Zoniënwood.

7.1.3. Technische uitvoering

Het ecoduct (figuur 17) bestaat uit voorgespannen geprefabriceerde betonnen liggers die in één overspanning van landhoofd naar landhoofd dragen. Op deze ligger wordt een betonplaat van 25 cm dik gestort. Deze betonplaat wordt uitgevoerd met predallen (= breedvloerplaten), zodat er geen (of toch zo weinig mogelijk) bekistingen moeten worden geplaatst. De predallen worden dik genoeg gegoten en van voldoende bewapening voorzien, zodat ze zelfdragend zijn en er niet geschoord moet worden voor het betonstorten. Op deze betonplaat van 25 cm dik wordt een waterdichting voorzien met daarop een betonplaat van 10 cm dik met polypropyleenwapening als bescherming voor de waterdichting. De voorgespannen liggers worden door middel van blokopleggingen op de landhoofden gelegd, die op gefundeerde palen liggen.

Gezien de weg in helling loopt, werd ervoor gekozen het ecoduct per twee liggers te laten verspringen in hoogte. Zo kan er vlak gestort worden, maar volgt het ecoduct toch de helling van de weg. Om het betonverbruik in de fundering te beperken, verspringt ook het aanzetpeil van de landhoofden.

Voor het bepalen van de overspanning van het ecoduct werd, rekening houdend met het bestaande terrein, gezocht naar een evenwichtige verhouding tussen overspanningslengte en hoogte van het landhoofd.



Figuur 17: Impressie van het toekomstig ecoduct.

Voor het realiseren van de bermen aan de zijkanten van het ecoduct werd gekozen om trapvormige prefab-elementen te voorzien, waarop opnieuw geprefabriceerde plaatjes worden geplaatst. Daar bovenop wordt er aangevuld met grond.

Het ecoduct wordt hellend aangelegd, dwars op de weg, zodat het regenwater wordt afgevoerd naar een vleermuistunnel (zie ook § 7.1.2.2.) die onder het ecoduct en evenwijdig met de weg wordt gebouwd. De afwatering dient in de tunnel een vochtige omgeving te creëren. De constructie wordt voorzien van twee ingangen: één op het hoogste punt en één op het laagste punt. Er werd gekozen om de tunnel in zes delen te laten verspringen in hoogte. Het niveauverschil tussen elke deel bedraagt 40 cm. Ter hoogte van elke verspringing wordt er een opstand van 30 cm voorzien zodat het water hierin blijft staan. Het teveel aan water stroomt over deze opstand en loopt door naar het lager gelegen gedeelte, totdat het uiteindelijk langs de laagstgelegen ingang gespreid terug naar buiten loopt. In het hoogst gelegen deel wordt ook een opening van 100 x 100 cm in het dak van de tunnel voorzien voor de luchtcirculatie. In de constructie kunnen ook halve, geschrante tussenmuurtjes worden aangebracht om bijkomende klimaatzones te creëren. Tussen landhoofd en vleermuistunnel wordt een isolatie voorzien die vorst in de constructie moet voorkomen. Om dezelfde reden wordt bovenop de tunnel minstens 1 m grond aangebracht.

7.1.4. Kostenraming

De kostenraming wordt opgesplitst in de kostprijs voor structurele maatregelen en de kostprijs voor andere maatregelen. In de volgende fasen moeten de technische tekeningen verder worden verfijnd na het uitvoeren van grondboringen/diepsonderingen (CPT /CPTU) om de stabiliteit van de grond te bepalen. Bij de kostprijs zijn de werkuren inbegrepen.

raming structurele maatregelen					
uitvoeringstermijn : 125 werkdagen waarvan drie weekends met afgesloten weg					
ONDERDEEL		BEKIST M2	BETON M3	STAAL KG	
brugdek		1346,1	336,5	26921	133 260 €
prefabwanden		899,1	68,0	5444	75 047 €
dakplaat vleermuistunnel		84,5	25,3	2027	9 308 €
funderingsplaat vleermuistunnel		6,8	29,7	2380	7 702 €
opstort ter bescherming waterdichting		0,0	134,6	0	18 172 €
Fundering landhoofd		325,3	614,7	49179	171 143 €
staande vlakken landhoofd		884,1	439,6	28577	156 168 €
wanden vleermuistunnel		328,6	49,3	3943	33 384 €
SUBTOTAAL		3874,5	1697,9	118471	604 185 €
Voorgespannen brugliggers: I 1600/840:		40 st.		€ 10 350,00	414 000 €
blokoplegging		80 st.		€ 300,00	24 000 €
palen 180 ton	inclusief 2x installatiekost	80 st.		€ 1 850,00	148 000 €
	afkappen	80 st.		€ 150,00	12 000 €
prefab randstuk		41,5 m3		€ 4 000,00	166 000 €
tijdelijke maatregelen/signalisatie				30000	
Vorbereiding terrein : afgraving		2730 m3		€ 6,00	16 380 €
	koffer	336 m3		€ 20,00	6 720 €
Herstellen wegenis					219 630 €
					1 391 285 €

7.1.4.1 Structurele maatregelen

Onder de structurele maatregelen wordt alles begrepen dat onmiddellijk verband houdt met het ecoduct als constructie. De uitvoeringstermijn wordt geraamd op 125 werkdagen waarvan gedurende drie weekends de weg wordt afgesloten. De totale kost van de infrastructurale maatregelen is geraamd op 1.391.285 euro (excl. BTW). Tijdens deze weekends worden de voorgespannen brugliggers geplaatst en alles opgestort.

De eenheidsprijzen gebruikt in de tabel hierboven zijn:

- voor bekisting:
 - brugdek: 43 euro / m²
 - prefab: 65 euro / m²
- beton:
 - brugdek: 120 euro / m³
 - prefab: 140 euro / m³
 - opstort: 135 euro / m³
- staal: 1,3 euro /kg

7.1.4.2 Andere maatregelen

De andere maatregelen hebben grotendeels betrekking op de afwerking van het ecoduct en de inpassing en aansluiting op het omliggende bos. Een substantieel grondpakket (7.125 m³) moet worden aangevoerd om het ecoduct reliëfmatig aan te sluiten op het bos. Daarbij wordt rekening

gehouden met een maximaal hellingspercentage van 1:5. Op het ecoduct komt eveneens een grondpakket van minimaal 60 cm en maximaal 160 cm, goed voor een totaal van 1.188 m³.

Tabel 10: Detail van de te kappen bomen(hoofdzakelijk Beuk). De afmetingen geven de stamdiameter weer, gemeten op 1m hoogte.

stamdiameter (cm)	loofbomen (n)		naaldbomen (n)	
	<i>oostkant</i>	<i>westkant</i>	<i>oostkant</i>	<i>westkant</i>
15-30	17	2	2	0
30-50	28	1	1	0
50-70	16	2	0	0
70-100	2	0	1	0
100-120	1	0	0	3
> 120	0	0	0	0
<i>totaal</i>	64	5	4	3

Het ophogen met grond aan beide kanten van het ecoduct betekent ook dat het noodzakelijk is om zesenzeventig bomen te kappen. Dit is ook nodig om een zekere openheid in het bos te creëren. De meeste bomen (68 stuks) worden gekapt aan de oostelijke kant van de weg (tabel 10).

