



Vlaanderen
is wegen en verkeer

Vademecum Weginfrastructuur (VWI) deel Natuurtechniek

AGENTSCHAP
WEGEN & VERKEER

wegenverkeer.be



Colofon

Dit is een uitgave van het Agentschap Wegen en Verkeer van de Vlaamse overheid. De inhoud van dit vademecum is aan verandering onderhevig.

Raadpleeg het document bij voorkeur steeds rechtstreeks in de laatste versie beschikbaar via: wegenverkeer.be/zakelijk/documenten

Uitgegeven door	Agentschap Wegen en Verkeer (AWV)
Informatie	Team Omgeving Planning Coördinatie en Ondersteuning Agentschap Wegen en Verkeer omgeving.PCO@verzendlijst.wegenverkeer.be wegenverkeer.be/natuur-en-milieu vlaanderen.be/ontsnippering
Opdrachtnemer	Antea Belgium nv Roderveldlaan 1 2600 Antwerpen
Opmaak en begeleiding	Agentschap Wegen en Verkeer
In samenwerking met	Departement Omgeving Agentschap Natuur en Bos
Datum	Januari 2023
Versienummer	1.1
Vormgeving & tekeningen	Antea Belgium / Agentschap Wegen en Verkeer

Inhoudstafel

Colofon

Inleiding

Planproces

- A. Natuurtechniek bij infrastructuurwerken
- B. Natuurtechnisch onderzoek
- C. Ontsnipperingsprojecten

Algemene maatregelen

Fiche 1. Inrichting van bermen

- Fiche 1-A. Algemene elementen en randvoorwaarden
- Fiche 1-B. Aanleg en inrichting van taluds
- Fiche 1-C. Inrichting van grazige bermen
- Fiche 1-D. Inrichting van houtige bermen
- Fiche 1-E. Laanbomen en solitaire bomen (in opmaak)
- Fiche 1-F. Hop-over

Fiche 2. Waterbeheer

- Fiche 2-A. Onthardingsreflex
- Fiche 2-B. Weggrachten
- Fiche 2-C. Wateropslag en infiltratie

Fiche 3. Weguitrusting

- Fiche 3-A. Verlichting
- Fiche 3-B. Geluidschermen en gronddammen
- Fiche 3-C. Stoepranden en straatkolken
- Fiche 3-D. Waarschuwingssystemen
- Fiche 3-E. Afschrikmiddelen

Natuur onder de weg

Fiche 4. Kleine faunaonderdoorgangen

- Fiche 4-A. Kleine ecotunnel
- Fiche 4-B. Ecoduiker
- Fiche 4-C. Duiker aangepast voor watergebonden dieren
- Fiche 4-D. Amfibieëntunnel
- Fiche 4-E. Reptielentunnel

Fiche 5. Grote faunaonderdoorgangen

- Fiche 5-A. Grote ecotunnel
- Fiche 5-B. Grote ecotunnel met medegebruik
- Fiche 5-C. Ecovallei

Natuur over de weg

Fiche 6. Kleine maatregelen over de weg

- Fiche 6-A. Boombrug
- Fiche 6-B. Vleermuizenpassage

Fiche 7. Bermbrug

Fiche 8. Ecoduct / Landschapsbrug

- Fiche 8-A. Ecoduct zonder medegebruik
- Fiche 8-B. Ecoduct met medegebruik

Fauna geleidende infrastructuur

Fiche 9. Geleiding langs de weg

Fiche 9-A. Ecorasters

Fiche 9-B. Geleidingswanden

Fiche 9-C. Extra onderdelen

Fiche 10. Landschappelijke geleiding

Begrippenlijst

Afkortingen

Literatuurlijst

Inleiding

Het belang van een gezonde leefomgeving komt meer en meer onder de aandacht. Tegelijkertijd neemt de druk op de open ruimte en het natuurlijke landschap nog steeds toe door menselijke activiteiten. Gevolgen daarvan zijn de klimaatveranderingen en de doorgedreven urbanisatie van ons landschap. Daarbij vormen wegen één van de belangrijkste bedreigingen voor de biodiversiteit. Niet alleen vormen ze barrières in het natuurlijke landschap, ze hebben ook een belangrijke invloed op andere ruimtelijke ontwikkelingen zoals lintbebouwing, verstedelijking en de ontwikkeling van bedrijventerreinen.

Maatregelen om de verdere impact van wegen op de omgeving terug te dringen zijn noodzakelijk geworden. In eerste instantie is het belangrijk om aandacht te besteden aan de landschappelijke inpassing en om geen bijkomende nieuwe barrières te ontwikkelen. Bij de aanleg van nieuwe wegen, maar ook aan bestaande wegen kunnen maatregelen genomen worden om de weg beter in te passen in het natuurlijke en menselijk visuele landschap om het barrière-effect of de versnippering te milderen.

Daar tegenover staat dat het uitgebreide Vlaamse wegennet met zijn soms brede bermten ook een opportuniteit vormt als groen netwerk met een biodiverse flora en fauna, als laatste wijkplaats voor soorten binnen een verstedelijkt gebied, of als corridor tussen leefgebieden onderling. Dergelijke bermten leveren daarbij zeer belangrijk zogenaamde 'ecosysteemdiensten'.

Daarvoor is een aangepaste inrichting van de bermten en van de wegen een aandachtspunt. Dit Vademecum reikt daarvoor specifieke natuurtechnische maatregelen aan.

'Natuurtechniek' maakt gebruik van ecologische en civiele technieken voor het ontwerpen, bouwen en herstellen van ecosystemen. In dit geval staat natuurtechniek voor de integratie van natuurwaarden en het creëren van natuurverbindingen langs weginfrastructuur waardoor er voor fauna en flora meer kansen ontstaan.

Hieronder vallen niet alleen ontsnipperingsmaatregelen maar ook andere maatregelen zoals de inrichting van de omgeving waarbij bijvoorbeeld bermten ecologisch worden aangelegd en beheerd, wegwitruiming fauna-vriendelijker wordt ingericht en/of grachten en bufferbekkens natuurvriendelijk worden aangelegd.

Doel van het Vademecum en doelgroep

Het wegennet in Vlaanderen is reeds zeer uitgebreid. Toch worden er nog zogenaamde missing links of nieuwe rondwegen aangelegd in functie van een vlotte bereikbaarheid en het vermijden van overlast door zwaar verkeer binnen stedelijke kernen. Het bestaande wegennet is ook regelmatig aan grote of kleine renovatie- of onderhoudswerken toe. Bij deze grote en kleine renovatiewerken zijn er ook mogelijkheden om het aspect natuur mee te nemen.

Daarom is het belangrijk om niet alleen bij de aanleg van nieuwe wegen maar ook bij grote en kleine renovatiewerken aandacht te besteden aan de natuurlijke omgeving en opportuniteiten te gebruiken om een bestaande toestand in verhouding tot de omvang van de werken te verbeteren.

Dit 'Vademecum weginfrastructuur (VWI) deel Natuurtechniek' bevat richtlijnen aangepast aan de Vlaamse context gericht op het planproces en de technische informatie noodzakelijk om goed functionerende maatregelen te ontwerpen en aan te leggen. Het doel is om te komen tot geïntegreerde technische standaardrichtlijnen voor interne (Vlaamse Overheid) en externe ontwerpers (studiebureaus, provinciebesturen, lokale besturen, NGO's, opleidings- en onderzoeksinstituten,...). De opgenomen richtlijnen zijn geen bindende normen, maar moeten beschouwd worden

als sterke aanbevelingen en denkkaders voor duurzame ingerichte wegen waarbinnen de ontwerper zijn keuzes kan motiveren.

Voor meer informatie over de ecologische achtergrond van natuurtechnische maatregelen verwijzen we graag naar het 'European Handbook for Wildlife and traffic'. Ook de Nederlandse 'Leidraad faunavoorzieningen bij Infrastructuur 2021' geeft extra ecologische informatie en verwijst naar de resultaten van monitoringstudies. Bij de teksten over specifieke maatregelen wordt verwezen naar de documenten met relevante ecologische informatie.

Het VWI deel Natuurtechniek is een oplossingsgericht handboek dat niet alleen technische informatie wil geven bij specifieke (ontsnipperings)projecten maar dat de toepassing van Natuurtechniek bij elk investeringsproject, groot en klein, of bij elk onderhoudswerk eenvoudig toepasbaar moet maken.

Dit Vademecum belicht de verschillende factoren waarmee rekening kan gehouden worden, zowel in de loop van het planproces, bij de keuze, het ontwerp, de aanleg als het onderhoud en beheer van natuurtechnische wegonderdelen. De focus ligt daarbij niet alleen op ontsnipperende maatregelen, maar op meerdere mogelijkheden om bij de weginrichting natuurtechnische principes toe te passen.

Het ecologisch beheer van de vegetatie wordt niet opgenomen in dit Vademecum, maar de richtlijnen houden wel rekening met het latere beheer van de natuurtechnische infrastructuur en van de bermen.

De opgenomen richtlijnen bieden een richtinggevend kader voor de aanleg van weginfrastructuur met aandacht voor zijn natuurlijke omgeving. Door de lokale omstandigheden is het niet steeds mogelijk om een optimale uitvoering te garanderen. Daarentegen kunnen de opgenomen richtlijnen ook aanleiding geven tot nieuwe inzichten en vindingrijke oplossingen. Het gaat hier dus zeker niet over afdwingbare regels, maar eerder over een code goede praktijk met voor natuurtechnische maatregelen.

Het Vademecum is ook digitaal ter beschikking via volgende link:

<http://wegenverkeer.be/zakelijk/documenten/ontwerprichtlijnen>

Het Vademecum is een levend en dynamisch document, dat aangepast en bijgestuurd kan, worden op basis van nieuwe inzichten, ontwikkelen, of respons van de verschillende gebruikers. Reacties kunnen verwerkt worden in een volgende versie. Opmerkingen kunnen gegeven worden via: omgeving.pco@verzendlijst.wegenverkeer.be.

Link met andere vademecums

Dit vademecum maakt deel uit van de verschillende andere richtlijnen en vademecums van het Agentschap Wegen en Verkeer.

Het Vademecum weginfrastructuur (VWI) deel Europese hoofdwegen verzamelt bijvoorbeeld alle ontwerprichtlijnen voor het geometrisch ontwerp van Europese hoofdwegen en Vlaamse hoofdwegen die als Europese hoofdweg worden ontworpen in Vlaanderen. Het Vademecum weginfrastructuur (VWI) deel Vlaamse hoofdwegen is momenteel nog in opmaak maar zal hetzelfde doen voor wat betreft de Vlaamse hoofdwegen. Ook voor het geometrisch ontwerp van de andere wegcategorieën wordt er in de toekomst een specifiek VWI opgesteld met daarin geometrische richtlijnen.

Het Vademecum vergevingsgezinde wegen (VWV) deel gemotoriseerd verkeer en het Vademecum vergevingsgezinde wegen (VWV) deel kwetsbare weggebruikers geven richtlijnen over de manier waarop wegen vergevingsgericht kunnen ingericht worden. Vergevingsgezinde infrastructuur is zelfverklarend en veilig waardoor fouten zo veel mogelijk worden vermeden, ongevallen worden voorkomen of de mogelijk impact ervan wordt maximaal beperkt. Het is dan ook belangrijk dat obstakels (bomen, kopmuren, diepe waterpartijen, ...) buiten de veiligheidsstrook van de weg staan.

De Lichtvisie gewestwegen en Lichtvisie snelwegen geven criteria en beslissingskaders voor de inrichting van verlichting. In Fiche 3A van dit Vademecum wordt hiervoor de link gelegd met natuur.

Tenslotte geeft het Vademecum Fietsvoorzieningen standaardrichtlijnen voor kwalitatieve fietsinfrastructuur.

Structuur van dit Vademecum

Het **eerste deel van het Vademecum** gaat dieper in op het **planproces** voor de aanleg of de integratie van natuurmaatregelen. Dit verloopt van bij de opstart van een project via een specifiek **natuurtechnisch onderzoek** en houdt daarbij rekening met de wettelijke en noodzakelijke procesmatige stappen.

Naast deze projectgerichte aanpak besteedt dit deel ook aandacht aan de gebiedsgerichte aanpak voor het nemen van natuurtechnische maatregelen.

Niet alleen de grote maatregelen zijn van belang voor de inzet van natuurtechnische maatregelen, maar zeker ook de kleine waarbij veel winst kan geboekt worden met een kleine inspanning en minder financiële middelen. Daarom wordt in dit Vademecum in eerste instantie steeds gestart met de mogelijkheden bij kleinere infrastructuurprojecten en met de kleinere maatregelen om daarna ook aandacht te besteden aan de grotere projecten.

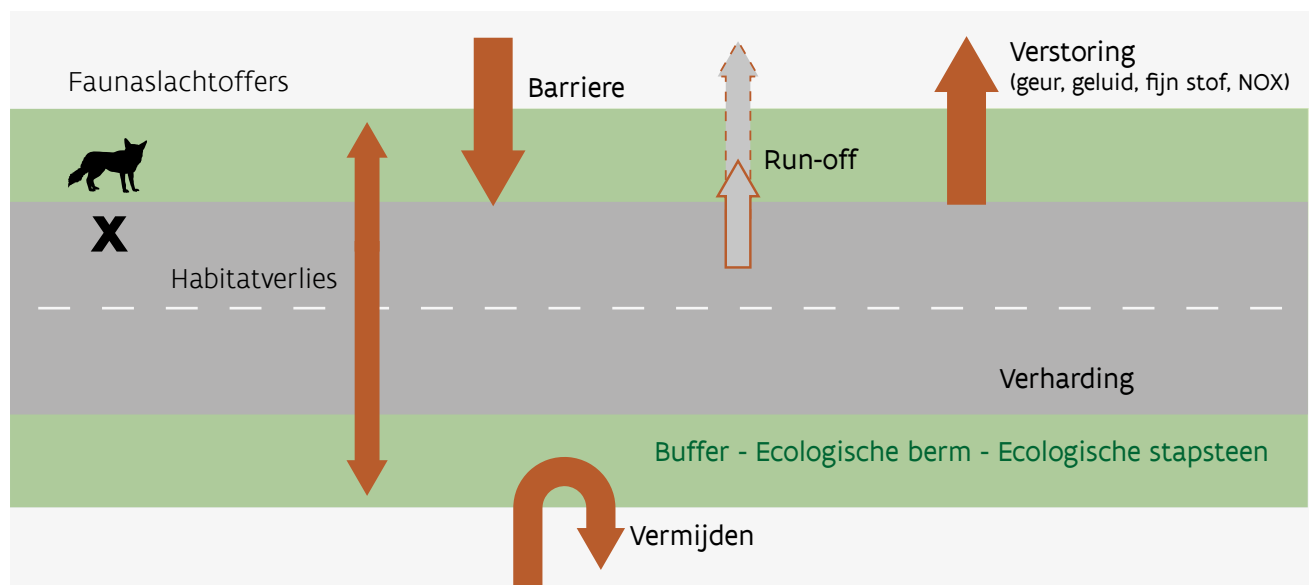
Het **tweede deel van het Vademecum** bestaat uit verschillende **fiches** met technische richtlijnen van de verschillende types maatregelen zowel voor toepassing aan bestaande wegen als voor de aanleg van nieuwe infrastructuur.

De fiches worden samengebracht in volgende onderdelen:

- Algemene Maatregelen
- Natuur onder de weg
- Natuur over de weg
- Fauna geleidende infrastructuur

Waarom Natuurtechnische maatregelen

Vanaf de aanleg oefent een weg invloed uit op zijn omgeving (Figuur 1).



Figuur 1: Schematische weergave van de gevolgen van de aanwezigheid van een weg op de natuurlijke omgeving weer.

De verkeersinfrastructuur zelf, en zeker ook het verkeer erop, hebben allerlei negatieve effecten op de omgeving in het algemeen en op de natuur in het bijzonder. Niet alleen is er oorspronkelijk leefgebied van soorten verloren gegaan bij de aanleg van de wegen. De overgebleven leefgebieden zijn ook in steeds kleinere geïsoleerde stukken versneden met een grote toename van verstoring (geluid, licht, beweging,...) en vervuiling (lucht, water, fijn stof,...). Hierdoor komen de overlevingskansen van wilde plant- en diersoorten erg onder druk. Dit blijkt o.a. uit de analyses die gebeurden in het Ruimterapport Vlaanderen (Pisman et al., 2018).

Habitatverlies

Op de plaats waar een weg wordt aangelegd gaat oorspronkelijk leefgebied van soorten verloren. Leefgebieden worden opgesplitst in kleinere eenheden waardoor de nog aanwezige dieren en planten een verhoogd risico hebben op lokaal uitsterven. De barrièrewerking van de weg zorgt er bovendien voor dat populaties onderling geïsoleerd geraken waardoor er een verlies van genetische diversiteit optreedt die de overlevingskansen van soorten bijkomend bedreigt.

Verharding / Run-off (waterkwantiteit)

De aanwezigheid van een weg betekent een grote oppervlakte verhardingen. Regenwater kan niet meer lokaal infiltreren en wordt versneld afgevoerd naar de grachten of naar de riolering. Dit kan niet alleen zorgen voor lokale wateroverlast bij hevige regenbuien, maar ook voor een verhoogde waterdruk stroomafwaarts op het watersysteem.

Meer dan 16% van de oppervlakte van Vlaanderen is verhard waarvan meer dan 18% door transportinfrastructuur (wegen, spoorwegen, kanaaloevers). Dat is meer dan 5 kilometer weg per vierkante kilometer.

Verstoring

Het verkeer op de weg zorgt voor een verhoogde milieudruk op zijn omgeving door geluidsoverlast, wegverlichting, geurhinder, waterkwaliteit van het afgevoerde hemelwater (run-off) en achteruitgang van de luchtkwaliteit. Deze zorgen eveneens voor wijzigende interacties en ecosysteemfuncties binnen leefgebieden van soorten. Samen met de gevolgen van de klimaatverandering betekent dit een verdere verhoging van de kwetsbaarheid van fauna en flora.

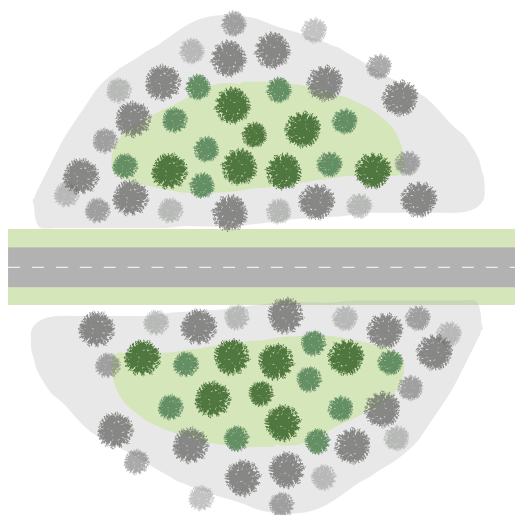
Versnippering - barrière - vermijden

'Versnippering' betekent het opsplitsen of versnipperen van natuurlijke leefgebieden in kleinere en meer geïsoleerde delen (habitatfragmentatie). Dit wordt wereldwijd erkend als één van de grootste bedreigingen voor het behoud van de biologische diversiteit.

Habitatfragmentatie is voornamelijk het gevolg van verschillende vormen van verandering in landgebruik. Naast uitbreiding van de bebouwing of de ontwikkeling van bedrijvzones is het aanleggen en het gebruik van het wegennet één van de belangrijkste factoren die deze verandering veroorzaken.

Wegen vormen daarbij steeds barrières tussen de gefragmenteerde leefgebieden. Niet alleen binnen grote natuurgebieden maar ook tussen leefgebieden onderling. Wegen zijn dikwijls onneembare barrières voor dieren op hun weg op zoek naar nieuwe leefgebieden of bij het zoeken naar een geschikte partner. De verstoring op de weg zorgt er bovendien voor dat de zones naast de weg worden vermeden waardoor leefgebied bijkomend verkleint en versnipperd.

Door een weg aan te leggen door de kernzone van een natuurgebied nemen de verstoringseffecten in de randen exponentieel toe waardoor er meer hoogwaardig leefgebied verloren gaat dan louter de oppervlakte van de weg zelf (Figuur 2).



Figuur 2: Schematische weergave van hoe een weg doorheen de kernzone van een natuurgebied zorgt voor versnippering. De foto toont het voorbeeld van de E19/HSL door het Peerdsbos ten noorden van Antwerpen. Hier wordt een natuurkern opgesplitst in 2 volledig aparte gebieden

Faunaslachtoffers

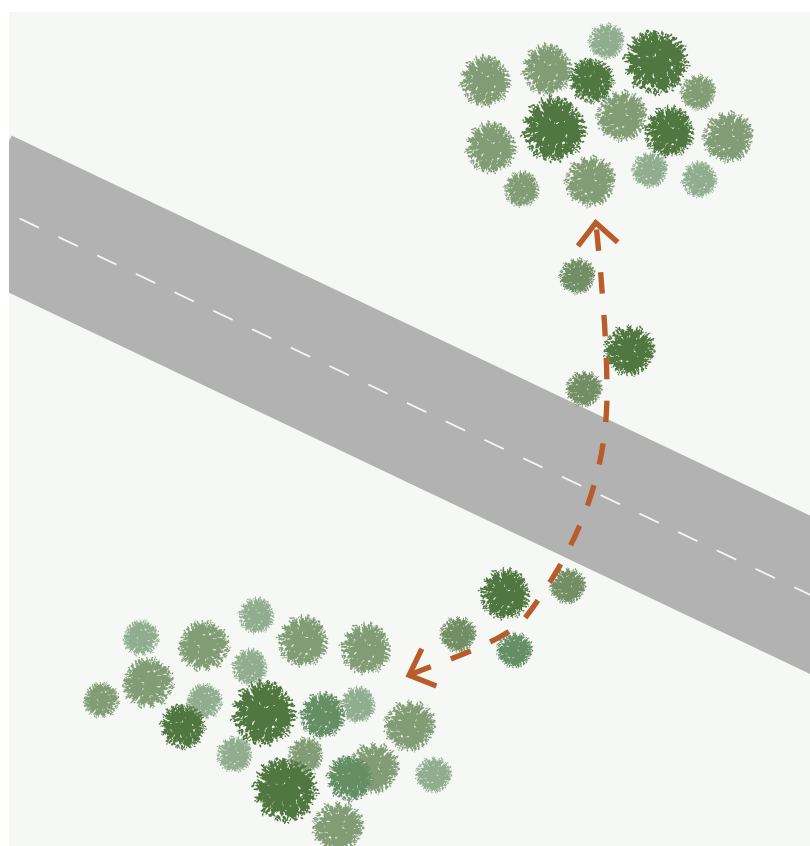
Dieren die toch nog proberen de weg over te steken lopen veel risico overreden te worden. Uit tien jaar monitoring via het project “[Dieren onder de wielen](#)” blijkt dat jaarlijks zo'n 5 miljoen wilde dieren sterven op de Vlaamse wegen. Dit is niet alleen nadelig voor de fauna maar betekent ook een gevaar voor de verkeersveiligheid.

Ontsnippering/natuurtechniek

Als antwoord op de versnipperende werking van weginfrastructuur kunnen ontsnipperende en andere natuurtechnische maatregelen genomen worden. Dit zijn civieltechnische ingrepen die de negatieve effecten van de barrièrewerking van wegen proberen te milderen (mitigeren) en oplossingen bieden om leefgebieden van dieren opnieuw met elkaar te verbinden en bereikbaar te maken (ontsnippering).

Ook op andere plaatsen kunnen natuurtechnische maatregelen ter hoogte van natuurlijke landschapselementen een steuntje in de rug geven aan hun functie als stapsteen of corridor tussen leefgebieden. Flora-inventarisaties, in het kader van de opmaak van bermbeheerplannen, hebben aangetoond dat bermen, die dikwijls niet toegankelijk zijn, ook een laatste wijkplaats kunnen zijn voor zeer zeldzame planten en insecten.

Ontsnipperende maatregelen hebben niet alleen zin ter hoogte van natuurgebieden waar leefgebieden van soorten zelf worden doorsneden, maar ook in de tussenliggende gebieden die een verbinding vormen tussen de leefgebieden die wat verder weg liggen. Als een route tussen leefgebied en foerageergebied onderbroken wordt of wanneer dieren op zoek gaan naar een partner (voortplanting) of een eigen territorium zoeken (jonge dieren) moeten zij dikwijls wegen oversteken. Natuurlijke waterlopen, houtkanten en bomenrijen bieden een veilige weg door een landschap (= corridorlandschap, Figuur 3). Als dergelijke natuurlijke landschapsstructuren doorsneden worden, verhinderen ze dieren om andere leefgebieden te bereiken.



Figuur 3: Voorbeeld van een corridorlandschap en schematische weergave van het belang van ononderbroken corridors of stapstenen via kleine landschapselementen



A close-up photograph of a sloth's back and tail, showing its thick, brown and grey fur. The sloth is positioned on the right side of the frame, partially obscured by dense, vibrant green foliage. The background is filled with various types of plants, including tall grasses and broad-leafed species, creating a rich, textured environment. The lighting is soft and natural, highlighting the texture of the sloth's fur and the surrounding vegetation.

Planproces



Foto: [pexels.com/Leo Sam](https://www.pexels.com/photo/badger-sniffing-ground/)

Inhoudsopgave

A. Natuurtechniek bij infrastructuurprojecten	6
<u>Procesverloop</u>	8
<u>Initiëren / Voorbereiden</u>	8
<u>Quick Scan</u>	8
Verkenning natuurtechnische maatregelen	10
Mogelijke inzet instrumentenkoffer Landinrichting	10
<u>Conceptfase</u>	11
<u>Natuurtechnisch onderzoek</u>	11
<u>Studiefase / Uitvoeren procedurele verplichtingen</u>	12
<u>Opmaak startnota</u>	12
<u>Ontwerpfase</u>	12
<u>Uitvoering op terrein</u>	13
<u>Evalueren</u>	13
<u>Beheer en onderhoud</u>	13
B. Natuurtechnisch onderzoek	14
<u>Initiëren en Voorbereiden</u>	14
<u>Quick Scan</u>	14
Natuurtechnische verkenning	15
Conceptfase – Natuurtechnisch onderzoek	17
1. Inventarisatie bestaande toestand	17
2. <u>Identificeren van mogelijke maatregelen</u>	19
3. Geschiktheidstabel	23
<u>Studiefase / Uitvoeren procedurele verplichtingen</u>	29
<u>Ontwerpfase - Implementatie natuurtechniek</u>	31
Uitvoering op terrein - Ondersteuning bij de aanleg	34
Evalueren - correcte uitvoering	34
Beheer en onderhoud	34
C. Ontsnipperingsprojecten	35
<u>Gebiedsgerichte aanpak</u>	35
<u>Voortraject</u>	35
<u>Inventarisatie</u>	35
<u>Studie</u>	36
<u>Planningsfase</u>	36
<u>Ontwerp / landschappelijke inpassing</u>	36
<u>Aanleg – voorbereidende werken</u>	37
<u>Beheer en onderhoud</u>	37
<u>Infrastructuurgerichte aanpak</u>	37
<u>Voortraject</u>	37
<u>Inventarisatie</u>	37
<u>Studie</u>	38
<u>Planningsfase</u>	38
<u>Ontwerp / landschappelijke inpassing</u>	38
<u>Uitvoering op terrein</u>	38
Beheer en onderhoud	39
Figurenlijst	40



Planproces

A. Natuurtechniek bij infrastructuurprojecten

Dit deel wil een handleiding bieden aan projectleiders om tijdens de procedure van een project aandacht te besteden aan mogelijke maatregelen voor een betere inpassing van de weg in de natuurlijke omgeving. Het kan gaan om de inpassing in het landschap, de inrichting van de bermen, grachten en bufferbekkens. Deze maatregelen kunnen opgenomen worden tijdens allerlei infrastructuurwerken. Daarnaast kunnen milderende of ontsnipperende maatregelen ervoor zorgen dat de versnippering van het landschap door wegen aangepakt wordt.

- Herkennen van de mogelijkheden die er zijn. Hoe kan men bij het begin nagaan of er natuurtechnische maatregelen nodig zijn.
- Pistes die kunnen gevolgd worden om meer informatie te krijgen.
- Hoe kunnen 'quick wins' herkend worden.

Meer inhoudelijke informatie hierover is terug te vinden in deel B. Natuurtechnisch onderzoek. Of men kan hiervoor beroep doen op experts Natuurtechniek.

Voornaamste doelpubliek: projectleiders

B. Natuurtechnisch onderzoek

Bij elk wegenproject is de betrokkenheid van experts op het gebied van natuurtechniek aangewezen. Zij kunnen advies verlenen bij elke procedure-stap van concept naar ontwerp tot en met de aanleg en het latere beheer.

Voornaamste doelpubliek: experts natuurtechniek

C. Ontsnipperingsprojecten

Daarnaast zijn er de specifieke ontsnipperingsprojecten. Dit zijn op zichzelf staande projecten die bestaande prioritaire versnipperingsknelpunten aanpakken. Dikwijls naar aanleiding van een gebiedsgerichte of infrastructuurgerichte studie die het probleem van de versnippering onderzoekt.

De maatregelen worden uitgevoerd door de betreffende infrastructuurbeheerder (wegen, waterwegen, spoorwegen). Voor de kleinere maatregelen zijn dat lokale besturen, provinciebesturen, natuurverenigingen, regionale landschappen, edm.

Voornaamste doelpubliek: terrein- en infrastructuurbeheerders

Voor ondersteuning bij de integratie van de infrastructuur in de (natuurlijke) omgeving bij alle stappen van een project kan een beroep gedaan worden op experts Natuurtechniek. Deze zijn te vinden binnen de eigen dienst Natuur, Milieu of Omgeving, bij relevante externe instanties of bij een gespecialiseerd team bij een studie bureau.

De begeleiding gebeurt echter best door de eigen interne experts omdat zij het meest vertrouwd zijn met de interne procedures en intern betrokken partijen.

Hierna worden deze experts vermeld als de **'experts Natuurtechniek'**.

A. Natuurtechniek bij infrastructuurprojecten


Het type infrastructuurproject heeft een belangrijke impact op welke natuurtechnische maatregelen er kunnen overwogen worden. We vertrekken hier dan ook vanuit het type project om te bepalen welke zaken kunnen meegenomen worden vanaf het begin van het planproces.

Het is belangrijk om van bij de start van elk project aandacht te besteden aan de verschillende noodzakelijke vergunningen zodat er geen vertragingen optreden tijdens het procesverloop. Ook proactief aandacht besteden aan de verwachte milderende maatregelen zorgt ervoor dat deze al intrinsiek deel uitmaken van het project en meegenomen worden in de eventuele noodzakelijke externe studies.


Alleen bij de (her-)aanleg van nieuwe wegen en bij omvangrijke herstel- of aanpassingswerken aan bestaande wegen zijn grote natuurtechnische maatregelen aan de orde. Bij minder omvangrijke werken en zelfs bij onderhoudswerken kan er evenwel ook aandacht zijn om kleine natuurtechnische maatregelen te nemen, zoals een verbetering van de inrichting van de bermen en/of de aanleg van kleine ecotunnels of de beperkte aanpassing van duikers.

Bij elk project verdient de inrichting van de bermen en de onderdoorgangen van (natuurlijke) waterlopen bijzondere aandacht. Het aanpassen of heraanleggen van bestaande duikers ([Fiche 4-B Ecoduiker](#)) vergt een kleine inspanning met een relatief groot resultaat voor ontsnippering in het buitengebied. Daarnaast kunnen ook kleine ecotunnels geïntegreerd worden op gekende knelpunten van kleine soorten.

		Inrichting bermen Ontharding Waterafvoer Weguitrusting	Ecoduiker (nieuw of omvorming)	Andere kleine fauna-onder- doorgangen	Grote fauna- maatregelen (onder de weg en over de weg)
A.	Onderhoudswerken toplaag				
B.	Aanleg vrijliggende fietspaden				
C.	Beperkte herinrichting van bestaande weg				
D.	Heropbouw volledige wegstructuur				
E.	Volledige nieuwe in- richting of uitbreiding bestaande weginfra- structuur				
F.	Aanleg nieuwe weg				

 Maatregelen moeten zeker onderzocht en opgenomen worden.

 Maatregelen onderzoeken en indien mogelijk uitvoeren.

 Niet van toepassing.

Figuur 1: Welke maatregelen bij welk type infrastructuurproject

Onderhoudswerken en beperkte projecten

- A. Bij onderhoudswerken waarbij enkel gewerkt wordt aan de verharding van de weg kan er best ook aandacht zijn voor de (vrijwaring van de) bermen en voor het mogelijk uitvoeren van beperkte maatregelen aan bestaande onderdoorgangen van waterlopen. Waterafvoer (infiltratie, buffering), ontharding en weginrichting (verlichting, geluidsmaatregelen) zijn ook elementen om mee rekening te houden bij de keuze van verharding of als bijkomende maatregel. Ook de aanleg van andere kleine fauna-onderdoorgangen kan onderzocht en indien mogelijk uitgevoerd worden.
- B. Bij de aanleg van vrijliggende fietspaden waar niet geraakt wordt aan de weg zelf wordt er best ook aandacht besteed aan de inrichting van de bermen. Ook het uitvoeren van beperkte maatregelen aan de aanwezige duikers kan mee onderzocht worden. De aanleg van kleine fauna-onderdoorgangen kan onderzocht en indien mogelijk ook opgenomen worden in de werken.