Voor het inrichten en aanplanten van zowel ecoduct als aanloopzone voorzien we een basisbedrag van 10 euro per m². Als laatste post “vaste kosten tijdens bouw” voorzien we een aantal tijdelijke maatregelen die betrekking hebben op signalisatie en onvoorziene omstandigheden/kosten. De totale kost van de andere maatregelen wordt geraamd op 629.260 euro (excl. BTW).

raming andere maatregelen						
ONDERDEEL		AANTAL	PRIJS	TOTAAL		
kappen en rooien van bomen (stuks)		70	150	10500		
aanvullen grond ecoduct		1188	10	11880		
waterdichting + drainage		1500	40	60000		
aanvoeren van grond (aanvullen omgeving)		7125	10	71250		
aanplanten ecoduct		1100	5	5500		
inrichting ecoduct		1100	5	5500		
aanplanten aanloopzone		2500	5	12500		
inrichting aanloopzone		2500	5	12500		
Herstelling wegnis				219630		
vaste kosten tijdens bouw				220000		
SUBTOTAAL						629260

De totale kostprijs van het ecoduct - dit is de som van structurele en andere maatregelen - wordt geraamd op 2.020.545 euro (excl. BTW).

7.2. Grote faunatunnel

7.2.1. Vormgevingsprincipes

Een grote faunatunnel (figuur 18) dient in eerste instantie dieren die zich op zicht oriënteren veilig onder de weg door te leiden. De efficiënte werking hangt daarom nauw samen met de dimensies,

meer bepaald in de verhouding tussen hoogte, breedte en diepte. De verhouding breedte x hoogte/lengte moet tenminste 1 en bij voorkeur 1,5 zijn om voor middelgrote soorten zoals Ree efficiënt te werken. Dat maakt dat in de tunnel genoeg licht valt, voldoende doorloopruimte is en het landschap aan de overzijde van de tunnel voor de dieren zichtbaar is. De omgeving van de tunnel mag niet worden verstoord en het wegverkeer wordt door een hoge struik- en boombeplanting afgeschermd. De bermbeplanting dient tevens de dieren naar de tunnel te geleiden.

7.2.2. Inrichtingselementen

7.2.2.1. Landschappelijke aansluiting

Net als een ecoduct hoort ook een grote faunatunnel landschappelijk aan te sluiten op de omgeving. In dit geval is de reliëfstructuur bepalend en sluit de tunnel aan op een vochtige en diepe langgerekte vallei die zich langs weerszijden van de weg uitstrekt, maar het meest uitgesproken is langsheen de westkant. De vallei zorgt voor de geleiding naar de faunatunnel waarvan de toegang versmelt met de verhoogde berm die aansluit op de hellingrand.

Omdat de tunnel in bosreservaat ligt, wordt een natuurlijke (beek)bosontwikkeling in het vooruitzicht gesteld. Niettemin moet bij de afwerking rekening worden gehouden met een visuele afscherming van de weg t.o.v. de vallei en de landschappelijke integratie van het talud in het bosgeheel. Dat kan door een aan de terreinomstandigheden aangepaste struikenbeplanting waarin de inmenging van klimplanten zoals Wilde kamperfoelie en Bosrank, maar mogelijk ook Klimop, wordt voorzien om de betonstructuur te laten begroeien (§ 7.4.2.4.).



Figuur 18: Impressie van de toekomstige grote faunatunnel.

7.2.2.2. Kunstmatige schuilplaatsen

De bouw van een grote faunatunnel biedt de mogelijkheid tot de constructie van een langgerekt vleermuizenlabyrint (zie § 7.1.2.2.) dat langszij aansluit op de tunnel. Het is evenwel (nog) onduidelijk of de bodemsituatie en de stabiliteit van het talud de mogelijkheid hiertoe biedt, gezien een degelijke constructie al gauw een grote oppervlakte beslaat en langszij de tunnelwand moet worden voorzien. De voorziening is daarom niet in de verdere planning meegenomen maar werd wel in de visualisatie verwerkt.

7.2.3. Technische uitvoering

Om de verkeersdoorstroming mogelijk te maken tijdens de werken, zal er bij de bouw van de grote faunatunnel in fases moeten worden gewerkt.

In een 1^{ste} fase wordt één rijstrook van de weg afsloten, zodat de weg daar kan worden uitgebroken en uitgegraven tot op 50 cm onder het niveau van de onderzijde van de plaat van de tunnel. Vervolgens wordt er een secanspalenwand geplaatst. Op de secanspalenwand wordt een verdeelbalk gestort die voorzien wordt van een console voor de opleg van de vlotplaat. Vervolgens wordt er al deels afgegraven tussen de 2 secanspalenwanden, zodat de grondankers kunnen worden geplaatst. Na het storten van de verdeelbalk en het plaatsen van de grondankers kan de dakplaat van de tunnel geplaatst worden. Deze bestaat uit voorspannen welfsels van 40 cm dik, met een druklaag van 10 cm. Na het plaatsen van de welfsels en het storten van de druklaag, kan de weg boven dit tunneldeel al opnieuw worden aangelegd, zodat vervolgens de andere rijstrook kan worden afgesloten. Hier wordt op dezelfde manier het 2^{de} deel van de tunnel gemaakt.

Eenmaal de tunnelconstructie klaar is, kan er verder worden afgegraven tot op het gewenste niveau.

Voor de opbouw van de weg werd een totale hoogte van 80 cm voorzien. Voor de aanleg van de nieuwe gasleiding wordt ervan uitgegaan dat deze in een beschermende betonnen kuip kan worden geplaatst. De gasleiding zelf heeft een diameter van 50 cm en er werd nu uitgegaan van een betonnen kuip met een wanddikte van 15 cm met rondom de gasleiding nog 10 cm speelruimte. Zo krijgt de kuip een totale hoogte van 100 cm (= 15+10+50+10+15). Samen met de wegoopbouw krijgen we dus een pakket van 180 cm bovenop de dakplaat van de tunnel. Hier wordt nog eens 20 cm speelruimte genomen, zodat de bovenzijde van de dakplaat van de tunnel voorzien is op 200 cm onder het huidige niveau van de weg.

De uitvoeringstermijn en de kostprijs worden allebei nadelig beïnvloedt door het feit dat de weg tijdens de bouwwerken in gebruik moet blijven, waardoor in twee fasen moet worden gewerkt.

7.2.4. Kostenraming

De kostenraming wordt opgesplitst in de kostprijs voor structurele maatregelen en de kostprijs voor andere maatregelen. In de kostprijs zijn de werkuren begrepen.

7.2.4.1 Structurele maatregelen

Onder structurele maatregelen wordt alles begrepen dat onmiddellijk verband houdt met de grote faunatunnel als constructie. Twee fasen worden voorzien tijdens de bouw: eerst wordt de westelijke rijstrook opgebroken en de tunnel geconstrueerd. Het verkeer moet tijdelijk over één rijstrook. In een tweede fase wordt de oostelijke rijstrook opgebroken en de tunnel afgewerkt. De totale uitvoeringstermijn wordt geraamd op 200 werkdagen waarbij gedurende twee weekends de weg wordt afgesloten.

De eenheidsprijzen gebruikt in de tabel hieronder zijn:

- voor bekisting:
 - brugdek: 43 euro / m²
 - prefab: 65 euro / m²
- beton:
 - brugdek: 120 euro / m³
 - prefab: 140 euro / m³
 - opstort: 135 euro / m³
- staal: 1,3 euro / kg

raming structurele maatregelen					
uitvoeringstermijn voor het uitvoeren in twee fasen : eerst linkerdeel van de					
weg en dan rechterdeel van de weg					
200 werkdagen waarvan 2 weekends met afgesloten weg					
ONDERDEEL	BEKIST M2	BETON M3	STAAL KG		
vlotplaten	112,8	28,2	2255		7 443 €
randbalken	37,4	3,4	493		3 176 €
verdeelbalk op palenwand	24,0	17,0	2463		6 902 €
opstort welfsels	0,0	14,7	885		3 173 €
TOTAAL	174,2	63,3	6096		20 693 €
Welfsels(40)	140,4 m ²		€ 135,00		18 954 €
secanpalenwand met grondankers	45,8 m		€ 2 500,00		114 500 €
	7 m		€ 2 500,00		17 500 €
grondwerk voor secanspalen	160 m ²		€ 100,00		16 000 €
grondwerk voor secanspalen	450 m ³		€ 18,00		8 100 €
uitgraven tunnel	750 m ³		€ 18,00		13 500 €
afbraak secanspalenwand midden	50 m ²		€ 300,00		15 000 €
					224 247 €

7.2.4.2 Andere maatregelen

De andere maatregelen hebben grotendeels betrekking op de afwerking van de grote faunatunnel en de inpassing ervan in het omliggend bos. Op het wegniveau worden de randen afgewerkt met betonnen architectonische schermen die het strooilicht van de voertuigen voldoende afschermt. Als laatste post “vaste kosten tijdens bouw” voorzien we een aantal onvoorziene kosten eigen aan elke bouwwerf. Ook zijn er enkele tijdelijke maatregelen meegenomen in de raming die betrekking hebben op de signalisatie.

raming andere maatregelen					
ONDERDEEL	AANTAL	PRIJS	TOTAAL		
kappen en rooien van bomen (stuks)	25	150	3750		
waterdichting + drainage	136	50	6800		
afvoeren van grond (aansluiten omgeving)	320	12	3840		
			0		
opbreken en wederopbouw wegzate	250	250	62500		
bouw randafwerking schermen	80	150	12000		
aanplanten aanloopzone	210	5	1050		
inrichting aanloopzone	210	5	1050		
tijdelijke maatregelen/signalisatie			100000		
Vaste kosten tijdens bouw			50000		
SUBTOTAAL					240990

De totale kostprijs van de grote faunatunnel - dit is de som van structurele en andere maatregelen - wordt geraamd op 465.237 euro (excl. BTW).

7.3. Kleine faunatunnel

7.3.1. Vormgevingsprincipes

Kleine faunatunnels bestaan in verschillende maten en vormen en dienen vooral dieren die zich minder of niet op zicht oriënteren onder de weg door te leiden. In dit geval worden twee concepten naar voor geschoven: de faunabuis (§ 7.3.1.1.) en de reptielentunnel of herpetoduct (§ 7.3.1.2.). Het verschil tussen beide zit in de vormgeving.



Figuur 19: Impressie van een faunabuis aansluitend op een wildkerend combinatieraster.

Beide worden op een droge plek onder de weg gelegd. De buis wordt in een lichte helling (minimaal 1,5%) aangelegd om waterafvoer te verzekeren voor het geval dit probleem zich stelt. Om waterinstroming te voorkomen ligt de tunnel en vooral de toegang iets hoger (10-15° of 1:4) t.o.v. de omgeving en wordt zowel in als aansluitend op de faunatunnel een poreus bodemsubstraat voorzien dat voor drainage zorgt en waterstagnatie voorkomt. Indien de tunnel in een verlaging ligt moet een inspectieput worden voorzien.

7.3.1.1. Faunabuis

Een faunabuis (figuur 19) bestaat uit een ronde of (bij voorkeur) rechthoekige/vierkantige betonnen buis. Hoekige duikers zorgen voor een betere geleiding en hebben in verhouding een bredere loopstrook. Ze zijn evenwel moeilijker onder een bestaande weg door te persen en ook duurder bij de aanleg. Rechthoekige duikers moeten in open sleuf worden aangelegd.

De Das wordt als richtsoort naar voorgeschoven waardoor de basisafmetingen voor een rechthoekige tunnel (breedte/hogte) 0,4 x 0,4 m tot 0,5 x 0,5 m bedraagt of in het geval van een ronde tunnel een diameter (= doorloopruimte) van 0,4 tot 0,6 m heeft. De doorsnede verhoogt naarmate de tunnel langer (> 10 m) wordt. Dit heeft te maken met het microklimaat in de tunnel en voor sommige diersoorten met de lichtinval in de tunnel. Voor Dassen (en veel andere roofdiersoorten) is de lichtinval van minder belang en de dieren houden ervan de tunnelwanden te voelen en op een natuurlijke ondergrond te lopen. Voor herpetofauna zijn donkere tunnels echter minder geschikt.

7.3.1.2. Reptielentunnel

Voor de geleiding van reptielen onder de weg blijft de keuze beperkt tot een vlakke, rechthoekige gesloten tunnel. Deze is minimaal 40 cm hoog en minimaal 100 cm breed. De maatvoering is gebaseerd op lichtinval en microklimaat in de tunnel, die voor amfibieën en reptielen een belangrijke rol speelt. Indien de lengte (= breedte van de weg) die moet worden overbrugd minder is dan 10 m blijft in de zomer het microklimaat in de tunnel bij deze maatvoering gelijk aan de omgeving. Is de te overbruggen afstand groter, dan kan het in de tunnel te koel worden en is het wenselijk halverwege luchtvensters aan te brengen. Dit is hier niet het geval. De tunnel wordt gemaakt van vaste prefab-elementen die naadloos met elkaar worden verbonden. Op de bodem wordt een zandlaag van ongeveer 5 cm aangebracht waarover een dunne laag bladmateriaal wordt uitgespreid als dekking. Een reptielentunnel wordt enkel t.h.v. de Bundersdreef voorzien.

7.3.2. Inrichtingselementen

7.3.2.1. Landschappelijke aansluiting

Ook voor de aanleg van kleine faunatunnels wordt waar mogelijk op lokaal aanwezige geleidingselementen ingespeeld. Afhankelijk van de beoogde soorten zijn aanvullende habitatvoorzieningen noodzakelijk zoals poelen en natte depressies voor amfibieën en warme, zonnige plekken voor reptielen.

7.3.3. Technische uitvoering

De technische uitvoering van de kleine faunatunnel is sterk afhankelijk van de ligging van de wegzate - dit is de wegverharding met ruimte voor de aanleg van nutsleidingen, voetpaden, grachten, enz. - en de keuze van het tunneltype. Het onder de weg door persen kan enkel indien gebruik wordt gemaakt van een ronde metalen tunnel. Een voldoende grote “duwplaat” moet gegoten worden om de constructie door te duwen. Hierbij dient de weg niet onderbroken te worden, de impact op het bos dient wel in rekening te worden gebracht (o.a. grondverzet en bemaling).

Indien voor een betonnen tunnel wordt gekozen zal de weg tijdelijk onderbroken moeten worden.

7.3.4. Kostenraming

Meerdere bronnen (o.a. mond. med. *Edward van Veen - Arfman; van Schijndel et al., 2010*) geven aan dat de prijs van een kleine faunatunnel ligt tussen 65.000 en 75.000 euro. Als richtprijs wordt 2.500 euro per lopende meter als realistisch beschouwd voor een profiel waarbij de weg in ophoging ligt en een voldoende hoog grondpakket aanwezig is. Indien er onvoldoende grondpakket aanwezig is of de weg en het omringende maaiveld op hetzelfde niveau liggen, dan is een meerprijs per lopende meter te rekenen van 1.500 euro (totaal 4.000 euro per lopende meter). De redenen daarvoor zijn dat er, naast de grondwerken, meer materiaal nodig is (inspectieputten, schuine uitlopers) en de werkzaamheden complexer zijn. Zo is het bijvoorbeeld essentieel dat de verschillende buizen waterdicht aan elkaar worden gelast om insijpeling van grondwater uit te sluiten.