Herinrichtingsprojecten

- C. Bij een beperkte herinrichting van de weg en aanpassing van de fietspaden moet er aandacht zijn voor de inrichting van de bermen. Ook het uitvoeren van beperkte maatregelen aan de aanwezige duikers moet mee opgenomen worden. De aanleg van kleine fauna-onderdoorgangen dient onderzocht te worden en indien mogelijk ook opgenomen te worden in de werken.
- D. Wanneer de weg volledig vernieuwd en heropgebouwd wordt vanaf de wegkoffer kunnen er, naast de hiervoor vermelde acties, ook een aantal andere (kleinere) maatregelen zeker meegenomen worden.

Grote projecten

- E. Zeker wanneer een bestaande weg volledig opnieuw wordt aangelegd, uitgebreid en/of ingericht dient de integratie van alle mogelijke maatregelen onderzocht en uitgevoerd te worden.
- F. Bij de aanleg van een volledig nieuwe weg moeten alle elementen die impact hebben op de (natuurlijke) omgeving onderzocht worden en alle mogelijke maatregelen moeten grondig overwogen worden voor effectieve aanleg op het terrein. Hier kunnen grotere maatregelen voorzien worden.

Het is dus afhankelijk van de grootte van het project welke maatregelen kunnen meegenomen worden. Het proces dat gevolgd wordt, is ook afhankelijk van het type project. Bij grote projecten is de participatie van verschillende instanties en belanghebbende partijen belangrijk. Tijdens het volledige proces wordt er input gegeven voor mitigerende maatregelen om de impact op natuur en omgeving te milderen.

Dit is ook het geval voor andere projecten waarvoor een vergunningplicht geldt voor het uitvoeren van bepaalde werkzaamheden.

Bij kleinere projecten is dat niet altijd het geval, maar daar kan de infrastructuurbeheerder zelf het initiatief nemen om de meest geschikte maatregelen voor de optimalisatie van de weginfrastructuur uit te voeren. Advies hierover kan ingewonnen worden bij de experts Natuurtechniek.

Het is bij alle types projecten van belang om van in het begin van het proces aandacht te hebben voor de (natuurlijke) omgeving zodat maatregelen vlot mee opgenomen kunnen worden in het verdere proces.

Procesverloop

Hierna wordt het volledige proces doorlopen voor infrastructuurprojecten vanuit een natuurtechnisch perspectief. Afhankelijk van het type project zijn de noodzakelijke stappen voor de integratie van natuurtechnische maatregelen vermeld. **Voor de kleinere projecten zijn enkel een beperkt natuurtechnisch onderzoek en de uitvoering van toepassing.**

In dit deel A 'Natuurtechniek bij Infrastructuurwerken' worden alle stappen besproken die moeten genomen worden voor een optimale integratie van omgevingsmaatregelen.

In 'deel B Natuurtechnisch onderzoek' wordt dit proces simultaan doorlopen. Het beschrijft wat er inhoudelijk natuurtechnisch moet onderzocht worden.



Figuur 2: Procesverloop

Initiëren / Voorbereiden



Bij elk type project is de eerste stap een verkenning (Quick Scan) van de concrete impact van het project op de omgeving. **Bij onderhoudswerken en kleine werken zal deze impact beperkt zijn, maar kunnen kleine verbeteringsmaatregelen toch meegenomen worden.**

Quick Scan

Voor de kleine en niet-vergunningsplichtige werken moet minstens rekening gehouden worden met de 'zorgplicht'. Die stelt dat er bij activiteiten met een effect op de natuur maatregelen moeten genomen worden om schade te voorkomen, te beperken, of indien dat niet mogelijk is te herstellen of te remediëren.

<https://codex.vlaanderen.be/portals/codex/documenten/1006515.html>

Voor de grotere projecten gaat het vooronderzoek in eerste instantie over het vermijden van schade waardoor het dan niet meer nodig is om grote milderende maatregelen te nemen. Door middel van een Quick Scan worden de nodige procedurestappen en maatregelen onderzocht die een grote invloed kunnen hebben op het verdere verloop van het proces en op het uiteindelijke ontwerp of de uitvoering.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de maatregelen en procedures afhankelijk van het type project.

		Onderzoek natuur-technische maatregelen	Procedurale verplichtingen	Onderzoek MER-plicht
A.	Onderhoudswerken toplaag			
B.	Heropbouw wegkoffer			
C..	Aanleg vrijliggende fietspaden			
D.	Beperkte nieuwe inrichting van bestaande weg (bv met aanliggende fietspaden)			
E.	Uitbreiding bestaande infrastructuur			
F.	Volledige nieuwe inrichting bestaande weg			
G.	Aanleg nieuwe weg			

Zeker te onderzoeken

Niet van toepassing.

Figuur 3: Procedures en verplichtingen

De mogelijke procedurele verplichtingen voor het aspect Natuur en Omgeving zijn afhankelijk van de ruimtelijke ligging van het project. Het risico op bijkomende procedures kan vermeden worden door hiermee rekening te houden van in het begin van een project.

Voorzie voor de mogelijke onderzoeken ook voldoende tijd en budget.

Liggen er langs het (ontwerp-)tracé:

- Internationaal en Europees Beschermde gebieden (SBZ - Speciale Beschermingszones)
 - Habitatrichtlijngebieden
 - Vogelrichtlijngebieden

<https://natura2000.vlaanderen.be/natura-2000-gebieden>

- Ramsargebieden

<https://www.ecopedia.be/encyclopedie/ramsar-conventie>

- Regionaal beschermde gebieden
 - Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN)
 - Integraal Verwevings- en Ondersteunend Netwerk (IVON)
 - Vlaamse of erkende natuureservaten

<https://www.geopunt.be/kaart> > Natuur en milieu > Natuur

- Beschermde cultuurhistorisch landschap of erfgoedelementen
<https://geo.onroerenderfgoed.be/#zoom=9&lat=6706489.314549026&lon=462444.0199999999>
- Overstromingsgevoelige gebieden <https://www.waterinfo.be/kaartencatalogus>

Bij Omgevingsvergunningplichtige werken is een onderzoek naar de MER-plicht noodzakelijk

- Is er een screeningsplicht?
- Zal er een Plan MER/RUP opgemaakt moeten worden?
- Zal er een Project MER opgemaakt moeten worden?

Meer informatie over de mogelijke procedurele stappen zijn in het onderdeel 'Studiefase' opgenomen.

Houd bij de opmaak van de planning en van de budgettering rekening met mogelijke uit te voeren onderzoeken en procedures.

Voor het uitvoeren van deze Quick Scan kan een beroep gedaan worden op de experts Natuurtechniek. Deze worden dan ook verder in het projectteam opgenomen.

Verkenning natuurtechnische maatregelen

Voor alle soorten projecten is het van belang om in dit stadium te verkennen welke natuurtechnische of milderende maatregelen proactief geïntegreerd kunnen worden in de uitvoering. **Op de eerste voorontwerpen van grote projecten worden de belangrijkste aandachtzones reeds aangeduid en natuurtechnische maatregelen opgenomen zodat er tijdens de studiefase en het verdere ontwerpproces voldoende rekening mee gehouden wordt.** Een optimale integratie kan namelijk een belangrijke invloed hebben op het totale ontwerp.

De belangrijkste aandachtspunten handelen over:

- De landschappelijke inpassing
- De omgevingsfactoren

Deze aandachtspunten worden uitgebreid behandeld onder de titel '[Natuurtechnische verkenning](#)' in deel B. Dit kan uitgevoerd worden door experts Natuurtechniek.

Het is van belang dat de resultaten van dit vooronderzoek reeds worden opgenomen op de **conceptplannen en de startnota's**. Zo kunnen ze deel uitmaken van de plannen die verder worden onderzocht in mogelijke procedurestappen.

Mogelijke inzet instrumentenkoffer Landinrichting

Bij grote projecten kan het inzetten van de Instrumentenkoffer Landinrichting van de VLM (Vlaamse Landmaatschappij) oplossingen bieden voor een aantal ruimtelijke aspecten. Dit moet reeds in het eerste stadium van een project opgestart worden om tijdig de nodige stappen te kunnen zetten. De instrumentenkoffer biedt:

- een alternatief voor onteigening door het inzetten van een lokale grondenbank of het ruilen van gronden.
- de mogelijke opmaak van een landbouweffectenstudie (LER) waarin oplossingen gezocht worden voor de negatieve effecten op landbouw.
- een mogelijke beperking van het aantal noodzakelijke verbindingen onder of over de weg door het herlokaliseren van landbouwgronden.
- het zoeken naar compensatiegronden (natuur, bos) alsook voor de verwerving, de correcte natuurtechnische inrichting van deze gronden en de overdracht naar mogelijke beheerders.



Conceptfase

In deze fase wordt het project verder uitgewerkt en worden de (verplichte) studies uitgevoerd.

De resultaten van de Natuurtechnische verkenning worden reeds verwerkt in de voorontwerpplannen die in verder onderzoek gaan.

- Samenstelling projectstuurgroep met inbegrip van de experts Natuurtechniek en, afhankelijk van het type project, het Agentschap Natuur en Bos of andere partners die input kunnen geven voor de natuuraspecten.
- Doorlopen van de (verplichte) studiefase. Zie hierna.
- **Implementatie van de mogelijke natuurtechnische maatregelen in de startnota en de voorontwerpen.**

Voor ondersteuning bij het doorlopen van de natuurtechnische analyses en mogelijke procedurele verplichtingen kan een beroep gedaan worden op de experts. Deze maken daarom ook deel uit van de projectstuurgroep.

Natuurtechnisch onderzoek

Voor elk type project wordt verder onderzocht welke maatregelen concreet kunnen opgenomen worden. De manier van uitvoeren van dit onderzoek wordt uitgebreid besproken onder de titel '[Conceptfase - Natuurtechnisch onderzoek](#)' in deel B.

De resultaten uit dit onderzoek geven input aan de eventuele procedurele verplichtingen die moeten uitgevoerd worden in de studiefase.

Het onderzoek omvat:

1. Een uitgebreide inventarisatie van de bestaande toestand

- a. Inventarisatie en verzamelen van informatie over de aanwezige infrastructuren en landschapselementen
- b. Verzamelen van bestaande ecologische informatie
- c. Verzamelen van relevante beleidsdocumenten intern en extern
- d. Het bepalen van het barrière-effect van de nieuwe weginfrastructuur

2. Identificeren van mogelijke maatregelen

- a. Bepalen barrières
- b. Wanneer maatregelen nemen

3. Doelsoorten bepalen

Enkele basisprincipes:

- een goed ingerichte berm waar ecologisch maaibeheer mogelijk is geeft een mooie bloemrijke berm met meer biodiversiteit dan een berm met een houtkant.
- zo veel mogelijk bestaande bomen behouden en beschermen in het ontwerp en bij de aanleg (bomeneffectenanalyse).
- te brede aaneengeschaalde waterdichte verhardingen vermijden.
- ruimte geven aan water (infiltreren, bufferen, vertraagd afvoeren).
- zo veel mogelijk verlichting vermijden of voorzien in een aangepast lichtregime.
- nieuwe of bijkomende versnippering vermijden of milderden door de aanleg van faunapassages.
- nooit een raster of andere barrière langs de weg plaatsen (faunaslachtoffers en verkeersveiligheid) zonder dat er oversteekmogelijkheden aanwezig of gepland zijn.

Studiefase / Uitvoeren procedurele verplichtingen

Bij elk type project kan er een vergunningplicht gelden afhankelijk van de impact van de werken op de omgeving. De noodzaak voor het uitvoeren van bepaalde procedurele verplichtingen of specifieke studies wordt best voorgelegd aan een expert Natuurtechniek. Hierna volgt een niet-limitatieve lijst van mogelijke verplichtingen. Dit wordt inhoudelijk verder beschreven onder de titel '[Studiefase/ Uitvoeren procedurele verplichtingen](#)' in deel B.

Bij alle projecten	Bij grote en vergunningsplichtige projecten
<ul style="list-style-type: none"> • Bomeneffectenanalyse • Kapvergunning • Vegetatiewijziging • Onroerend Erfgoed/Archeologie • Soortenbesluit/soortbeschermingsprogramma's 	<ul style="list-style-type: none"> • Watertoets • Pesticidentoets • Overleg met EBS • Milderende of compenserende maatregelen • Passende beoordeling (PB) • Verscherpte Natuurtoets (VNT) • Natuur- of boscompensaties • Plan MER/GRUP-plicht • Project-MER

Figuur 4: Verplichtingen in functie van de grootteorde van een project

Opmaak startnota

De voorgestelde maatregelen uit de hierboven vermelde onderzoeken, moeten volledig opgenomen worden in de startnota.

Ontwerpfase



In deze fase wordt het project verder concreet uitgewerkt en worden de verzamelde gegevens en de al dan niet opgelegde milderende maatregelen uit voorgaande studies verder verwerkt in de definitieve ontwerpplannen.

Implementatie van de natuurtechnische maatregelen op basis van het natuurtechnische onderzoek en de fiches bij dit Vademecum;
Implementatie van de resultaten van de bomeneffectenanalyse ;
Opmaak van een samenwerkingsovereenkomst voor uitvoering van de natuurmaatregelen met mogelijke partners en bepalen van de verdeelsleutels. Hierin worden ook reeds de afspraken voor het latere beheer en onderhoud vastgelegd: <ul style="list-style-type: none"> • beheer en onderhoud civieltechnische infrastructuur door de infrastructuurbeheerder, • beheer, monitoring en/of onderhoud van de natuurtechnische delen met de lokale terreinbeheerder(s).
Ontwerp inrichting compenserende maatregelen ;
Vermijden van overbodige verharding ;
Bepalen tijdelijke verhardingen waarbij kwetsbare vegetaties worden vermeden;
Afbakening werkzone en stockageplaatsen waarbij kwetsbare vegetaties worden vermeden.

Figuur 5: Elementen op te nemen in de definitieve ontwerpplannen.

Uitvoering op terrein



Tijdens de werken kunnen de experts Natuurtechniek zich ter beschikking stellen voor het bieden van mogelijke detailoplossingen.

Bij de effectieve aanleg op terrein door een aannemer, gespecialiseerd in weginfrastructuur, bieden de ontwerpplannen niet altijd voldoende duidelijkheid over de correcte uitvoering van natuurtechnische maatregelen. Ook kunnen er tijdens de aanleg onverwachte technische problemen, maar ook opportuniteiten opduiken.

Eventuele kapwerken moeten uitgevoerd worden buiten het broedseizoen dat juridisch loopt van 15 maart tot 15 juli. In de praktijk wil dit zeggen dat je de kapwerken best uitvoert in de voorafgaande winterperiode.

Evalueren



Bij de **voorlopige en de definitieve oplevering** moet ook aandacht besteed worden aan controle van de correcte uitvoering van de natuurtechnische maatregelen. Hiervoor kan de deelname van de experts Natuurtechniek aan de opleveringsmomenten nuttig zijn.

Beheer en onderhoud



Voor een goede instandhouding van de aangelegde of de andere aanwezige natuurwaarden is het belangrijk om tijdig afspraken vast te leggen rond beheer en onderhoud. In principe worden deze afspraken al vastgelegd in een samenwerkingsovereenkomst van het project zelf tijdens de ontwerpfasen.

Indien dit niet het geval is dan moet een aparte samenwerkingsovereenkomst specifiek over het beheer en onderhoud opgemaakt worden.

- afspraken vastleggen voor beheer en onderhoud civieltechnische infrastructuur door de infrastructuurbeheerder.
- afspraken vastleggen voor beheer, monitoring en/of onderhoud van de natuurtechnische delen met de lokale terreinbeheerder(s).

De noodzakelijke beheer- en onderhoudsmaatregelen worden per specifieke maatregel besproken in de fiches.

B. Natuurtechnisch onderzoek

Het analyseren van informatie rond natuur is niet altijd eenvoudig voor projectleiders. Het inschakelen van experts natuurtechniek betekent dan ook bij elk project een meerwaarde. Zij kunnen ondersteuning bieden:

- In het voortraject en de beginfase van een project (initiëren en voorbereiden)
 - ondersteuning bieden bij de mogelijke procedurele verplichtingen (vergunningen, MER)
 - een Quick Scan uitvoeren van de mogelijke knelpunten rond natuur met als belangrijkste doel het vermijden van (bijkomende) schade of van zware procedures.
 - een verkenning maken van de maatregelen die best worden meegenomen van bij de start van een project en bij de uitvoering van (verplichte) studies.
- In de conceptfase
 - een volledig natuurtechnisch onderzoek uitvoeren.
 - de analyse maken van de noodzakelijke procedurele verplichtingen/vergunningen.
 - indien van toepassing input leveren bij de opmaak van een startnota.

Dit kan ook door een gespecialiseerd team bij een studie bureau gebeuren, maar best begeleid door de interne experts.

- In de ontwerp fase
 - zorgen voor de implementatie van de natuurtechnische maatregelen in de ontwerpplannen.
 - input leveren aan de uitvoeringsmodaliteiten op basis van de fiches bij dit Vademecum.
 - contacten leggen met terreinbeheerders en informatie verzamelen.

Dit kan eveneens door een gespecialiseerd team bij een studie bureau gebeuren, maar best begeleid door de interne experts.

- ondersteuning tijdens de aanleg op terrein.
- tijdens de oplevering de evaluatie maken van de correcte uitvoering van de natuurtechnische maatregelen.
- afspraken maken voor de opvolging, [beheer en onderhoud](#).

De experts Natuurtechniek kunnen ook optreden als contactpersoon voor de lokale terreinbeheerders.

Een aantal elementen die hieronder worden besproken zijn ook reeds aan bod gekomen in deel 'A. Natuurtechniek bij infrastructuurprojecten'. In dit aanvullende deel gaan we verder in op de verschillende stappen vanuit een natuurtechnisch standpunt. In welke fase van een project moet wat aan bod komen om een goede inpassing van de weg in zijn natuurlijke omgeving te garanderen.

Initiëren en Voorbereiden



Quick Scan

Analyse van de vergunningplicht

De experts Natuurtechniek kunnen ondersteuning bieden bij de desktopanalyse (QuickScan) van het projectgebied en het omliggende landschap om snel een indruk te krijgen van de terreinen die beïnvloed zullen worden door het project en welke mogelijke verplichte procedures of vergunningen noodzakelijk zijn. Zie Quick Scan in deel A.

In deze fase **kan de impact** op natuurrijke gebieden en landschappelijk waardevolle gebieden nog **vermeden worden** door het zoeken naar alternatieven. Daardoor kunnen mogelijk ook langdurige procedures vermeden worden.

In deze fase is het ook reeds aangewezen om een inschatting te maken van de nodige ruimte voor een optimale landschappelijke inpassing van de weg. Dit is van belang bij elk type project.

- Bij de kleinere projecten kan het gaan over de inname van bijkomend terrein of de impact op de aanwezige vegetatie en soorten (bermen, weginrichting, edm).
- Bij grote projecten kan nog gezocht worden naar alternatieve tracés of alternatieve manieren van uitvoering (inpassing in het landschap).

Beschermingsstatuut

Bij kleinere en niet-omgevingsvergunningplichtige werken kan de aantasting van beschermde vegetaties of soorten ook aanleiding geven tot wettelijke verplichtingen (zorgplicht).

Indien het om grotere vergunningplichtige werken gaat ter hoogte van wettelijk beschermde natuurterreinen kan dit aanleiding geven tot specifieke wettelijke procedurestappen (Passende beoordeling of verscherpte natuurtoets). Meer informatie hierover is terug te vinden in [deel 'A. Natuurtechniek bij infrastructuurwerken'](#).

Ter hoogte van andere Vlaamse of erkende natuurreservaten kunnen eveneens specifieke maatregelen opgelegd worden.

Natuurtechnische verkenning

In de natuurtechnische verkenning wordt een eerste analyse gemaakt van de landschappelijke opportuniteiten voor natuurtechnische maatregelen. Deze worden daarna verder uitgewerkt in het uiteindelijke ontwerp.

Inpassing in het landschap

- welke ruimte is nodig voor een goede inpassing van de weg met een minimum impact op zijn omgeving?
 - ruimte geven aan water (bvb verbrede bufferende grachten)
 - ruimte geven aan bomen
 - inrichting bermen en niet te steile taluds
 - ...
- ligging van het wegniveau ten opzichte van de omgeving
 - verdiepte ligging
 - meer grondinname bij open sleuf
 - invloed op grondwaterstanden
 - kleine faunapassages niet mogelijk
 - + mogelijkheid tot aanleg grote faunapassages met weinig grondinname
 - + beperkte invloed op de omgeving van licht en geluid
 - verhoogde ligging
 - meer grondinname bij sterk verhoogd weglichaam
 - meer invloed op de omgeving door verdere verspreiding van licht en geluid
 - + mogelijkheid tot aanleg viaduct/ecovallei ter hoogte van depressies
 - + mogelijkheid tot aanleg kleine faunapassages
 - gelijkgrondse ligging
 - invloed op de omgeving van licht en geluid
 - grondinname voor aansluiting faunapassages op de omgeving
 - + grondinname weginfrastructuur kan beperkt worden

Omgevingsfactoren

- Zijn er waardevolle, te vrijwaren vegetaties aanwezig in de bestaande bermen?
- Uitvoeren van een bomeneffectenanalyse door een erkende European Tree Technician (ETT) voor evaluatie en vrijwaring van de bestaande bomen en/of voor de inplanning van nieuwe bomen.
- Zijn er aangrenzende natuur- en of bosgebieden (wettelijke en terreinen in beheer van natuurverenigingen)?
- Zijn deze of andere terreinen in beheer van het Agentschap Natuur en Bos (ANB), van de gemeente, de provincie, een natuurvereniging of in privaat bezit? Deze informatie kan door het plaatselijke gemeentebestuur aangeleverd worden.




- Zijn er gemeentelijke of provinciale natuurverbindingsgebieden aanwezig?
- Ligt het project in een buitengebied? Dit zijn gronden buiten de bebouwde kommen van steden en dorpen. Het gaat dan om gebieden met een agrarische, ecologische of recreatieve bestemming.
- Indien het om een agrarisch landschap gaat, zijn er dan veel kleine landschapselementen zoals bomenrijen, houtkanten of kleine bosjes aanwezig?
- Zijn er onderdoorgangen van natuurlijke of grote waterlopen aanwezig (categorieën BEV, 1 of 2)?
- Zijn er onderdoorgangen of bruggen aanwezig die weinig gebruikt worden?

Niet alleen ter hoogte van natuurgebieden, maar ook ter hoogte van **valleigebieden/natuurlijke waterlopen** zijn natuurtechnische maatregelen noodzakelijk. Zo is het belangrijk dat bij de aanleg van bruggen of duikers de (natuurlijke) oevers verbonden blijven. Best door beide oeverzones vrij te houden of door het voorzien van kunstmatige oeververbindingen. Ook **verlichting en vegetatiestructuren** zijn een aandachtspunt op die locaties.

Het is belangrijk om dergelijke aandachtsgebieden reeds in de conceptnota's en eerste voorontwerpplannen op te nemen.

Op de plannen kunnen aanwezige en gewenste natuurverbindingen opgenomen worden door middel van:

- groene stippellijnen voor waardevolle bermen
- groene pijlen voor landverbindingen (landdieren)
- blauwe pijlen voor waterverbindingen (watergebonden dieren en landdieren)

	Te vrijwaren bermvegetaties. Te vrijwaren waardevolle bomenrijen.	Deze kunnen aanleiding geven tot het behoud van of het herstellen van zo veel mogelijk aanwezige landschapselementen in de bermen.
	Waar natuurgebieden doorsneden worden. Waar natuurlijke structuren doorsneden worden (kleine landschapselementen en corridors). Ter hoogte van droge valleigebieden.	Deze kunnen aanleiding geven tot droge faunaverbindingen of andere natuurmaatregelen.
	Ter hoogte van natuurlijke en/of bevaarbare waterlopen Ter hoogte van waterrijke gebieden	Deze kunnen aanleiding geven tot natte natuurverbindingen of maatregelen voor het waterbeheer van de weg rekening houdend met de omgeving.

Figuur 6: weergave aandachtszones natuur op voorontwerpplannen



Conceptfase – Natuurtechnisch onderzoek

Voor de verdere uitwerking van de natuurmaatregelen voor een project wordt gestart met een grondige inventarisatie en analyse van de huidige toestand.

1. Inventarisatie bestaande toestand

Bij grote projecten kan dit uitgevoerd worden door een studiebureau om later te implementeren in het ontwerp.

a. Inventarisatie en verzamelen van informatie over de aanwezige infrastructuur en landschapselementen

- Gegevens over naastgelegen natuurgebieden
 - managementsplannen (SBZ) voor natuurdoelen
 - beheerplannen
 - verantwoordelijke beheerder
- Bomeninventaris / Bomeneffectenanalyse
 - Bomen langs gewestwegen zijn terug te vinden via [geopunt/Mobiliteit/Transport over land/aanhorigheden van genummerde wegen/bomen](#)
 - Doel:
 - Optimaal behoud van de aanwezige bomen en het tijdig voorzien van voldoende ondergrondse en bovengrondse ruimte voor nieuw aan te planten bomen in het projectontwerp
- Aanwezigheid (dwarsende) bomenrijen, bos(-randen)
 - Doel:
 - vermijden van kapvergunningen
 - optimale locatie voor faunaverbindingen onder of over de weg (vleermuizen).
- Huidige inrichting bermen
 - zijn er barrières aanwezig in het verloop van bermen waardoor ze niet kunnen functioneren als corridor parallel aan de weg (via de wegbermen of de grachten).
 - Doel:
 - maatregelen treffen om een vlot (maai-)beheer toe te laten (geen obstakels, kopmuren, geen te steile taluds)
 - voldoende ruimte voorzien voor vitale beplantingen
- Aanwezigheid exoten
 - Lokaliseren van aanwezige invasieve exoten. Een lijst met de verschillende soorten invasieve exoten in Vlaanderen kan je vinden op [Ecopedia](#).
 - Doel:
 - nemen van noodzakelijke maatregelen bij grondverzet vooral bij de aanwezigheid van Japanse Duizendknoop
- Niet functionele verhardingen
 - Welke verhardingen zijn aanwezig?
 - Doel:
 - beperken van dichte verhardingen tot het hoogstnoodzakelijke
- Water
 - hoe verloopt de huidige waterafvoer en in kaart brengen van de problemen.
 - Grondwaterstanden.
 - zijn er (natuurlijke) poelen aanwezig?
 - overstromingsgevoelige terreinen in kaart brengen.
 - bevindt de projectlocatie zich in een riviervallei met waardevolle wetlands (drasland)?
 - Doel:
 - maatregelen plannen rond bemalingen, verontreiniging, buffering...
 - mogelijke locaties voor onderdoorgangen bepalen,
 - rekening houden met de eventuele aanwezigheid van amfibieën of specifieke watergebonden flora

- Aanwezigheid dwarsende waterlopen (overleg met de waterloopbeheerder)
 - De aanwezigheid van waterlopen: de categorieën en de ecologische kwaliteit kunnen geraadpleegd worden op [geopunt](#) (Natuur en milieu/Water/...)
 - Om de (biologische) kwaliteit van de waterloop verder te onderzoeken, kan men het [Geoloket VMM](#) raadplegen.
 - Op de grotere waterlopen wordt het visbestand gemonitord door het [INBO](#).
- Doel:
 - hier liggen opportuniteiten om oeververbindingen te voorzien (kunstmatig) of te behouden (natuurlijk) in functie van de passeerbaarheid door landgebonden dieren (ecoduikers, doorlopende oevers, ecovallei) of watergebonden dieren (vispassage).
- Reliëf
 - Zijn er bijzondere reliëfelementen aanwezig zoals valleien/depressies of hellingen die doorsneden worden. (Geopunt/Hoogte/Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen II, digitaal oppervlaktemodel 1m)
 - lokale reliëf langs de weg
- Doel:
 - nagaan mogelijkheden om kleine onderdoorgangen aan te sluiten op het omliggende terrein.
- recreatieve en landbouwverbindingen
 - Doel:
 - verbindingen kunnen gecombineerd worden met faunaverbindingen
- aanwezigheid bestaande ontsnipperende infrastructuur
- aanwezigheid weinig gebruikte onderdoorgangen
 - Doel:
 - deze kunnen, in overleg met de lokale wegbeheerder, ingericht worden voor medegebruik door dieren
- aanwezigheid weinig gebruikte bruggen
 - Doel:
 - deze kunnen, in overleg met de lokale wegbeheerder en EBS '(zie figuur 14), ingericht worden voor medegebruik door dieren
- bepalen werkzones /stockageplaatsen
 - Doel:
 - vrijwaren van waardevolle plaatsen door afbakening werkzones en bepalen stockageplaatsen
 - gebruik van grondplaten om verdichting van de gronden te vermijden
 - herstel na gebruik van tijdelijke verhardingen
- nutsleidingen (Klip)
 - Doel:
 - ligging bepaalt de noodzakelijke ondergrondse ruimte voor bomen
 - ligging bepaalt de beschikbare ondergrondse ruimte voor onderdoorgangen
- uitzonderlijk vervoer
 - Doel:
 - nagaan noodzakelijke vrije hoogtes voor overbruggingen
- bestaande wegaanhorigheden
 - verlichting, beveiligende constructies, straatkolken
- bestaande constructie
 - rasters, hekwerken, geluidsschermen
- toekomstige ontwikkelingen in de omgeving
 - zijn er in de aangrenzende gebieden ontwikkelingen gepland (natuurontwikkeling, verkavelingen,)

b. Verzamelen bestaande ecologische informatie

Informatie over de aanwezigheid van kwetsbare flora en fauna is terug te vinden via:

- Managementplannen (SBZ), (natuur)beheerplannen of inventarisatiegegevens van aanliggende natuurgebieden.
- Biologische Waarderingskaart (BWK) (<https://www.geopunt.be/kaart> - Natuur en milieu/Natuur/Biologische waarderingskaart – versie 2). Lichtgroen en donkergroen ingekleurde percelen, al dan niet gearceerd, worden beschouwd als biologisch waardevolle percelen.
- Bermbeheerplannen - de inventarisatiegegevens bieden informatie over de waarde van de aanwezige bermvegetatie. Deze gegevens kunnen gebruikt worden voor een optimaal behoud van de meest waardevolle vegetaties en voor het nemen van maatregelen voor restauratie na de werken (grondopslag toplaag, edm.)
- Faunagegevens kunnen opgevraagd worden:
 - bij terreinbeherende instanties (ANB, Natuurpunt,...), bij de lokale besturen, bij (lokale natuurwerkgroepen.
 - via de online databank van waarnemingen.be, in het onderdeel dierenonderdewielen.be kunnen de faunaslachtoffers opgevraagd worden.
- De beschermde status en gekoppelde maatregelen kunnen geraadpleegd worden via:
 - **Ecopedia**: Europees beschermd diersoorten (soorten van de habitatrictlijn).
 - Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek voor Rode Lijst-soorten. Soorten die op de lijst als ernstig bedreigd (of met uitsterven bedreigd) of bedreigd aangeduid staan, zijn soorten met een extreem hoge tot zeer hoge kans om uit te sterven. Kanshebbers om tot deze categorie te behoren worden als zeldzaam of zeer zeldzaam op waarnemingen.be aangeduid.
 - Voor een aantal soorten werd een **soortenbeschermingsprogramma** opgemaakt. Daarin kan de actuele verspreiding en de maatregelen voor instandhouding consulteren. Een vastgesteld soortenbeschermingsprogramma is een officieel document en niet vrijblijvend. De gemaakte afspraken binnen zo'n programma zijn beslist beleid en dus bindend.

Bij de opmaak van een passende beoordeling wordt deze informatie verder in kaart gebracht.

c. Verzamelen relevante beleidsdocumenten intern en extern

- Bestemmingsplannen zoals gewestplan en lokale Ruimtelijke Uitvoeringsplannen (RUP): Informatie en databank is terug te vinden via: <https://omgeving.vlaanderen.be/nl/bestemmingsplannen-grups-gewestplan>
- Landinrichtings- of natuurinrichtingsplannen: zie https://www.vlaanderen.be/publicaties?publisher_CONTAINS_ANY=Vlaamse%20Landmaatschappij&order_publicationdate=desc
- Gemeentelijke of provinciale structuurplannen via de websites van de betreffende gemeenten of provincies.