Het profiel van de N275 is 12 meter. Het is aan te raden om met de uiteinden een aantal meters weg van de rijbaan - achter en aansluitend op het wildkerend raster - uit te komen. Afhankelijk van de lokale situatie en de materiaalkeuze voor de buis (beton of staal) moeten voorbereidende werken worden uitgevoerd (stootplaat gieten, bomen rooien, opbreken en nadien terug aanleggen wegdek, signalisatie, ed.). De raming daarvan ligt tussen de 25.000-50.000 euro.

7.4. Wildkerende en –geleidende voorzieningen

7.4.1. Vormgevingsprincipes

Om te voorkomen dat dieren alsnog op de weg terechtkomen, worden langs de beide wegzijden wildkerende voorzieningen aangebracht. Door de regel wordt hiervoor een geleidend raster

gebruikt, maar in het kader van deze studie werden ook andere methoden bekeken, omdat de terreinomstandigheden niet overal gelijk zijn. In bepaalde gevallen ligt de weg verdiept, in ophoging of gelijk aan het maaiveld en soms vormt de berm een steile dan wel een licht hellende wand.

Daar tegenover staat dat de voorzieningen, op plaatsen waar ze eindigen of aansluiten op openingen en andere infrastructuur, extra beveiliging vereisen om te voorkomen dat “lekken” ontstaan. Wanneer alsnog dieren op de weg terechtkomen moet hen de mogelijkheid geboden worden om langs een terugkeervoorziening opnieuw over of onder een wildkerend raster te kruipen of te springen.

Om dieren van de weg te houden wordt meestal gebruik gemaakt van een draadraster. De mogelijkheid is bekeken of nog andere technieken bestaan om dieren van de weg te houden.

7.4.2. Inrichtingselementen

7.4.2.1. Geleidende raster

Om te de doelsoorten te geleiden naar de faunapassages is het noodzakelijk de weg volledig uit te rasteren aan beide zijden. Hiervoor dient een combinatieraster (figuur 19 en 20) geplaatst te worden met een hoogte van 1,8 meter voor grote(re) en 1 m voor kleine(re) en middelgrote zoogdiersoorten. De hoogte van het raster kan variëren naargelang de plaats op de berm en de positie houdt ook rekening met het aangrenzende landschap.

Voor de maatvoering van de verschillende rasterdelen gelden Ree, Bunzing en Hazelworm als richtsoorten. Het laag raster moet fijnmazig zijn (liggend maas van 25,4 mm verticaal en 50,8 mm horizontaal) om te voorkomen dat de dieren er doorheen kruipen. Dat geldt evenzeer voor de onderste meter van het hoog raster; daarboven mag een grofmazig raster (maximaal 200 mm) worden toegepast. De draden zijn minstens 1,9 mm dik (zink-alucoating). Het raster moet langs de boszijde van de palen worden bevestigd om te voorkomen dat dieren de palen gebruiken om over het raster te klimmen.

Om te beletten dat dieren onder het raster door graven wordt het 0,2 m diep en 0,3 m haaks (hoek van 90°) naar de boszijde toe ingegraven. Goed klimmende diersoorten zoals marters kunnen enkel worden tegengehouden door aan de bovenzijde van het raster in een hoek van 60° naar de boszijde toe een 20 cm brede overstekende rand te voorzien.

Daarnaast is het noodzakelijk om ter hoogte van een reptielentunnel en een faunabuis waarvan ook amfibieën (kunnen) gebruikmaken over een strook van respectievelijk 100 m (voorzieningen 1A en 7) en 300 m (voorziening 4F) wederzijds een kunststoffen (HDPE of polyesterbeton) of op kwetsbare (aanrijdingsgevoelige) plekken een gegalvaniseerd metaalscherm aan te brengen. Volgende elementen zijn doorslaggevend (Struijk, 2010):

1. een hoogte van 40 cm;
2. schuin (30°) naar de boszijde laten hellen ofwel voorzien van een overstekende rand aan de bovenkant;
3. 15 cm diep ingraven ofwel voorzien van een aaneensluitend en in het raster doorlopend loopvlak;
4. de plaatsing van een keerwand aan de uiteinden.

Onder meer het type *Amphibienguard* van de firma *Volkmann-Rosbach* en *LEP 100* van *ACO* voldoen aan deze standaard.

Een hoog raster wordt langsheen het gehele noordelijke traject van de N275 voorzien met uitzondering van de strook die grenst aan de noordelijke beekvallei (kaart 10c). Langsheen het

zuidelijk traject worden alleen langsheen de twee wegstroken waarop regelmatig verkeerslachtoffers vallen lage rasters voorzien. Ze vormen hier geen aaneensluitend geheel.

De rasters sluiten naadloos en rechtstreeks aan op de oversteekvoorziening. Vooral rondom de ronde faunabuizen kunnen lekken optreden die worden voorkomen door errond een kopmuurtje te metselen of een vergelijkbare wandconstructie te voorzien. Aan de uiteinden van het raster wordt een keerwand voorzien of het raster een eind van de weg afgeleid.

Als het raster trechtervormig aansluit op de faunapassage geleid dit de dieren gemakkelijker naar de onderdoorgang.



Figuur 20: Combinatieraster voor kleine en middelgrote zoogdieren en herpetofauna (© Arfman).

7.4.2.2. Alternatieve wildkeringen

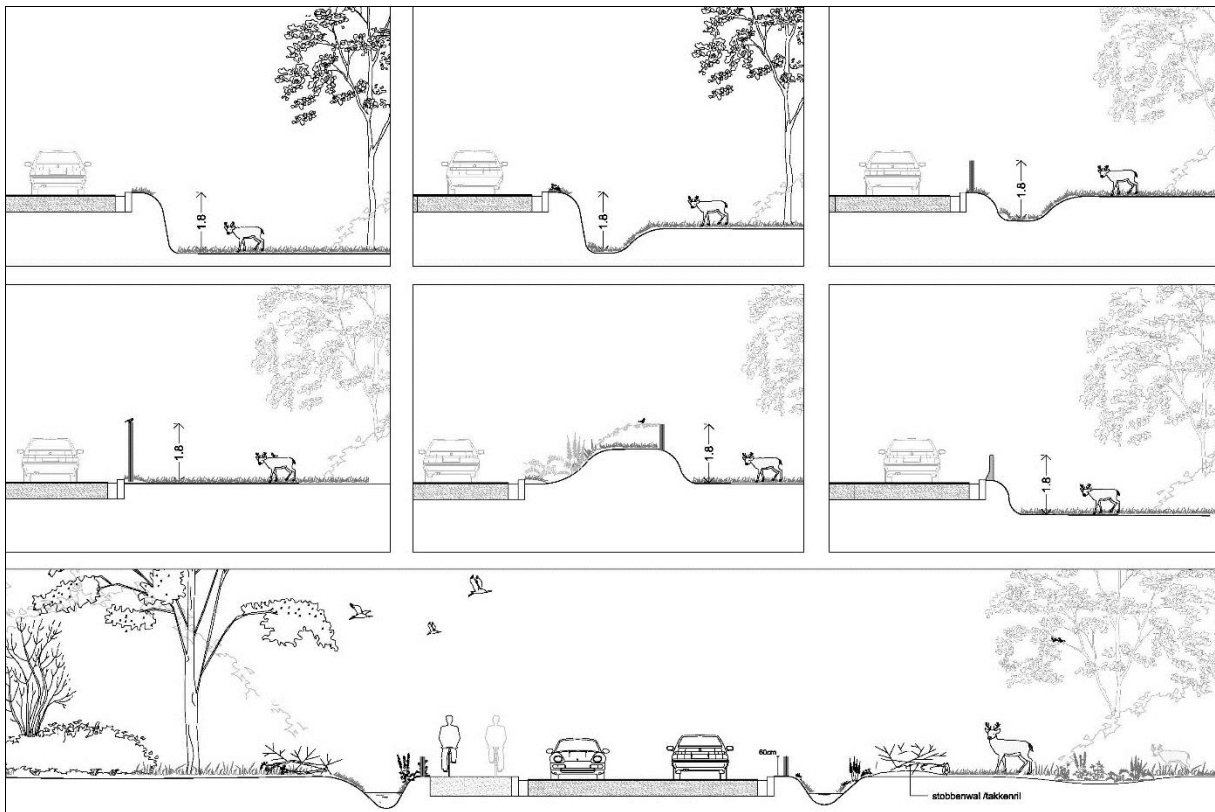
In aansluiting op de wildkerende rasters is gekeken of er volwaardige en duurzame alternatieven bestaan om dieren van de weg te houden. Daaruit zijn de navolgende methoden naar voor gekomen (figuur 21). Geen van deze methoden voldoet evenwel in zijn geheel als mogelijk alternatief. Ze zijn wel inzetbaar in combinatie met een ecoraster of een andere methode, vooral op plaatsen waar een wildkerend raster moeilijk te plaatsen is of om een andere reden ongewenst is.