2. Identificeren van mogelijke maatregelen

Op basis van de ingezamelde gegevens kan beslist worden waar welke maatregelen mogelijk zijn. Dit is afhankelijk van:

- a. Barrière-effect door de (nieuwe) weg en op landschappelijk niveau
- b. Wanneer welke maatregelen nemen?
- c. de landschappelijke randvoorwaarden en opportuniteiten
- d. de doelsoorten

a. Barrière-effect door de (nieuwe) weg en op landschappelijk niveau

Bij het bepalen van de barrières worden de locaties of secties geïdentificeerd waar de bestaande weg in strijd is met natuurlijke structuren (waterlopen, bossen,...) die deel uitmaken van het ecologisch netwerk in de omgeving en voor welke soorten dit een probleem zal zijn.

- De projectlocatie en het invloedsgebied (zie figuur 7 Invloedsgebied barrière- effect per type weg) moeten bij deze evaluatie op ruime schaal beschouwd worden waarbij de connectiviteit binnen en tussen habitats en populaties centraal staat.
- Er wordt niet enkel rekening gehouden met de (nieuwe) weginfrastructuur, maar ook met de aanwezigheid en locatie van de habitats in de ruime omgeving en met andere potentiële barrières zoals parallelle infrastructuur (kanalen, spoorwegen), woonkernen/lintbebouwing of bedrijventerreinen.

- Verder wordt aangegeven waar en hoe bestaande maatregelen verbeterd kunnen worden en waar het nodig is om nieuwe maatregelen te nemen. Dit is afhankelijk van het type project dat uitgevoerd zal worden.

Een aandachtspunt is dat bij het heraanleggen van wegen de infrastructuur vaak verbeterd wordt voor het verkeer, maar soms kan dit ook leiden tot een verhoogd barrière-effect (extra rijstrook, hogere snelheid, meer verkeer, beveiligende constructies,...).

Er moet nagegaan worden hoe habitats/leefgebieden van doelsoorten met elkaar verbonden zijn of kunnen worden, of waar de weg hiervoor een barrière vormt. Gezocht wordt naar assen die de verschillende kerngebieden met elkaar verbinden zonder grote onderbrekingen of die mits eenvoudige landschappelijke ingrepen kunnen worden hersteld.

Barrière-effect van de nieuwe weginfrastructuur bepalen

De invloed van de weg op de omgeving rond de projectlocatie wordt ingeschat op basis van het type weg ([Geopunt.be/Mobiliteit/Transport over land/Wegen](#)). Het invloedsgebied wordt berekend als een straal rond de grenzen van de projectlocatie. De mogelijke voorstellen zijn afhankelijk van het barrière-effect van de weg op de omgeving.

Type weg	Barrièrewerking	Risico	Invloedsgebied
Fietssnelwegen	laag	1	1 km
Landwegen en lokale wegen < 30 km/uur	laag	2	1 km
Lokale wegen <50 km/uur	matig	2	2 km
Gewestwegen 2x1 rijbanen <50 km/uur	matig	2	3 km
Gewestwegen 2x1 rijbanen <70 km/uur	hoog	3	5 km
Gewestwegen 2x2 rijbanen <70 km/uur	zeer hoog	3	5 km
Gewestwegen <90 km/uur	zeer hoog	4	5 km
Autosnelweg <120 km/uur	absoluut	4	5 km

1 : Enkel beperkte barrière voor weinig mobiele soorten

2 : Enkel barrière voor minder-mobiele soorten

3 : Barrière voor alle soorten en gevaar voor de verkeersveiligheid

4 : Absolute niet oversteekbare barrière voor alle soorten en gevaar voor de verkeersveiligheid

Figuur 7: Invloedsgebied barrière- effect per type weg

Mobiele soorten: ree, everzwijn, wolf, vos

Deze kunnen nog snel de weg oversteken. Zij doen dat vooral 's nachts zodat dit minder gevaar oplevert voor aanrijdingen. De impact bij een aanrijding is door de grootte van het dier echter wel aanzienlijk. Het risico op aanrijdingen en dus het gevaar voor de verkeersveiligheid neemt toe met de breedte van de weg en de snelheid waarmee gereden wordt.

Minder-mobiele soorten: das, otter, bever, marters, konijn, haas, eekhoorn, muis.

Deze verplaatsen zich trager dan de mobiele soorten waardoor ze bij het oversteken langer op de weg aanwezig zijn. Hier is minder een gevaar voor de verkeersveiligheid maar het risico om te sterven door het verkeer neemt voor deze soorten toe afhankelijk van de breedte van de weg.

Weinig mobiele soorten: egels, amfibieën, reptielen.

Deze verplaatsen zich zeer traag of rollen zich op bij gevaar zodat ze zeer lang op de weg aanwezig blijven. Het risico om te sterven bij het oversteken van elk type weg is zeer hoog. Zelfs langs wegen met traag verkeer (<30 km/uur) en op fiets(snel)wegen. Er is een zeer beperkt gevaar voor de verkeersveiligheid (uitwijkbewegingen).

b. Wanneer welke maatregelen nemen?

Herinrichtings- of onderhoudswerken bieden een uitstekende kans om maatregelen op te nemen. Bij **nieuwe wegen of bij een grote heraanleg** van een bestaande weg moeten natuurtechnische maatregelen wezenlijk deel uitmaken van de werken. Afhankelijk van de grootte van het project kunnen grotere of kleinere maatregelen opgenomen worden. (Zie [Figuur 1](#): Welke maatregelen bij welk type infrastructuurproject).

Zelfs bij zeer beperkte projecten of onderhoudswerken kan het mee opnemen van algemene of kleine maatregelen een grote meerwaarde betekenen voor de natuur in de omgeving. Op dat moment zijn ze uit te voeren met beperktere financiële en administratieve lasten dan bij nieuwbouwprojecten. Met slechts kleine veranderingen of aanpassingen kan soms een grote winst geboekt worden.

In sommige gevallen zal de aanpassing van een aantal kleine bestaande infrastructuren, zoals ter hoogte van onderdoorgangen van waterlopen, zelfs betere resultaten opleveren dan het bouwen van één grote nieuwe dure passage.

Ook kunnen met kleine aanpassingen bestaande en weinig gebruikte bruggen of tunnels geschikt gemaakt worden voor medegebruik door fauna waarbij nog recreatief of landbouwverkeer mogelijk blijft. De grote nieuwe en duurdere ecologische passages zoals ecoducten of ecovalleien (viaduct) blijven voorbehouden voor natuurkerngebieden.

c. Landschappelijke randvoorwaarden en opportuniteiten

De keuze van ontsnipperende maatregelen wordt in grote mate bepaald door de topografie van het gebied, maar ook de grondwatertafel en de aanwezigheid van nutsvoorzieningen spelen een belangrijke rol. Bij een verhoogde ligging van de weginfrastructuur is een onderdoorgang doorgaans gemakkelijker te realiseren dan een ecoduct; bij een verdiepte ligging geldt vanzelfsprekend het omgekeerde.

In tegenstelling tot passages onder wegen hebben passages over de weg het voordeel dat er vegetatie kan groeien die zorgt voor de noodzakelijke habitats. Passages over de weg zijn hierdoor geschikt voor een breder scala aan soorten. Ze zijn echter wel onderhevig aan droogte. Onderdoorgangen lijken daarom beter geschikt voor dieren die natte of vochtige omstandigheden vereisen. Deze zijn echter dan weer minder geschikt om brede wegen te passeren (te lang en te donker).

Over het algemeen geldt dat hoe breder de weg is, hoe groter de dimensionering moet zijn voor een optimale habitatconnectiviteit voor alle types fauna. Meer informatie hierover is terug te vinden in de fiches van de verschillende types maatregelen.



Figuur 8: © MIP0 2018). MIP0. 2018. Meer leefruimte voor dieren. Hoe het Meerjarenprogramma Ontsnippering natuurgebieden in Nederland verbindt.

d. Doelsoorten

De doelsoorten zijn de soorten die in de ruime omgeving van de weg voorkomen en waarvoor natuurtechnische maatregelen in eerste instantie worden voorzien. Soms wordt vanuit plaatselijk beleid en de omgeving enkel naar maatregelen voor amfibieën gevraagd omwille van de soms erg 'zichtbare' massale sterfte in het verkeer of op basis van overzetacties. In een natuurgebied en in andere open semi-natuurlijke of agrarische landschappen komen echter ook soorten voor die kwetsbaar zijn in het verkeer. Daarom is het beter om bij het bepalen van de maatregelen steeds rekening te houden met een breder scala aan soorten.

Om snel en efficiënt na te gaan welke faunavoorzieningen voor welke diersoorten geschikt zijn, kan gebruik gemaakt worden van zogenaamde **'paraplusoorten'**. De paraplusoort wordt zo gekozen dat als de faunavoorziening op de eisen van deze soort is afgestemd, de faunavoorziening ook geschikt is voor de soorten die gelijkaardige eisen stellen.

Soorten kunnen bijvoorbeeld elkaar vertegenwoordigen op basis van:

- de grootte
- specifieke eigenschappen (reptielen, amfibieën)
- het habitat: bijvoorbeeld
 - nat/droog,
 - in tunnels/bovengronds (konijn versus haas).
- de manier waarop de soort zich voortbeweegt door een gebied:
 - oriëntatie op zicht of geur bij de meeste zoogdieren,
 - voorkeur voor ondergronds bij de das,
 - door de lucht, langs beplanting bij vleermuizen,
 - door de bomen of door/langs het water, ...
- grootte van het leefgebied en de snelheid waarmee ze zich kunnen voortbewegen
- de gevoeligheid voor verstoring (bv. licht bij vleermuizen)

Het is belangrijk, zeker bij beschermde of bedreigde doelsoorten, om na te gaan of de eisen van paraplusoorten overeenstemmen met deze van de doelsoort. De otter zou bijvoorbeeld paraplusoort voor alle water- en oevergebonden diersoorten kunnen zijn. Echter, een 100 m kale oever is voor een otter geen barrière, maar voor een waterspitsmuis wel. De eisen van de waterspitsmuis die nog niet door die van de otter worden gedekt, moeten in dit geval worden toegevoegd om tot een effectieve faunapassage te komen.

Onderstaande tabel is samengesteld op basis van gegevens uit de Indicator Ontsnippering van het INBO en de Ontsnipperingstool.

Faunavoorziening	Doel soortengroep Maximale 'functie' op basis van de grootte	paraplusoorten
Ecoduct	Grote landgebonden zoogdieren	Ree
Bermbrug	Grote landgebonden zoogdieren	Ree
Grote ecotunnel	Grote landgebonden zoogdieren	Ree
Kleine ecotunnel	Kleine landgebonden zoogdieren	Marterachtigen
Ecoduiker	Kleine landgebonden en watergebonden zoogdieren	Marterachtigen, Otter
Amfibieëntunnel	Amfibieën	amfibieën
Reptielentunnel	Reptielen	reptielen
Hop-Over	Vleermuizen/Vogels	

Figuur 9 Welke maatregelen zijn geschikt voor welke doelgroep en welke soorten fungeren hiervoor als paraplusoort.

De gedetailleerde gegevens over de geschiktheid van maatregelen voor specifieke soorten is terug te vinden in de 'Geschiktheidstabel' hieronder.

3. Geschiktheidstabel

Onderstaande 3 tabellen geven een overzicht van welke maatregelen functioneren voor welke doelsoorten.

Inrichtingsmaatregelen

Maatregelen die kunnen genomen worden bij alle wegenwerken.

		Grazige Bermen Fiche 1-C	Houtige bermen Fiche 1-D	Bomen- Laanbomen Fiche 1-E	Hop-over Fiche 1-F	Weg- gebonden water- elementen Fiche 2-A/-B	Afwezig- heid verlichting Fiche 3-A	Aangepaste stoepranden straatkolken Fiche 3-C
Insecten	Vlinders	++	++	++	-	+	++	-
	Bijen/ hommels	++	++	++	-	+	++	-
	Libellen/ Sprinkhanen	++	-	-	-	++	++	-
	Niet-vliegende insecten	++	++	+	-	+	++	++
Vissen	Vissen	-	-	-	-	++	+	-
Amfibieën	Pad/kikker/ Salamander	++	+	-	-	++	++	++
Reptielen	Hagedis	++	+	-	-	-	++	++
	Ringslang	++	-	-	-	++	++	++
	Andere slangen	++	+	-	-	-	++	++
Vogels	Vliegende vogels	+	++	++	+	+	++	-
	Niet-vliegende vogels	++	+	-	-	+	++	-
Vleermuizen	Vleermuizen	-	++	++	+	++	++	-
Kleine land- gebonden zoogdieren	Haas	+	-	-	-	-	++	-
	Konijn	++	++	-	-	+	++	-
	Egel	++	++	-	-	+	++	-
	Muizen/ spitsmuizen	++	++	-	-	+	++	++
Water- gebonden zoogdieren	Otter	-	-	-	-	++	++	-
	Bever	-	-	-	-	++	++	-
	Waterspitsmuis	-	-	-	-	++	++	++
Boom- gebonden zoogdieren	Eekhoorn	-	++	++	-	-	++	-
	Boommarter	-	++	++	-	-	++	-
	Eikelmuis/ Hazelmuis	-	++	++	-	-	++	-

		Grazige Bermen Fiche 1-C	Houtige bermen Fiche 1-D	Bomen- Laanbomen Fiche 1-E	Hop-over Fiche 1-F	Weg- gebonden water- elementen Fiche 2-A/-B	Afwezig- heid verlichting Fiche 3-A	Aangepaste stoepranden straatkolken Fiche 3-C
Land- gebonden roofdieren	Wolf	+	+	+	-	+	++	-
	Vos	+	+	+	-	+	++	-
	Das	+	+	+	-	+	++	-
	Overige marter- achtigen	+	+	+	-	+	++	-
	Lynx/ Wilde kat	+	+	+	-	+	++	-
	Goudjakhals	+	+	+	-	+	++	-
Grote hoefdier- ren	Edelhert/ Damhert	+	+	-	-	+	++	-
	Ree	+	+	+	-	+	++	-
	Everzwijn	+	+	+	-	+	++	-

Figuur 10: Geschiktheidstabel Inrichtingsmaatregelen

++ Deze maatregel is zeer geschikt voor deze diersoort

+ Deze maatregel is matig geschikt. Deze diersoort zal enkel gebruik maken van de maatregel mits een zeer goede en aangepaste inrichting

- Deze maatregel is ofwel niet geschikt of niet relevant voor deze diersoort, of er is nog geen ervaring van het effect op de soort

Kleine maatregelen

Ook deze maatregelen zijn inzetbaar bij alle wegenwerken.

		Waarschuwings-systemen Fiche 3-D	Afchrik-middelen Fiche 3-E	Kleine eco-tunnels Fiche 4-A	Kleine eco-duikers Fiche 4-B	Duiker water-gebonden dieren Fiche 4-C	Amfbieën-tunnel Fiche 4-D	Reptielen-tunnel Fiche 4-E	Boombrug Fiche 6-A	Vleermuis-passages Fiche 6-B
Insecten	Vlinders	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Bijen/hommels	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Libellen/Sprinkhanen	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Niet-Vliegende insecten	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vissen	Vissen	-	-	-	+	++	-	-	-	-
Amfbieën	Pad/kikker/Salamander	-	-	++	++	-	++	++	-	-
Reptielen	Hagedis	-	-	-	+	-	+	++	-	-
	Ringslang	-	-	-	+	-	+	++	-	-
	Andere slangen	-	-	-	+	-	+	++	-	-
Vogels	Vliegende vogels	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Niet-vliegende vogels	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vleermuizen	Vleermuizen	-	-	-	+	-	-	+	+	+
Kleine landgebonden zoogdieren	Haas	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	Konijn	-	-	++	++	-	+	++	-	-
	Egel	-	-	++	++	-	++	++	-	-
	Muizen/spitsmuizen	-	-	++	++	-	++	++	-	-
Watergebonden zoogdieren	Otter	+	-	+	++	+	-	++	-	-
	Bever	-	-	+	-	++	-	+	-	-
	Water-spitsmuis	-	-	++	++	++	+	+	-	-
Boomgebonden zoogdieren	Eekhoorn	-	-	-	-	-	-	-	++	-
	Boommarter	-	-	+	-	-	+	+	+	-
	Eikelmuis/Hazelmuis	-	-	+	-	-	+	+	?	-

		Waar- schuw- ings- systemen Fiche 3-D	Afschrik- middelen Fiche 3-E	Kleine eco- tunnels Fiche 4-A	Kleine eco- duikers Fiche 4-B	Duiker water- gebonden dieren Fiche 4-C	Amfbieën- tunnel Fiche 4-D	Reptielen- tunnel Fiche 4-E	Boombrug Fiche 6-A	Vleermuis- passages Fiche 6-B
Land- gebonden roof- dieren	Wolf	++	-	-	-	-	-	-	-	-
	Vos	++	-	++	++	-	-	++	-	-
	Das	+	-	++	++	-	-	++	-	-
	Overige marter- achtigen	-	-	++	++	-	-	++	-	-
	Lynx/ Wilde kat	+	-	?	?	-	-	?	-	-
	Goudjak- hals	+	-	?	?	-	-	?	-	-
Grote hoef- dieren	Edelhert/ Damhert	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ree	+	+	-	-	-	-	-	-	-
	Everzwijn	+	+	-	-	-	-	-	-	-

Figuur 11: Geschiktheidstabel Kleine maatregelen



Deze maatregel is zeer geschikt voor deze diersoort



Deze maatregel is matig geschikt. Deze diersoort zal enkel gebruik maken van de maatregel mits een zeer goede en aangepaste inrichting



Deze maatregel is ofwel niet geschikt of niet relevant voor deze diersoort, of er is nog geen ervaring van het effect op de soort

Grote maatregelen

Deze kunnen enkel toegepast worden bij grotere wegenwerken en bij nieuwe aanleg.