Keerwanden

Een keerwand is een harde constructie uit beton, kunststof, metaal of hout die, zoals een muur, dieren verhindert om op de weg te komen. Dergelijke constructie heeft het voordeel dat het door de meeste dieren niet kan worden overklommen, maar als nadeel een sluitende barrière te vormen voor quasi alle niet vliegende levende wezens (dus ook voor veel invertebraten). Zonder een landschappelijke inkleding, die ongewenst is in het geval van een wildkering, zorgt het ook voor visuele hinder. De methode is in natuur- en bosgebied enkel toepasbaar wanneer deze landschappelijk integreerbaar is (bv. in een steil aflopende berm) en/of aansluit op andere wandinfrastructuren zoals een geluidswal of een stootband.

Grachten

Voldoende diepe en/of brede, bij voorkeur waterhoudende, grachten hinderen dieren bij het beklimmen van een wegberm, vooral op plaatsen waar aanvullende hindernissen of steile reliëfstructuren aanwezig zijn. Belangrijk is dat de gracht langsheen de wegzijde een steile oever krijgt, voldoende breed is om het overspringen (o.a. door hoefdieren) te verhinderen en voldoende diep om het doorwaden te bemoeilijken. De afmetingen zijn afhankelijk van de beoogde diersoorten. Voor Ree moet rekening worden gehouden met een sprongafstand tot 6 m; voor kleinere diersoorten bedraagt deze ook al gauw 3 m (Konijn) tot 4 m (Eekhoorn).



Figuur 21: Alternatieve wildkeringen.

Hindernissen

Door het opwerpen van een hindernis probeert men de beweeglijkheid van een soort te beperken. De werking van een hindernis verschilt van soort tot soort maar kan ook averechts werken voor soorten die de hindernis in hun voordeel kunnen gebruiken. Stobbenwanden en andere houtige constructies bijvoorbeeld kunnen hoefdieren de wegtoegang verhinderen of de springruimte beperken, terwijl kleinere diersoorten deze kunnen gebruiken als opstap. Hindernissen kunnen daardoor enkel gericht, in combinatie met andere barrières (bv. grachten) en onder specifieke omstandigheden worden ingezet en dienen veeleer voor de geleiding van dieren in een bepaalde richting.

Reliëfstructuren

Sommige locaties bieden de mogelijkheid om in te spelen op de bestaande reliëfstructuur, zoals langsheen het noordelijke wegtraject van de N275 op het grondgebied van het Brussels gewest. Steile bermwanden bemoeilijken er de wegovertrek terwijl de valleistructuur zorgt voor de geleiding van de dieren in een bepaalde richting. Dit wordt bevestigd door de vondst van verkeerslachtoffers op plaatsen waar valleien de weg kruisen. In het kader van dit project wordt maximaal ingespeeld op de geleidende reliëfstructuren en waar nodig wordt het bodemreliëf functioneel bijgesteld of aangepast om de geleiding te maximaliseren.

7.4.2.3. Terugkeervoorzieningen

Omdat dieren die alsnog op de weg terechtkomen de kans te geven de weg opnieuw te verlaten, worden op regelmatige afstanden terugkeervoorzieningen aangebracht. Dergelijke voorziening is vooral noodzakelijk aan het begin en aan het einde van een raster omdat dieren er om het raster heen kunnen lopen. De eerste terugkeervoorziening wordt daarom al op een afstand van 50 meter van de eindpaal aangebracht.

Uittreeplaats/insprong

Voor grote(re) soorten worden uittreeplaatsen of insprongen voorzien (figuur 22). Deze bestaan uit een brede heuvel die langsheen de wegzijde tegen het raster en tot op de hoogte van het grofmazig raster (1 m) of tot aan de bovenrand van het klein raster wordt aangelegd. Dieren die op de heuvel klimmen kunnen dan over het raster springen terwijl kleine(re) dieren door de brede mazen kunnen kruipen.



Figuur 22: Uittreeplaats voor ree met terugkeerluik onderin (© Arfman).

Terugkeerluik

Voor Dassen (maar ook Vossen) werken terugkeerluiken het best. Ze worden daarom ook “dassenpoortjes” genoemd (figuur 23). Ze bestaan uit een klep die enkel vanaf de wegzijde kan worden opengedrukt doordat de klep en sponning schuin worden geplaatst. Ze moeten dan wel van vegetatie en ander organisch materiaal dat ertussen kan vallen, worden vrijgehouden. Kleinere soorten zoals Egel kunnen er ook gebruik van maken wanneer voor de klep een licht(er) materiaal wordt gebruikt (bv. geperforeerd aluminium). Om ervoor te zorgen dat dieren die de draad volgen op het poortje worden gewezen, wordt dwars op het raster een plaat of stukje raster geplaatst.



Figuur 23: Terugkeerluik, gescheiden door stukje tussenraster dat de dieren naar het poortje geleid (© Arfman).

7.4.2.4. Geleidende vegetatie

Zowel op als aansluitend op het ecoduct evenals aansluitend op de verschillende andere oversteekvoorzieningen moet een gepaste vegetatie-ontwikkeling plaatsvinden die de beoogde soorten niet alleen naar maar ook onder of over de voorziening leidt. Daarvoor worden volgende vegetatie-ontwikkelingen voorgesteld.

- *Ecoduct*: houtkant van gemengd hakhout van het type eiken-beukenbos met:
 - in de kern soorten als Winter- of Zomereik, Beuk, Gladde iep, Haagbeuk, Winterlinde en Ruwe berk;
 - in de rand: Ratelpopulier, Zoete kers, Gewone hazelaar, Wilde lijsterbes, Vuilboom, Hulst, Bosroos, Hondсроos, Europese vogelkers, Boswilg, Eenstijlige meidoorn en Wilde kamperfoelie;
 - in de overgangszone: open bosstructuur met kleine menggroepen van alle voornoemde soorten in een wisselende samenstelling.

Voor insecten en reptielen wordt plaatselijk op het ecoduct en in de beide aanloopgebieden open zand aangebracht. Daarvoor worden enkele kleine zandduintjes aangelegd.