		Grote ecotunnel Fiche 5-A	Grote ecotunnel met medegebruik Fiche 5-B	Brug doorlopende oevers/ Grote ecoduiker Fiche 4-B	Natte ecovallei Fiche 5-C	Droge ecovallei Fiche 5-C	Bermbrug Fiche 7	Land- schapsbrug Fiche 8-A	Ecoduct Fiche 8-A	Ecoduct met medegebruik Fiche 8-B
Insecten	Vlinders	-	-	+	+	+	++	++	++	++
	Bijen/ hommels	-	-	+	+	+	++	++	++	++
	Libellen/ Sprinkhanen	-	-	+	+	+	++	++	++	++
	Niet- Vliegende insecten	-	-	+	+	+	++	++	++	++
Vissen	Vissen	-	-	+	+	+	-	-	-	-
Amfibieën	Pad/kikker/ Salamander	++	++	++	++	-	++	++	++	++
Reptielen	Hagedis	+	+	+	+	+	++	++	++	++
	Ringslang	+	+	+	++	+	++	++	++	++
	Andere slangen	+	+	+	+	+	++	++	++	++
Vogels	Vliegende vogels	+	+	+	+	+	++	++	++	++
	Niet- vliegende vogels	+	+	+	+	+	+	++	++	++
Vleermuizen	Vleermuizen	++	+	++	++	++	++	++	++	++
Kleine landgebonden zoogdieren	Haas	+	-	++	++	++	++	++	++	++
	Konijn	++	+	++	++	++	++	++	++	++
	Egel	++	+	++	++	++	++	++	++	++
	Muizen/ spitsmuizen	++	+	++	++	++	++	++	++	++
Watergebonden zoogdieren	Otter	++	+	++	++	-	+	+	+	+
	Bever	?	?	++	++	+	-	+	-	-
	Water- spitsmuis	+	+	+	++	+	++	++	?	?
Boombgebonden zoogdieren	Eekhoorn	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	Boommarter	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	Eikelmuis/ Hazelmuis	++	++	++	++	++	++	++	++	++

		Grote ecotunnel Fiche 5-A	Grote ecotunnel met medegebruik Fiche 5-B	Brug doorlopende oevers/ Grote ecoduike Fiche 4-B	Natte ecovallei Fiche 5-C	Droge ecovallei Fiche 5-C	Bermbrug Fiche 7	Landschapsbrug Fiche 8-A	Ecoduct Fiche 8-A	Ecoduct met medegebruik Fiche 8-B
Land-gebonden roofdieren	Wolf	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	Vos	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	Das	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	Overige marterachtigen	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	Lynx/Wilde kat	++	+	++	++	++	+	++	++	++
	Goudjakhals	++	+	++	++	++	+	++	++	++
Grote hoefdieren	Edelhert/Damhart	+	-	+	++	++	-	++	++	-
	Ree	++	+	+	++	++	+	++	++	+
	Everzwijn	++	+	+	++	++	+	++	++	+

Figuur 12: Geschiktheidstabel Grote maatregelen

++ Deze maatregel is zeer geschikt voor deze diersoort

+ Deze maatregel is matig geschikt. Deze diersoort zal enkel gebruik maken van de maatregel mits een zeer goede en aangepaste inrichting

- Deze maatregel is ofwel niet geschikt of niet relevant voor deze diersoort, of er is nog geen ervaring van het effect op de soort

Studiefase / Uitvoeren procedurele verplichtingen

Uit de onderzoeken in de voorgaande fasen (Quick scan en Natuurtechnisch onderzoek) komen de mogelijke te ondernemen studies en procedurele verplichtingen naar voor.

Bij alle projecten

Bomeneffectenanalyse (BEA) Indien er bomen aanwezig zijn langs de bestaande weg of indien er bomen moeten geplaatst worden in de nieuwe situatie wordt een bomeneffectenanalyse uitgevoerd door een erkende European Tree Technician (ETT).

Kapvergunning Indien, na een BEA blijkt dat er toch bomen moeten gekapt worden voor de realisatie van een project, dan moet bij niet-omgevingsvergunningsplichtige projecten een kapmachtiging worden aangevraagd bij het ANB.

Bij een omgevingsvergunningplichtig werk maakt dit deel uit van de vergunningsaanvraag. Het kappen van individuele bomen of bomenrijen geeft geen aanleiding tot compensatieplicht, maar het is wel aan te raden.

Meer informatie: <https://www.natuurenbos.be/bomenkappen>

Vegetatiewijziging Handelingen en wijzigingen aan de natuur kunnen verboden of omgevingsvergunning-plichtig zijn. Zoals wijzigingen aan:

- Kleine landschapselementen (KLE's) zoals holle wegen, graften of bronnen
- Vennen en heiden
- Moerassen en waterrijke gebieden
- Duinvegetaties
- Historisch permanente graslanden

Kaart: <https://www.geopunt.be/catalogus/datasetfolder/59206b6b-a39e-4996-92de-c4476225e0ed>

In bepaalde omstandigheden kan er een afwijking op het verbod tot wijzigen van de vegetatie of KLE's aangevraagd worden.

Meer informatie: <https://www.natuurenbos.be/natuurwijzigen/omgevingsvergunning>

Soortenbesluit Voor informatie over mogelijk te beschermen soorten in de omgeving is meer informatie terug te vinden via: <https://www.natuurenbos.be/vergunningen/beschermde-soorten>

Figuur 13: Onderzoeken en procedurele verplichtingen bij alle projecten

Bij grote en vergunningsplichtige werken

Watertoets In de Watertoets wordt de impact van de toename aan verharding onderzocht en worden maatregelen naar voor geschoven. Het gaat dan meestal over mogelijkheden voor buffering en infiltratie. Bij een watertoets kan ook een verhardingsbalans opgemaakt worden.

Meer informatie: <https://www.integraalwaterbeleid.be/nl/beleidsinstrumenten/watertoets>
Voor specifieke maatregelen zie [Fiche 2 Waterbeheer](#)

Bemalingen Er dient bijzondere aandacht te worden besteed indien er bemalingen moeten uitgevoerd worden in de buurt van (natte) natuurgebieden. Informatie en richtlijnen over de vergunningsaanvraag voor bemalingen kan gevonden worden in VLAREM II.

Over de lozingen: [Hoofdstuk 4.3. BEHEERSING VAN BODEM- EN GRONDWATER-VERONTREINIGING](#)
Over de bemalingen: [Hoofdstuk 5.53. WINNING VAN GRONDWATER](#)

Pesticidentoets Met een **pesticidentoets** wordt nagegaan welke maatregelen kunnen genomen worden om onkruidgroei te vermijden. Dit zorgt later voor een vlot en duurzaam beheer van de infrastructuur.

Meer informatie over pesticidenvrije aanleg en ontwerp:
<https://www.zonderisgezonder.be/aanleg-en-ontwerp>

Advies Expertise Beton en Staal (EBS) Een overleg en advies van EBS van het departement Mobiliteit en Openbare Werken van de Vlaamse Overheid is noodzakelijk in het geval een bestaand kunstwerk wordt aangepast (medegebruik brug of onderdoorgang, aanpassingen in brug over waterloop,...) of wanneer een groot nieuw ecologisch kunstwerk (ecoduct, ecoveloduct,...) wordt ontworpen.

Landschappelijke inpassing	Voor grote werken zal door middel van specifieke studies het concept voor de landschappelijke inpassing verder concreet gemaakt worden. Bij een belangrijke impact op de omgeving zijn mogelijk verdere procedurestappen nodig. De daaraan verbonden onderzoeken kunnen aanleiding geven tot extra milderende of compenserende maatregelen.
Passende Beoordeling (PB)	<p>Een Passende beoordeling moet opgemaakt worden indien het project in de nabijheid van een Natura 2000 gebied (of Speciale Beschermingszone - SBZ) ligt. In een passende beoordeling moet nagegaan worden of het project impact heeft op de natuurwaarden van het betreffende Habitat- of Vogelrichtlijngebied en er geen onvermijdbare en onherstelbare schade zal optreden. Dit onderzoek kan aanleiding geven tot het aanpassen van het project zelf, het nemen van extra maatregelen om de impact te milderen of het nemen van compenserende maatregelen.</p> <p>Om te onderzoeken of een passende beoordeling noodzakelijk is voor het project kan een voortoets uitgevoerd worden via: https://voortoets.omgeving.vlaanderen.be/</p> <p>Afhankelijk van het resultaat van deze voortoets kan het project nog bijgestuurd worden voor een beter resultaat. De experts Natuurtechniek en/of het Agentschap voor Natuur en Bos kunnen hierbij ondersteuning bieden. Als een passende beoordeling noodzakelijk is dan kunnen de experts Natuurtechniek of een extern studiebureau dit opmaken.</p> <p>In het geval een MER noodzakelijk is voor het project dan maakt de passende beoordeling deel uit van het MER.</p>
Verscherpte Natuurtoets (VNT)	<p>Een verscherpte natuurtoets (VEN/IVON) moet uitgevoerd worden indien een project impact heeft op een gebied van het Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN) of op het 'Integraal Verwevings- en Ondersteunend Netwerk (IVON) en er geen onvermijdbare en onherstelbare schade zal optreden. In bepaalde omstandigheden kan er eventueel een individuele VEN-ontheffing aangevraagd worden.</p> <p>De verscherpte natuurtoets is vergelijkbaar met de passende beoordeling en kan eveneens aanleiding geven tot het aanpassen van het project zelf, het nemen van extra maatregelen om de impact te milderen of het nemen van compenserende maatregelen.</p> <p>In het geval een MER noodzakelijk is voor het project dan maakt de verscherpte natuurtoets deel uit van het MER.</p> <p>https://www.natuurenbos.be/beleid-wetgeving/beschermde-gebieden/ven-ivon/spelregels/verscherpte-natuurtoets-van-het-ven</p>
Natuur- of Boscompensaties	<p>Naar aanleiding van de maatregelen uit de Passende Beoordeling, de Verscherpte Natuurtoets of het MER kan een compensatieplicht gelden. Ook voor andere natuur- of bosgronden die verloren gaan, geldt een compensatieplicht. Het is belangrijk om dit te onderzoeken in dit stadium van het project zodat men in de vergunningsfase niet voor verrassingen komt te staan. Hiervoor moet eveneens tijdig begonnen worden met het zoeken van geschikte terreinen voor compensatie en mogelijke latere beheerders. Hierbij kan ANB of VLM ondersteuning bieden.</p> <p>https://www.natuurenbos.be/bomenkappen/ontbossen/boscompensatie https://www.boscompenseren.be/</p>
Onroerend Erfgoed/ Archeologie	<p>In de nabije omgeving kunnen erfgoedelementen aanwezig zijn.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschermde cultuurhistorische landschappen • Beschermde monumenten • Beschermde stads- en dorpsgezichten • Erfgoedlandschappen • Erfgoedobjecten • Unesco werelderfgoed • Historische tuinen en parken • Houtige beplanting met erfgoedwaarde <p>Meer informatie hierover en een Geoportaal om de omgeving van het project te onderzoeken zijn terug te vinden via: https://www.onroenderfgoed.be/overheden</p> <p>Een beslissingsboom om te onderzoeken of een archeologienota noodzakelijk is voor het project kan teruggevonden worden via: https://www.onroenderfgoed.be/een-archeologisch-onderzoek-nodig</p> <p>Dit onderwerp wordt niet verder behandeld in dit Vademecum maar het is soms sterk verweven met de maatregelen voor natuur (dreven, oude bomen, edm.)</p>

Figuur 14: Procedurele verlichtingen voor grotere projecten

De MER-plicht geldt meestal voor grote of ingrijpende projecten. Drempelwaarden voor MER-plicht, ontheffing of MER-screening zijn opgenomen in de bijlagen van het MER-besluit.

<https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/atoms/files/handleiding-aanleg-van-wegen-definitief.pdf>

Bijkomende informatie kan gevonden worden via onderstaande links:

<https://www.vlaanderen.be/milieu-effectrapport-mer>

<https://omgeving.vlaanderen.be/regelgeving-milieu-effectrapportage>

<https://omgeving.vlaanderen.be/omgevingsvergunning/milieu-effectrapportage>

https://www.vlm.be/nl/projecten/instrumenten_landinrichting/Paginas/default.aspx

Plan MER/GRUP-plicht	Project-MER
<p>Voor zeer grote projecten kan er een Plan MER/GRUP-plicht gelden. Hierbij worden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verschillende alternatieve tracés (vermijden van onherstelbare schade aan de natuur en de omgeving), • de noodzakelijk terreininnames en • de compensatielocaties onderzocht. <p>De keuze wordt gemaakt op basis van de mogelijke impact op de omgeving voor mens en natuur. Voor natuur betekent dit het vermijden van de grootste impact en het nemen van milderende en compenserende maatregelen.</p>	<p>Bij een Project-MER wordt gezocht naar de uitvoering met de minste impact op mens en natuur. De milderende maatregelen die hieruit voortvloeien zijn meestal natuurtechnische maatregelen zoals opgenomen in dit Vademecum.</p>

Figuur 15: MER-verplichtingen

Ontwerpfase - Implementatie natuurtechniek

Via de vorige hoofdstukken komt men tot een aantal potentiële specifieke natuurtechnische maatregelen die de ecologie langs de weg kunnen verbeteren. In de ontwerpfase wordt verder nagegaan welke van de vooropgestelde maatregelen ook technisch haalbaar zijn binnen het project.

Tijdens het in kaart brengen van de barrières werd duidelijk welke landschapselementen langs het tracé belangrijk zijn en welke habitats en soorten voorkomen langs het (concept-)tracé. Daaruit kan besloten worden welke locaties en secties van de weg aangepast kunnen worden om het ecologisch functioneren en de connectiviteit in het gebied te verbeteren.

Natuurtechnische maatregelen worden toegepast voor een betere landschappelijke inpassing van de weg in de natuurlijke omgeving. Dus zowel bij de inrichting van de weg (inclusief de berm) zelf als door het nemen van ontsnipperende maatregelen. Er is zelden slechts één maatregel nodig, maar eerder een pakket aan diverse, geïntegreerde maatregelen.

Algemene maatregelen

Tijdens alle projecten bieden de algemene natuurtechnische maatregelen een belangrijke meerwaarde voor de landschappelijke inpassing van de infrastructuur bij:

- een goede inrichting van de berm (Fiche 1 Inrichting van berm)
 - overgang naar de omgeving (hellingen, ...).
 - rekening houden met het latere beheer. Niet alleen van de infrastructuur zelf maar ook van de vegetatie en van de ontsnipperende maatregelen.
 - rekening houden met het in stand houden van de bestaande vegetatie (laanbomen, houtkanten, ...). Implementatie van de resultaten van de bomeneffectanalyse.
- een goede waterhuishouding (Fiche 2 Waterbeheer)
 - grachten, buffering, ...
- een aangepaste weguitrusting (Fiche 3 Weguitrusting)
 - rekening houden met de invloed van de weg op de omgeving (licht, ...).

In de fiches bij dit Vademecum worden de verschillende mogelijke maatregelen uitgebreid besproken. De richtlijnen voor aanleg geven input aan het ontwerp van een investeringsproject.