- *Grote faunatunnel*: randbeplanting van Zwarte els, Europese vogelkers, Gewone es en Boswilg.
- *Faunabuis*: vruchtdragende struiken en hakhout zoals Tamme kastanje, Gewone hazelaar, Eenstijlige meidoorn, Wilde lijsterbes en Europese vogelkers.
- *Reptielentunnel*: open gras- en/of heidevegetatie d.m.v. uitstrooien van maaisel en plagsel. Aanleg en behoud van zandige plekken.
- *Boombrug*: aanplanting van vruchtdragende bomen (o.a. Notelaar, Zomereik, Zoete kers, Tamme kastanje, Gewone hazelaar, Tweestijlige meidoorn, Wilde lijsterbes, Europese vogelkers, Vuilboom, Hondсроos) in de omgeving van de brug.

7.4.3. Technische uitvoering

Hoog raster

De rasterhoogte bedraagt 200 cm, de Robinia-palen 300 x 10/12 cm, hart op hart afstand 4,00 m ondergaas: kleinwildgaas, hoogte 150 cm, gemaakt uit een zink-aluminium draad afmeting 25,4 x 50,8 x 2,05 mm (h x b x d), liggende maas met krimp bovengaas: zwaar *Ursus*, hoogte 120 cm, type 120/7/15.

Laag raster

De rasterhoogte bedraagt 100 cm, de Robinia-palen zijn 180 x 10/12 cm, hart op hart afstand 3,00 m kleinwildgaas, hoogte 150 cm, gemaakt uit een zink-aluminium, draad afmeting 25,4 x 50,8 x 2,05 mm (h x b x d), liggende maas met krimp.

7.4.4. Kostenraming

In de kostenraming onderscheiden we de plaatsing van hoog raster, laag raster, een aantal houten hoekpalen en een aantal poorten. De poorten worden in het volgende hoofdstuk behandeld.

Het hoog raster situeert zich vooral in het noordelijk deel. In totaal is 4.370 m hoog raster te plaatsen. De richtprijs - ontvangen van een Nederlands leverancier van wildrasters - per lopende meter is 40 euro, de totaalprijs 174.800 euro (excl. BTW). De hoeveelheid hoekpalen die nodig is, moet vooraf in detail bekeken worden a.h.v. de terreinsituatie. De prijs van een recent aangelegd gelijkaardig raster bedroeg 25 euro/lm; met ontstronken en ontwortelen was dit 28 euro/lm (excl. BTW).

Van het lage raster is in totaal 2.395 m te plaatsen. De richtprijs per lopende meter is 35 euro, de totaalprijs 83.825 euro (excl. BTW). De hoeveelheid hoekpalen die nodig is, moet vooraf in detail bekeken worden a.h.v. de terreinsituatie.

Daarnaast moet ook rekening worden gehouden met een kleine meerkost voor het herpetofaunaraster op de plaatsen waar dit nodig is.

Een dassenpoort kost ongeveer 175 euro en voor een ree-insprong wordt gerekend op 245 euro (telkens excl. BTW).

7.5. Oversteekvoorzieningen Bundersdreef

7.5.1. Vormgevingsprincipes

Langsheen het gehele tracé komen op verschillende plaatsen zijwegen uit op de N275 (§ 5.2.3.3.). Dit noodzaakt tot bijkomende beveiligingen t.h.v. de wegaansluitingen onder de vorm van poorten en/of wildroosters – althans op alle plaatsen waar een wildkerend raster aanwezig is. Mocht dit niet gebeuren dan ontstaan er lekken waarlangs dieren alsnog op de weg kunnen terechtkomen met alle gevolgen van dien.

In het verlengde van de wildkerende en -geleidende voorzieningen die hiervoor zijn besproken (§ 7.4.) worden hierna enkele oversteekvoorzieningen behandeld en toegepast op het kruispunt van de N275 met de Bundersdreef en de Hendrickxdreef. Dit plan voorziet in een herinrichting van het kruispunt om de veiligheid van overstekende recreanten en andere bosgebruikers te verhogen. Zowel voetgangers, fietsers, ruiters en automobilisten kruisen hier de weg. Om de herinrichting mogelijk te maken worden de beide parkings langs weerszijden van de weg uitgebroken en omgevormd tot een open bosplek rondom het kruispunt. De inrichting als open plek dient de zichtbaarheid van de weggebruikers te verhogen en gaat gepaard met een lichte as-verlegging van de weg om de snelheid van de voertuigen op de N275 af te remmen. De beide zijwegen dienen enkel nog het lokaal verkeer (bewoners) en het beheergerelateerd verkeer.

Bij de inrichting wordt het ecoraster op enige afstand van de weg gelegd en aangesloten op de verschillende wegtoegangen waarbij we onderscheid maken tussen:

- voetgangers
- ruiters
- fietsers en auto's

Gezien het verschillend gebruik vereisen deze een aparte toegang, wat maakt dat meerdere toegangselementen moeten worden voorzien om te verhinderen dat dieren hierlangs op de weg kunnen terechtkomen.

7.5.2. Inrichtingselementen

7.5.2.1. Wildrooster

Wildroosters worden in de breedte in de wegbedding gelegd van de zijwegen waar geen afsluitbare poort kan worden geplaatst. Dit is van toepassing op de Bundersdreef en de Sint-Hubertusdreef (t.h.v. het Vorserijplateau). Middelgrote zoogdieren zoals Dassen en marterachtigen laten zich door een wildrooster echter niet gemakkelijk tegenhouden waardoor in beide gevallen wordt gekozen voor een wildrooster op enige afstand van de weg en aansluitend op een wildkerend raster. Het wildkerend raster eindigt meerder meters voorbij het wildrooster en draait af naar het bos.

Om de kans dat Dassen alsnog over het rooster lopen moet de reguliere afstand tussen de staven (veelal h.o.h. 7 cm) worden vergroot tot de constructief maximaal haalbare maat (h.o.h. 15 cm) en

wordt de gebruikelijke ronde buizen vervangen door speciaal vast gelaste rechtop geplaatste platte, conische staven. Momenteel brengt enkel de firma *Arfman* dergelijk rooster op de markt (figuur 24 - links). Een gebruik door fietsers is in dergelijke gevallen evenwel ongewenst. Het rooster wordt gemonteerd op een vaste betonnen onderbak.



Figuur 24: Wildrooster van vlakke staven (links) (© Arfman) en detail van de zijtoegang voor herpetofauna (rechts) (© Natura).

De breedte van het rooster is gelijk aan de wegbreedte en sluit naadloos en zonder enige overlapping aan op de rand van het wildkerend raster. De eindpaal van dit raster staat op de rand van de roosterbak en loopt vervolgens haaks in de richting van het bos. In de lengte van de weg meet het wildrooster minstens 2,10 m. Omdat langs zij van de Bundersdreef over een korte afstand eveneens een wildkerend raster wordt voorzien wordt langs weerszijden van de betonnen bak waarin het wildrooster wordt gelegd een opening gelaten voor herpetofauna (figuur 24 - rechts).

Nabij het wildrooster worden voor de weggebruikers de nodige waarschuwingsborden geplaatst.

7.5.2.2. Poorten

Poorten dienen de toegangswegen af te sluiten die gebruikt worden voor niet regulier gemotoriseerd (werk)verkeer alsook door voetgangers, fietsers en ruiters (figuur 25). Naargelang hun functionaliteit wordt een onderscheid gemaakt tussen navolgende poorttypen. Voor de bouw ervan wordt gebruik gemaakt van duurzaam hout en de doorlaatbaarheid van de constructie dient deze van het raster te benaderen; d.w.z. dat voor de afsluiting hetzelfde gaasrastertype wordt gebruikt of een niet doorlaatbaar materiaal. Onderaan wordt een effen, betonnen drempel voorzien. Spleten worden zo nodig met zware rubberflappen gedicht die langs heen de boszijde worden aangebracht. Het spreekt voor zich dat de poorten te allen tijde gesloten moeten blijven wanneer er geen passage is.