Geschikte ontsnipperingslocaties en aantal bepalen

Beslissingen over het aantal (densiteit) maatregelen hangt af van de doelsoorten en van de verspreiding van hun habitats in het gebied. In sommige gevallen zal één brede passage geschikt zijn, terwijl in andere situaties meerdere kleinschalige maatregelen een betere oplossing bieden. Een extra argument om voldoende en/of verschillende maatregelen te integreren is het spreiden van het risico in het geval een passage niet gebruikt wordt zoals voorzien. In een sterk versnipperd landschap, zoals Vlaanderen, zullen vaak alle opportuniteiten om connectiviteit te versterken moeten ingezet worden. Bij de aanlegmodaliteiten van specifieke maatregelen worden in de fiches bij dit Vademecum ook richtlijnen gegeven over de gewenste afstand tussen de maatregelen.

Op basis van de verzamelde informatie tijdens de conceptfase en een ecologische kijk op het landschap kunnen de meest geschikte locaties voor ontsnipperende maatregelen bepaald worden.

- Waar het duidelijk is dat een migratieroute (wissel) van bepaalde dieren bestaat, is een passage zo dicht mogelijk bij deze route aangewezen.
- Faunapassages liggen bij voorkeur ter hoogte van verbindende landschapstructuren (corridors) zodat dieren ze ook kunnen vinden.
 - depressies en valleien
 - oevers van natuurlijke waterlopen (winterbedding)
 - plassen en vijvers
 - bosranden
 - houtkanten en hagen
 - dwarsende bomenrijen
- Bekijk of er voldoende ruimte is naast de weg en of het reliëf geschikt is voor de toegankelijkheid van de maatregelen (aanloophellingen).
- Ook andere barrières in het omliggende landschap zoals (lint-)bebouwing, omheiningen, ontsluitingswegen van privéterreinen, parallel gelegen kanalen of spoorwegen, spelen een rol bij het bepalen van de locatie van de maatregelen.
- De locatie van andere faunapassages is afhankelijk van de landschappelijke omstandigheden (ecovallei, ecoduiker, bermbrug...)

Type faunapassage	Tussenafstanden (m)
Ecoduct	5000
Grote ecotunnel	5000
Kleine ecotunnel	500
Amfibieëntunnel	50

Figuur 16: Wenselijke tussenafstanden van enkele types faunapassages.
Bron: Everaert J. & Peymen J. (2011).

Andere randvoorwaarden:

- Is het grondwaterpeil een hinderpaal (ruimte tussen de wegoopbouw en het grondwaterpeil)?
- Vormen ondergrondse nutsvoorzieningen een hinderpaal?
- Vormen bovengrondse kabels, leidingen of andere obstakels/infrastructuur een knelpunt?
- Oneigenlijk gebruik moet ontmoedigd worden (gemotoriseerd verkeer, terreinwagens, gevaar voor kinderen)
- Is er belemmerende infrastructuur aanwezig voor het gebruik van de maatregel door de dieren?
- Is er voldoende plaats voor het installeren van een geleidingssysteem?
- De maatregel mag hulpdiensten niet in het gedrang brengen.
- Latere wegenwerken mogen bestaande verbindingen niet onderbreken tenzij er een alternatieve oplossing wordt geboden.

In de fiches voor de verschillende types maatregelen worden de technische randvoorwaarden verder beschreven.

Pragmatische oplossingen kunnen gevonden worden door de **samenwerking** van de verschillende betrokken partijen.

Geleiding en verkeersveiligheid

Maatregelen die dieren van de weg houden en naar de faunapassage leiden, zijn een essentieel onderdeel van ontsnipperende infrastructuur. Bovendien kunnen dieren zonder deze geleiding toch nog op de weg belanden wat negatieve gevolgen heeft voor de verkeersveiligheid. Meer informatie hierover is terug te vinden in [Fiche 9 Geleiding langs de weg](#).

Om verkeersslachtoffers te vermijden kan men al snel denken aan het plaatsen van raster. Deze vergroten echter het barrière-effect van de weg alleen maar (versnippering). Ze mogen dus nooit geïnstalleerd worden zonder passagemogelijkheden (ontsnippering).

Afspraken maken rond controle, beheer en onderhoud

Het is cruciaal om de overwegingen en de afspraken rond de inspanningen, verantwoordelijkheden, en de kosten die de controle en het beheer/onderhoud met zich meebrengen in een vroeg stadium van de projectontwikkeling te maken. Zo kan men een realistische inschatting maken van de onderhoudskost en de haalbaarheid hiervan.

Door een passend onderhoud wordt de investering geoptimaliseerd en het opzet van de investering zo goed mogelijk verzekerd.

Het onderhoud en/of beheer vormt een onontbeerlijk onderdeel van de levenscyclus van de natuurtechnische maatregel. Het proces stopt dus niet bij de aanleg, integendeel, **aanleggen en onderhoud gaan hand in hand**. Een correcte aanleg met duurzame en degelijke materialen, op een gepaste locatie, zal een efficiënt onderhoud tegen een betaalbare prijs toelaten. De aanleg kan op die manier iets duurder zijn, maar dit wordt nadien wel ruimschoots teruggewonnen.

De grootste voordelen van goed onderhouden en functionerende natuurtechnische maatregelen zijn:

- een duurzame inrichting van de weg met aandacht voor de natuurlijke omgeving.
- het blijvend verminderen van sterfte van wilde dieren en verstoring van aangrenzende ecosystemen als gevolg van verkeer en weginfrastructuur.
- een verhoging van de verkeersveiligheid.
- het verzekeren van de ecologische verbindingen.
- het voorkomen van de verspreiding van invasieve exoten.
- het verbeteren van de habitats grenzend aan weginfrastructuur (bv. bermen en waterlopen) met als gevolg een toenemende biodiversiteit en het voorkomen van ecologische vallen.
- het verminderen van de effecten van klimaat gerelateerde risico's en extreme gebeurtenissen zoals bosbranden en overstromingen.
- het waarborgen van de investering in natuurtechnische maatregelen.

Aandachtspunten:

- Soms ligt de hele infrastructuur (bijvoorbeeld tunnels en geleidingen naar de tunnels) op de eigendommen van verschillende belanghebbenden en dus zijn er verschillende beheerders actief.
- Er bestaat een verschil in verantwoordelijkheden tussen grotere projecten (bijvoorbeeld een ecoduct) en kleinere maatregelen.
- Er is verschillende expertise bij de verschillende instanties.

Daarom is het de beste optie om een natuurtechnische maatregel als één geheel te beschouwen en op te volgen zodat een goede werking gewaarborgd blijft. Er is dus afstemming nodig omtrent de verantwoordelijkheden voor het inspecteren van de maatregel, de nodige onderhoudstaken die een goed functioneren waarborgen, en de mogelijk nodige onderhoud- en herstelwerken aan de bouwtechnische aspecten van de maatregel. De verantwoordelijkheden worden bepaald op basis van de expertise van de verschillende instanties.

- de wegbeheerder is best verantwoordelijk voor de bouwtechnische aspecten.
- de terreinbeheerder voor de ecologische functionaliteit van de maatregel.

Afspraken rond het beheer en het onderhoud van de natuurtechnische maatregelen moeten vastgelegd worden in de samenwerkingsovereenkomst van het project zelf.

Uitvoering op terrein - Ondersteuning bij de aanleg

Het is belangrijk dat de experts natuurtechniek en eventueel de terreinbeheerders mee ondersteuning bieden tijdens de aanleg op terrein en mee naar oplossingen kunnen zoeken bij specifieke uitvoeringsproblemen of uitvoeringsmethoden.

Aandachtspunten tijdens uitvoering:

- Afbakenen van kwetsbare zones en vegetaties;
- Verstoring van de bermen vermijden - afbakenen strikte werkzone;
- markeren te behouden bomen (zie bomeneffectenanalyse)
- bodemverdichting in de bermen vermijden door het gebruik van rijplaten;
- Organiseren grondverzet en gescheiden stockage van gronden in functie van later hergebruik;
- gronden besmet met invasieve exoten zoals Japanse duizendknoop;
- bewaren top laag vegetatie voor latere herplaatsing;
- bewaren hout van gerooide bomen voor later gebruik als geleiding naar ontsnipperende maatregelen ([Fiche 10 Landschappelijke geleiding](#));
- Aandacht besteden aan lozingen bij bemalingen (invloed op de (natuurlijke)omgeving, beperken in tijd en volume, waterkwaliteit, ...).

Evalueren - correcte uitvoering

De aanwezigheid van experts natuurtechniek bij de oplevering van de werken is aangewezen **om de correcte uitvoering van de maatregelen op terrein te evalueren**. Fouten en noodzakelijke aanpassingen kunnen dan nog uitgevoerd worden. Het is veel moeilijker om dat achteraf nog in orde te krijgen.

Beheer en onderhoud

Na de realisatie van de projecten is het belangrijk dat de afspraken die gemaakt werden in de samenwerkingsovereenkomst concreet worden georganiseerd en uitgevoerd.

In verschillende fiches bij dit Vademecum is een deel 'Onderhoud en beheer' opgenomen met de specifieke aandachtspunten voor de betreffende maatregel.

Best worden voor elke maatregel specifieke inspectie- en onderhoudsfiches opgemaakt waarin:

- de mogelijke problemen worden beschreven,
- specifieke richtlijnen worden opgenomen,
- de frequentie en de periode van het jaar worden bepaald.

C. Ontsnipperingsprojecten

Op zichzelf staande ontsnipperingsprojecten komen er meestal naar aanleiding van een gekend versnipperingsprobleem. Het initiatief kan genomen worden door terreinbeherende instanties (ANB, gemeentebesturen, regionale landschappen, natuurverenigingen, edm) of door wegbeheerders (AWV, gemeenten). Dit zijn verschillende manieren van benadering:

- Een **gebiedsgerichte aanpak** waarbij vertrokken wordt vanuit de versnipperingsproblematiek binnen een welbepaald gebied. Hierbij wordt vooral gekeken naar het (opnieuw) aaneensluiten of het uitbreiden van de leefgebieden van een aantal (doel-)soorten.
- Een **infrastructuurgerichte aanpak** waarbij onderzocht wordt welke gebieden er doorsneden worden door een bepaalde weg. Naast het (opnieuw) aaneensluiten van leefgebieden van soorten en het voorzien van migratiemogelijkheden tussen leefgebieden onderling is hier het vermijden van verkeersslachtoffers een belangrijk uitgangspunt. Niet alleen vanuit het oogpunt van soortenbehoud maar ook in functie van de verkeersveiligheid.

Zowel bij de gebiedsgerichte als bij de infrastructuurgerichte aanpak moet er een nauwe samenwerking zijn tussen de terrein beherende instantie(s) en de betrokken wegbeheerders. Niet alleen voor het onderzoek naar mogelijke oplossingen voor knelpunten maar ook voor de uitvoering van maatregelen en voor het vastleggen van afspraken over verdere opvolging en beheer.

Gebiedsgerichte aanpak

Voortraject

Bij de start van een gebiedsgerichte studie wordt het doel bepaald en de resultaten die men voor ogen heeft. In het voortraject wordt een scope gemaakt van het gebied en de aanleiding van de opstart van het project. Het kan ook gaan over de opmaak van een beheerplan of structuurvisie voor een gebied waarin naast andere maatregelen ook het nemen van ontsnipperingsmaatregelen een grote rol zal spelen. Daarbij wordt het probleem omschreven en een eerste analyse gemaakt:

- afbakening van het gebied
- bepalen doelsoorten
- bepalen metapopulaties
- bepalen van de knelpunten/barrières (wegen en andere)

Al in deze fase is het belangrijk om de partners te bepalen zodat er een nauwe samenwerking is gedurende het hele traject van onderzoek tot aanleg en opvolging/beheer:

- terreinbeheerder(-s)
- terreineigenaar(-s)
- wegbeheerder(-s)
- waterloopbeheerder(-s)
- lokale besturen (gemeente of provincie)
- andere kenners van het gebied zoals natuurverenigingen
- betrokken regionale landschappen
- ...

Inventarisatie

Een eerste stap is het vergaren van alle beschikbare informatie over:

- beleidsplannen (bestemmingsplannen, provinciale en gemeentelijke structuurplannen, managementplannen Natura 2000, beheerplannen, edm)

- het gebied (landschapstypes, kerngebieden, corridors, stapstenen, waterlopen, wateroppervlaktes,...)
- het terrein (reliëf, bodem, vochtigheid,
- de soorten, hun habitateisen en hun status (Soortbeschermingsprogramma, kwetsbaar, verspreidingsgegevens, faunaslachtoffers verkeer,.....)
- de knelpunten/barrières (aanwezigheid wegen, spoorwegen, kanalen, bebouwing, verharding,)
- bestaande verkeersbruggen en onderdoorgangen met zeer beperkt of lokaal gebruik.

Studie

In de verdere studie wordt een grondige analyse gemaakt van alle gegevens over het gebied. Dit gebeurt in nauwe samenwerking en overleg met alle betrokken partners. Zie hiervoor ook [deel B Natuurtechnische onderzoek](#).

- Beschrijving huidige toestand:
 - omschrijving van de sterktes en zwaktes van het gebied.
 - beschermingsstatuut gebied en voorkomende soorten.
- Potenties van het gebied bepalen:
 - Welke opportuniteiten doen zich voor en welke bedreigingen bestaan er.
- Concretiseren van de visie en de doelstellingen.
- Vastleggen van de paraplusoorten.
- Opmaken van scenario's om de versnipperingsproblematiek op te lossen rekening houdend met alle randvoorwaarden (opmaak matrix) en de mogelijke aanpassing van bestaande infrastructuur:
 - optimale oplossing zonder rekening te houden met de kostprijs.
 - beste kosten/baten scenario met de nadruk op de baten.
 - scenario met beperking van de kosten maar met een suboptimale werking.
- Vastleggen en verder uitwerken van het gekozen scenario. Niet alleen voor ontsnippering van het gebied maar ook voor het beheer. Dit kan onderdeel uitmaken of een gevolg zijn van een bestaand beheerplan of managementplan (in geval van SBZ).

Planningsfase

In deze fase gaat men op zoek naar de financiële middelen voor uitvoering. Dit kan vooral gezocht worden bij de initiatiefnemers en/of de partners in het ontsnipperingsplan. Het is dus belangrijk om alle mogelijke partners te betrekken bij het hele traject zodat zij ook de uitvoering kunnen opnemen in de jaarbudgetten.

De opmaak van een ontsnipperingsplan geeft niet altijd aanleiding tot de onmiddellijke uitvoering van alle voorgestelde maatregelen.

- Beheermaatregelen moeten opgenomen en gebudgetteerd worden in de beheerplannen.
- Grote ontsnipperingsmaatregelen zullen een aparte budgettering en planning vragen. Zij worden apart uitgevoerd of samen met andere voorgestelde kleine of grote maatregelen. Deze projecten kunnen op zich omgevingsvergunningplichtig zijn.
- Kleinere maatregelen kunnen apart worden gepland en gebudgetteerd of tezamen met een reeks van (grotere) maatregelen in hetzelfde gebied.
- Kleine maatregelen kunnen ook uitgevoerd worden tijdens lopende wegenwerken.

Ontwerp / landschappelijke inpassing

- Het ontwerp van **grote maatregelen** zoals ecoducten of grote ecotunnels vergt een aparte technische ontwerpstudie. Inrichtingsvereisten worden opgenomen in de fiches in dit Vademecum.
- Voor het ontwerp van **kleinere maatregelen** kan verwezen worden naar de fiches bij dit Vademecum.
- Ook voor de **landschappelijke inpassing** van de maatregelen kan verwezen worden naar de fiches bij dit Vademecum. De maatregelen nodig voor de bredere inpassing in de omgeving, moeten opgenomen worden in een beheerplan van het gebied zelf. Daarbij moet ook aandacht zijn voor landschapsstructuren of andere geschikte habitatcorridors of stapstenen die geleiding geven naar de ontsnipperende maatregelen.

Aanleg – voorbereidende werken

Voor de aandachtspunten tijdens de aanleg en bij de voorbereidende werken verwijzen we naar de beschrijving hiervan in [deel B Natuurtechnische onderzoek](#).

Beheer en onderhoud

Voor een goede instandhouding van de aangelegde of de andere aanwezige natuurwaarden is het belangrijk om afspraken vast te leggen. Eventueel door middel van een samenwerkingsovereenkomst:

- afspraken vastleggen voor beheer en onderhoud van de civieltechnische infrastructuur met de betrokken infrastructuurbeheerder(s).
- afspraken vastleggen voor beheer, monitoring en/of onderhoud van de natuurtechnische delen met de betrokken terreinbeheerder(s).

Beheer- en onderhoudsmaatregelen worden per specifieke maatregel besproken in de fiches.