Afsluitbare poort

Voor de werkpoorten, die gebruikt worden door de beheerders, wordt een afsluitbare poort voorzien. De poorten worden met een eenvoudige beugel gesloten en vervolgens met een hangslot vergrendeld.

Zelfsluitende poort

Recreatieve wegen worden regelmatig gebruikt door bosbezoekers en recreanten en kunnen niet worden vergrendeld. Op deze plekken worden zelfsluitende poorten voorzien die na opening vanzelf weer dichtvallen door de zwaartekracht. Om zeker te zijn dat ze niet (kunnen) blijven openstaan worden ze onder een hoek van ongeveer 20° schuin geplaatst naar de wegzijde toe. Een rubberen knop moet het geluid dempen bij het dichtvallen, maar mag geen opening laten.



Figuur 25: Zelfsluitende (klap)poort (links) en afsluitbare (werk)poort (rechts) (© Haverslag).

Ruiterpoort

Een ruiterpoort is een type draaipoort die doorgang verschaft aan ruiter en paard. Naast de opening van de poort is een plaats voorzien waar het paard kan staan terwijl de ruiter van op het paard de poort opent. Dit kan door het voorzien van een vast stuk hek naast de poort. Dit type poort wordt ook toegepast naast een wildrooster omdat paarden hierlangs niet kunnen passeren. De poort wordt 1,8 m hoog gemaakt zodat de poort al zittend op het paard kan worden geopend. De breedte bedraagt eveneens 1,8 m. Naast de poort wordt er een vast stuk hekwerk voorzien als opstelruimte voor het paard. Het handigst is dat er een grendel of sluiting voorzien wordt die te openen en te sluiten is vanop het paard. Ruiters moeten de poort natuurlijk ook achter zich terug kunnen sluiten. Om problemen te vermijden kan het draaiend gedeelte eventueel als een klaphek dat automatisch sluit, uitgevoerd worden. Dit beperkt dan weer de doorgangsmogelijkheden in beide richtingen.

7.5.3. Technische uitvoering

De verschillende poorten en wildroosters moeten weloverwogen worden geplaatst i.f.v. de verschillende boswegen en moeten goed aansluiten op het wildkerend raster. Ten behoeve van de zichtbaarheid op het kruispunt worden ze op enige afstand van de weg geplaatst en wordt de omgeving van het kruispunt open gehouden. Wel wordt er met paaltjes langs de weg voor gezorgd dat de plek niet door auto's kan worden gebruikt.

7.5.4. Kostenraming

Op vier verschillende plaatsen voorzien we een houten enkel draaiende werkpoort van 400 x 180cm. De basisprijs bedraagt 1.500 euro/stuk.

Aansluitend op het kruispunt van de Bundersdreef moeten daarnaast twee ruiterpoorten en twee zelfsluitende klappoorten worden voorzien. De richtprijs voor een ruiterpoort bedraagt 2.000 euro/stuk; voor een zelfsluitende klappoort voor fietsers en voetgangers bedraagt de richtprijs 1.000 euro/stuk.

Liggers van eiken houten planken. Voorzien van groen geplastificeerd *Pantanet*-gaas, type *Family*. Voorzien van verzinkt hang- en sluitwerk. Inclusief eiken hekpalen.

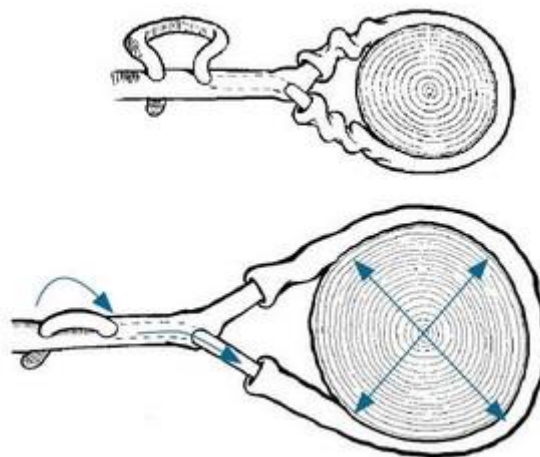
De andere werkzaamheden in functie van de totale herinrichting van het kruispunt Bundersdreef / Hendrickxdreef met de Terhulpssteenweg zijn: opbreken parking, aanpassingen wegzate N275, aanbrengen beplantingen (hagen en andere kruidachtigen):

- Opbreken steenslagparking (wegvoeren en aanvullen met gebiedseigen (bos)grond): 486 m² x 25 euro / m²
 - Uitbreiden wegzate N275 ter plaatse van uitbuiging: 225 m² x 120 euro/m²
 - Aanplantingen: 1.500 m² x 5 euro/m²
 - Extra 10 % onvoorziene kosten
- TOTAAL: 51.315 euro (excl. BTW)

7.6. Boombrug

7.6.1. Vormgevingsprincipes

Voor de passage van dieren die zich hoofdzakelijk of veel doorheen de boomkruinen bewegen, wordt erop gelet dat de randbomen langsheen de weg, waarvan de boomkruinen op elkaar aansluiten of in elkaar overlopen, behouden blijven. Waar dit niet het geval is, kan hier - op langere termijn - worden ingespeeld door de boomkronen naar elkaar toe te laten groeien en dit zo nodig middels een gerichte takkensnoei aan te sturen.



Figuur 26: Voorbeeld van een kroonverankeringsysteem dat toepasbaar is voor de bevestiging van een boombrug (© Laanboomadvies & Cobra).

Waar een aaneensluiting van het kronendak over de weg ontbreekt (kaart 7) kunnen boombruggen een oplossing bieden. Een boombrug is een over de weg hangende voorziening die door dieren als loopelement kan worden gebruikt (Criel, 2009). In dit geval wordt geopteerd voor een veelheid aan eenvoudige boombruggen i.p.v. één of enkele grootschalige constructies. De voorgestelde boombrug bestaat uit een dik scheepstouw met een dikte tussen 4 en 10cm dat tussen twee bomen over de weg wordt gespannen (figuur 26). De touwen hangen lichtjes door en worden dusdanig aan de bomen bevestigd dat de boomgroei niet wordt belemmerd en geen stam- en takbeschadiging optreedt. Eventueel kan gebruik worden gemaakt van een paal die langs de boom wordt opgesteld en in de boomkruin doorloopt.

7.6.2. Inrichtingselementen

Op de plekken waar momenteel boombruggen worden voorgesteld is in eerste instantie gekeken naar een goed landschappelijke geleiding en de aanwezigheid van bomen in de nabijheid van de weg, waardoor geen al te grote afstanden moeten worden overbrugd. Op plaatsen met een open bosstructuur of open bosplek kan een verscheidenheid aan vruchtdragende bomen in de nabijheid van de boombrug worden aangeplant om de dieren naar de oversteekplaats aan te trekken (zie ook § 7.4.2.4.). Initieel kan ook een voederplek worden aangelegd om de dieren op de oversteekplaats attent te maken.

7.6.3. Technische uitvoering

Voor de verankering van het touw aan de boom wordt gebruikt gemaakt van een dynamisch kroonverankeringsysteem dat gebruik maakt van een speciale demper en een gevlochten kroonverankeringsstouw (bv. *Cobra*) waaraan een driestrengs geslagen touw wordt verknoopt. Beter is evenwel het driestrentouw te splitsen en zonder knoop rechtstreeks aan de boom te bevestigen en zo mogelijk te voorzien van een schuurhuls. Dit is wel iets arbeidsintensiever en moet gebeuren door een deskundig boomverzorger.

Om de diktegroei van de stam/tak te ondervangen wordt de helft van de stam- of takdiameter als opening tussen stam/tak en touwkruising gehouden.

De boombrug wordt op een hoogte van minimaal 6m opgehangen.

7.6.4. Kostenraming

Boombruggen die eerder elders zijn aangelegd (o.a. Brecht, Geel, Kalmthout) werden begroot op 500 euro/boombrug, inclusief de aanleg en op basis van een gemakkelijke bereikbaarheid vanaf de weg. De kostprijs daalt naarmate gelijktijdig meerdere boombruggen kunnen worden geplaatst.

Literatuur

Agentschap voor Natuur en Bos (2013): *Uitgebreid beheerplan boscomplex Zoniënwoud*. ANB, Hoeilaart.

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

Arcadis (2009a): *Vorbereidende studie voor de ecologische verbindingen aan de R0 en de A4/E411 ter hoogte van het Zoniënwoud. Deel 1: ecologische en technische afweging*. i.o. Vlaamse overheid, Agentschap Wegen en Verkeer, Afdeling Wegen en Verkeer Vlaams-Brabant.

Arcadis (2009b): *Vorbereidende studie voor de ecologische verbindingen aan de R0 en de A4/E411 ter hoogte van het Zoniënwoud. Deel 2: Technische uitwerkingen, impressietekeningen en situatieschetsen van geselecteerde typevoorbeelden*. i.o. Vlaamse overheid, Agentschap Wegen en Verkeer, Afdeling Wegen en Verkeer Vlaams-Brabant.

Boschi C., Krummenacher J. & Müri H. (2014): *Fördermassnahmen für Wiesel im Landwirtschaftsgebiet*. Stiftung WIN Wieselnetz en Agrofutura AG.

Casaer J. & Malengreaux C. (2008): *Studie ter voorbereiding van het monitoren van de reewildpopulatiegrootte in Zoniën : overzicht van bestaande methoden en hun toepasbaarheid in Zoniën*. Rapport van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, 2008 (26).

Criel D. (1990): *Kunstmatige schuilplaatsen kleine marterachtigen*. Zoogdier (1) 1. p. 17-21. Zie ook : www.zoogdierenwerkgroep.be/zorgen/habitatverbetering/nestkasten/marterkasten

Criel D. (2009): *Boombruggen. Synthese van de beschikbare informatie over passages voor boombewonende zoogdieren*. Econnection i.o. Brussels Instituut voor Milieubeheer.

Econnection (1990): *De verspreiding van de das (Meles meles) in Vlaanderen. Rapport I: Knelpunten en ontwikkelingsmogelijkheden*. i.o. AROL.

Econnection (2008): *Haalbaarheidsstudie betreffende de verbinding van de delen van het Zoniënwoud die van elkaar gescheiden zijn door de Terhulpssteenweg en de spoorweg 161 Brussel-Luxemburg*. i.o. Brussels Instituut voor Milieubeheer (BIM).

Cerulus T. (2014): *Eerste voortgangsrapport strategisch project HORIZON. Connectiviteit met het Zoniënwoud*. Regionaal Landschap Dijleland vzw

Lenders A.J.W. & Leerschool T. (2012) *Kunstmatige schuilplekken voor reptielen. Een vergelijkend onderzoek in het gebruik van verschillend plaatmateriaal*. Natuurhistorisch maandblad 101 (10). P. 213-218.

Lonneux T. (2014): *Aanvraag voor de bouw van een ecoduct over de Brusselse ring in het Zoniënwoud. Tekeningen geplande werken*. Vlaamse overheid, Agentschap Wegen en Verkeer, Afdeling Wegen en Verkeer Vlaams-Brabant.

Natuurpunt (2013): *Dieren onder de Wielen 2.0* - www.natuurpunt.be/nl/de-natuur-in/activiteiten/studiedag-dieren-onder-de-wielen_2693.aspx

OZON (2014): *Zoniënwoud LIFE+OZON* - www.sonianforest.be/lifeozon

Raes D. (2012): *Eindverslag 4 jaar Dood doet Leven, ook in het Zoniënwood*. Agentschap voor Natuur en Bos (ANB).

Regionaal Landschap Dijleland vzw (2007): *Habitat- en connectiviteitsanalyse in het Dijleland en aangrenzende gebieden: de das (Meles meles) als meetsoort met inbegrip van voorstellen voor daadwerkelijke ontsnippering van lijnvormige transportinfrastructuur*. In samenwerking met Dienst Natuurtechnische Milieubouw, Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, Vlaamse overheid.

Reinbold G. (2013): *Opvolging van de everzwijnenpopulatie in het Zoniënwood. Jaarverslag. Referentieperiode: 11/2006-06/2013*.

Struijk R.P.J.H. (2010): *Rasters voor reptielen: een verkennende studie*. Stichting RAVON i.o. Rijkswaterstaat.

Studiegroep Omgeving (2006): *Streefbeeldstudie R0-E411-N4*.

Thomaes A. & Vandekerckhove K. (2004): *Ecologie en verspreiding van Vliegend hert in Vlaanderen*. Rapport IBW - Bb R 2004.015. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, Geraardsbergen.

Thomaes A., Beck O., Crevecoeur L., Engelbeen M., Cammaerts R. & Maes D. (2007). *Het Vliegend hert in Vlaanderen en in het Brussels Gewest : verspreiding en ecologie van een 'bos'soort*. Natuur.focus 6(3). p. 76-82.

Van de Genachte G., Roovers P., Wallays L., Lagiewka F., Declercq K., De Somviele B., Godefroid S., Vandekerckhove K., Van der Aa B. & Aubroek B. (2008): *Structuurvisie Zoniënwood*. Arcadis Belgium.

Van der Grift E.A., Dirksen J., Jansman H.A.H., Kuipers H. & Wegman R.M.A. (2009). *Actualisering doelsoorten en doelen Meerjarenprogramma Ontsnippering*. Alterra-rapport 1941. Alterra, Wageningen.

Van der Wijden B. (2002). *Verbreiding van de lijn 161 door het Zoniënwood. Gevraagde compensaties ten gunste van de vleermuisfauna, in het kader van het herstel en behoud van de biodiversiteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest*. Afdeling Groene Ruimten, Departement Biodiversiteit en Natuurreservaten.

Van der Wijden B. (2014): *Het gewestelijk expresnet (GEN) doorheen het Zoniënwood (Natura 2000). Historiek, werfopvolging, beheer en monitoring van de mitigerende maatregelen voor de habitats en de soorten*. Eindverhandeling.

Van Hassel V. (2008): *Voorontwerp gewestelijk ruimtelijk uitvoeringsplan 'Schakelpunt R0-Oost te Hoeilaart'*. Vlaamse overheid, Departement RWO – Ruimtelijke Planning.

van Schijndel R., Verhoeven M. & van der Aa A. (2010): *Faunapassages in de Weg van de Toekomst. Ecologische onderbouwing faunapassages N329*. Grontmij Nederland i.o. gemeente Oss.

Vliegenthart A. & Zollinger R. (Red.) (2012): *Kleine faunavoorzieningen bij kunstwerken in de infrastructuur*. VOFF en ProRail.

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

Witteveen + Bos & Cluster (2014): *Technisch uitwerken van beeldbepaling constructies ter ontsnippering van het Zoniënwood*. i. o. van het Agentschap voor Natuur en Bos (ANB).

Bijlagen

Bijlage 1: Ontsnipperingsscenario's uit de haalbaarheidsstudie betreffende de verbinding van de delen van het Zoniënwoud die van elkaar gescheiden zijn door de Terhulpseseenweg en de spoorweg 161 Brussel-Luxemburg (*Econnection*, 2008).