Infrastructuurgerichte aanpak

Voortraject

Bij deze aanpak vertrekt men voor de opmaak van een ontsnipperingsplan vanuit de barrièrewerking van een bepaalde (autosnel-)weg (-en) op zijn natuurlijke omgeving. Bij de start van een project wordt het doel bepaald en de resultaten die men voor ogen heeft.

- de optimale ontsnipperingsmogelijkheden onderzoeken voor kleine en grote maatregelen.
- de focus vooral leggen op het aanpassen van bestaande infrastructuur en kleine maatregelen.
- voorstellen formuleren voor uitvoering tijdens een gepland (groot) infrastructuurproject.

Al in deze fase is het belangrijk om de belanghebbenden te bepalen zodat er een nauwe samenwerking is gedurende het hele traject van onderzoek tot aanleg en opvolging/beheer:

- terreinbeheerder(-s)
- terreineigenaar(-s)
- regiobeheerder(-s)
- wegendistrict(-en)
- beheerder(-s) parallelle of aansluitende infrastructuur
- waterloopbeheerder(-s)
- lokale besturen (gemeente of provincie)
- andere kenners van het gebied zoals natuurverenigingen
- betrokken regionale landschappen
- ...

Inventarisatie

Een eerste stap is het vergaren van alle beschikbare informatie over:

- doorsneden natuurgebieden en hun statuut (Natura2000, VEN, erkende natuurreservaten,.....).
- dwarsende waterlopen (bruggen/duikers).
- bestaande bruikbare infrastructuren (bruggen of onderdoorgangen met weinig verkeer).
- beleidsplannen (bestemmingsplannen, provinciale en gemeentelijke structuurplannen, managementplannen Natura 2000, beheerplannen, edm).
- doorsneden gebieden en verbindingen (landschapstypes, kerngebieden, corridors, stapstenen, waterlopen, wateroppervlaktes,....).
- het terrein (reliëf, bodem, vochtigheid,
- leefgebieden van soorten, hun habitateisen en hun status (SBP, kwetsbaar, verspreidingsgegevens, faunaslachtoffers verkeer,....)

Studie

In de verdere studie wordt een grondige analyse gemaakt van alle gegevens over het gebied. Dit gebeurt in nauwe samenwerking en overleg met alle betrokken belanghebbenden.

- Beschrijving huidige toestand:
 - omschrijving van de sterktes en zwaktes van de natuurlijke omgeving in relatie met de weg.
 - beschermingsstatuut aangrenzende gebieden en voorkomende soorten.
- Potenties bepalen:
 - Welke opportuniteiten doen zich voor langs de weg en welke bedreigingen bestaan er.
- Concretiseren van de visie en de doelstellingen.
- Vastleggen van de parapluoorten (soorten die representatief zijn voor een groep van soorten met dezelfde habitateisen en migratiemogelijkheden).
- Opmaken van scenario's om de versnipperingsproblematiek op te lossen rekening houdend met alle randvoorwaarden (opmaak matrix) en de mogelijke aanpassing van bestaande infrastructuur:
 - optimale oplossingen zonder rekening te houden met de kostprijs.
 - beste kosten/baten scenario met de nadruk op de baten.
 - scenario met beperking van de kosten maar met een suboptimale oplossing.
- Vastleggen en verder uitwerken van het gekozen scenario. Niet alleen voor ontsnippering van de weg maar ook voor het beheer. De aanwezigheid, de werking en het beheer van de maatregelen moet opgenomen worden in nieuwe of bestaande beheerplannen of managementplannen (in geval van SBZ) van de aangrenzende gebieden.

Planningsfase

De uitvoering van de maatregelen wordt in dit geval meestal opgenomen door de initiatiefnemer van het ontsnipperingsplan (infrastructuur). De opmaak van een ontsnipperingsplan geeft niet altijd aanleiding tot de onmiddellijke uitvoering van alle voorgestelde maatregelen.

- Grote ontsnipperingsmaatregelen zullen een aparte budgettering en planning vragen. Zij worden apart uitgevoerd of samen met andere voorgestelde kleine of grote maatregelen. Deze projecten kunnen op zich vergunningsplichtig zijn.
- Kleinere maatregelen kunnen apart worden gepland en gebudgetteerd of tezamen met een reeks van maatregelen in hetzelfde gebied.
- Kleine maatregelen kunnen ook uitgevoerd worden tijdens lopende wegenwerken.

Ontwerp / landschappelijke inpassing

- Het ontwerp van grote maatregelen zoals ecodeucten of grote ecotunnels vergt een aparte technische ontwerpstudie. Inrichtingsvereisten worden opgenomen in de fiches in dit Vademecum.
- Voor het ontwerp van kleinere maatregelen kan verwezen worden naar de fiches bij dit Vademecum.
- Ook voor de landschappelijke inpassing van de maatregelen kan verwezen worden naar de fiches bij dit Vademecum. De maatregelen nodig voor de bredere inpassing in de omgeving, moeten opgenomen worden in de beheerplannen van de aangrenzende gebieden. Daarbij moet ook aandacht zijn voor landschapsstructuren of andere geschikte habitatcorridors of stapstenen die geleiding geven naar de ontsnipperende maatregelen.

Uitvoering op terrein

Voor de aandachtspunten tijdens de aanleg en bij de voorbereidende werken verwijzen we naar de beschrijving hiervan in [deel B Natuurtechnisch onderzoek](#).

Beheer en onderhoud

Voor een goede instandhouding van de aangelegde of de andere aanwezige natuurwaarden is het belangrijk om afspraken vast te leggen. Eventueel door middel van een samenwerkingsovereenkomst:

- afspraken vastleggen voor beheer en onderhoud civieltechnische infrastructuur met de infrastructuurbeheerder(s).
- afspraken vastleggen voor beheer, monitoring en/of onderhoud van de natuurtechnische delen met de betrokken lokale terreinbeheerders.

Beheer- en onderhoudsmaatregelen worden per specifieke maatregel besproken in de fiches.

Figurenlijst

Figuur 1: Welke maatregelen bij welk type infrastructuurproject	6
Figuur 2: Procesverloop	8
Figuur 3: Procedures en verplichtingen	9
Figuur 4: Verplichtingen in functie van de grootteorde van een project	12
Figuur 5: Elementen op te nemen in de definitieve ontwerpplannen.	12
Figuur 6: weergave aandachtzones natuur op voorontwerpplannen	16
Figuur 7: Invloedsgebied barrière- effect per type weg	20
Figuur 8: © MJPO. 2018. Meer leefruimte voor dieren. Hoe het Meerjarenprogramma Ontsnippering natuurgebieden in Nederland verbindt.	21
Figuur 9: Welke maatregelen zijn geschikt voor welke doelgroep en welke soorten fungeren hiervoor als parapluoort.	22
Figuur 10: Geschiktheidstabel Inrichtingsmaatregelen	24
Figuur 11: Geschiktheidstabel Kleine maatregelen	26
Figuur 12: Geschiktheidstabel Grote maatregelen	28
Figuur 13: Procedurele verplichtingen bij alle projecten	29
Figuur 14: Procedurele verlichtingen voor grotere projecten	30
Figuur 15: MER-verplichtingen	31
Figuur 16: Wenselijke tussenafstanden van enkele types faunapassages. Bron: Everaert J. & Peymen J. (2011),	32



Algemene maatregelen



Fiche 1

Inrichting van bermen



Inhoudsopgave

Fiche 1. Inrichting van bermen	1
Fiche 1-A. Algemene elementen en randvoorwaarden	5
<u>Wegenbouwkundige en verkeerstechnische aspecten</u>	5
Landschapsanalyse	6
Bermen als natuurcorridor en leverancier van ecosysteemdiensten	7
<u>Specifieke aandachtspunten</u>	8
<u>Middenbermen</u>	8
<u>Ecorasters</u>	8
<u>Strooizout</u>	8
<u>Bodemverdichting</u>	9
<u>Invasieve exoten</u>	9
Afritten complexen, verkeerswisselaars en niet ingenomen wegzates	11
Grachten	11
Fiche 1-B. Aanleg en inrichting van taluds	12
Algemene elementen en veiligheid	12
Keuze van de hellingsgraad	12
Microklimaat als randvoorwaarde	13
Inrichting in functie van het beheer	14
Maaibeheer op taluds	14
Begrazing op taluds	16
Fiche 1-C. Inrichting van grazige bermen	18
Algemene elementen	18
Bodem	18
Vegetatieontwikkeling	19
Inrichting in functie van veiligheid en beheer	19
Fiche 1-D. Inrichting van Houtige bermen	20
Landschappelijke waarde	20
Ecologische waarde	20
Locatie houtkanten	21
Soortenkeuze	22
Technische richtlijnen bij aanplant van een houtkant	23
Beheer	24
Verwijderen van houtkanten	24
Fiche 1-E. Laanbomen en Solitaire bomen (in opmaak)	25
Fiche 1-F. Hop-over	26
Algemene beschrijving en doelsoorten	26
Locatie en geleiding	26
Technisch ontwerp en inrichting	26
Onderhoud en beheer	27
Figurenlijst	28



Fiche 1-A. Algemene elementen en randvoorwaarden

Bermen zijn een belangrijk en noodzakelijk onderdeel van een weg. **Zij vervullen verschillende functies waarmee rekening moet gehouden worden bij hun inrichting.**

- In eerste instantie hebben bermten een **wegenbouwkundige functie**. Een berm heeft een ondersteunende functie voor het weglichaam en moet de wegkoffer droog houden zodat er in de winter minder vorstschade kan optreden.
- Bermten hebben ook een **verkeerstechnische functie**. Zij worden beschouwd als veiligheidsstrook voor het verkeer en de plaats waarin de signalisatie en ander wegmeubilair wordt geplaatst.
- Bermten hebben een **landschappelijke functie**.
 - Bloemrijke bermten hebben een esthetische waarde voor de weggebruiker
 - Afhankelijk van de inrichting van de bermten geven zij een kijk op het naastliggende gebied of op het omgevende typische landschap.
- Bermten kunnen een zeer belangrijke functie verzorgen voor zowel fauna als flora. Aangezien België, en zeker Vlaanderen, doorkruist wordt door een heel dicht wegennet, zijn de begeleidende bermten van een niet te onderschatten belang als **potentiële leefgebied en natuurcorridor**. Ze maken deel uit van het '[Groenblauwe Netwerk](#)' in Vlaanderen.
- Bermten leveren een belangrijke bijdrage aan **ecosysteemdiensten (maatschappelijke functies)**. Voorbeelden van ecosystemendiensten die bermten vervullen zijn
 - koolstofopslag,
 - captatie van fijn stof en pollutanten,
 - refugium voor bestuivers en plaagbestrijdende organismen
 - waterbergend en waterzuiverend vermogen (infiltratie).

In deze fiche gaan we dieper in op de verschillende algemene randvoorwaarden die aan bod kunnen komen bij de inrichting van bermten.

Wegenbouwkundige en verkeerstechnische aspecten

Een berm is steeds een noodzakelijk onderdeel van de wegconstructie en van de verkeerstechnische functie ervan. Voor de natuurlijke omgeving is de berm een overgangsgebied tussen de harde en drukke omgeving van de weg en vangt ze een aantal verstoringseffecten op (buffer).

- De berm is de plaats waar het **wegwater** wordt opgevangen. Dit moet om bouwkundige redenen zo snel mogelijk van het weglichaam worden weggeleid. Dit kan door een snelle afvoer via slikkers naar de riolering. Beter is echter om de berm in te richten dat het wegwater er kan laten infiltreren of dat er ruimte wordt geboden aan natuurvriendelijke wateropvang in grachten en bufferbekkens. Voor meer informatie en richtlijnen hierover verwijzen we naar [Fiche 2 Waterbeheer](#).
- **Wegverlichting** zorgt enerzijds voor een betere zichtbaarheid van de weg maar anderzijds voor een verstoring van de natuurlijke omgeving. Informatie en richtlijnen hierover kunnen teruggevonden worden in [Fiche 3-A Verlichting](#).
- Om de verstoring door geluid, meestal voor de mens, te milderen worden **geluidsschermen** aangelegd. Deze vormen echter een barrière voor de migratie van diersoorten. **Grondwallen** houden ook het geluid tegen maar kunnen wel een meerwaarde betekenen indien ze goed worden ingericht zodat een vlot ecologisch beheer mogelijk is.
- **Signalisatie en natuurlijke elementen** zoals bomen of houtkanten vormen obstakels in de wegberm die niet alleen een mogelijk aanrijdingsgevaar betekenen maar ook een vlot (ecologische) beheer verhinderen.

Ook taluds en de oevers van sloten en beken steiler dan 16/4 en dieper dan 1 meter worden als obstakel beschouwd.

Voor richtlijnen over de veiligheidsafstanden voor obstakels verwijzen we naar:

- het 'Vademecum Vergeevingsgezinde wegen (VVW) deel gemotoriseerd verkeer'
- het 'Vademecum Vergeevingsgezinde wegen (VVW) deel kwetsbare weggebruikers'
- **Betonnen geleidingsconstructies** naast de linkerrijstrook van een weg zijn vooral een verkeersveiligheidsmaatregel. Deze betonnen geleidingsconstructies veroorzaken echter **een barrière voor kleine (zoog-)dieren**. Wanneer de dieren op de geleideconstructie langs de middenberm botsen, moeten ze terugkeren wat hun kans om aangerezen te worden beduidend verhoogt.

Best wordt er daarom langs de rechterzijde van de verharding een extra faunakerende constructie voorzien, eventueel in combinatie met de metalen geleideconstructies.

De betonnen geleidingsconstructies verhinderen eveneens het afstromen van wegwater naar de onverharde berm ernaast waardoor lokale infiltratie niet meer mogelijk is.

Landschapsanalyse

Het is belangrijk om langs de gewest- en autosnelwegen het typische landschap van Vlaanderen zichtbaar te houden. Bij het maken van keuzes voor de inrichting of het beheer van de bermen moet hiermee rekening gehouden worden en dient een landschapsanalyse gemaakt te worden van:

- Reliëf,
- vergezichten,
- open/gesloten landschap,
- markante punten,
- stadslandschap, landbouwgebied, natuurlijke omgeving, ...
- verkeerskundige knelpunten

Hierbij kan gebruik gemaakt worden van de [landschapsatlas beschikbaar op geopunt.be](https://www.landschapsatlas.be). Bij de landschapsanalyse worden de landschapskenmerken van de onderscheiden 'traditionele landschappen', relictzones en ankerplaatsen, punt- en lijnrelicten, beschermde landschappen en stads- en dorpsgezichten onderzocht.

Indien nodig kunnen zichten op landschappen of landschapselementen behouden of gecreëerd worden door het nemen van éénmalige herinrichtingsmaatregelen zoals:

- houtkanten omvormen tot grasland ter hoogte van open landschappen,
- een coulisselandschap aanvullen door bomen te voorzien,
- groenschermen voorzien ter hoogte van woningen,
- houtkanten ter hoogte van bossen omvormen tot bosrand of tot grasland/ruigte,
- Accenten leggen met bomen of struiken ter hoogte van oversteken voor fietsers en voetgangers, ter hoogte van kruispunten of om een poorteffect te creëren (rekening houdend met de veiligheidsvoorschriften)

Een goede landschapsanalyse die rekening houdt met randvoorwaarden zoals beschikbare ruimte en het nodige beheer in functie van zichtbaarheid en veiligheid, is noodzakelijk om te bepalen hoe een berm zal ingericht worden. Zo kan beslist worden om houtige vegetatie of bomen aan te planten of net te verwijderen om een ecologisch waardevolle grazige berm in te richten.

Bermen als natuurcorridor en leverancier van ecosysteemdiensten

In Vlaanderen wordt in het **natuurdecreet** uitdrukking gegeven aan het stand-still beginsel. Dat betekent dat de bestaande natuur zowel in kwantitatief als kwalitatief opzicht niet meer mag achteruitgaan. Er bestaat **een algemene zorgplicht** voor iedereen die handelingen verricht of hiertoe de opdracht verleent (artikel 14 van het natuurdecreet). Dit geldt ook voor het behoud of de creatie van bermen.

Heel wat bestaande bermen hebben een relatief hoge actuele natuurwaarde. Een berm die voldoende plaats biedt aan een **goede structuurvariatie** vormt het ideaalbeeld om zowel als natuurcorridor te fungeren als om ecosysteemdiensten te optimaliseren (Figuur 1-1). Hoe breder de berm, hoe meer mogelijkheden er zijn.

Een goed aangelegde grazige/ruige bermen met een goed maaibeheer dat gericht is op het handhaven of het ontwikkelen van een zo groot mogelijke structuurvariatie, zal een hele waaier aan insecten ten goede komen. Er kunnen zich **belangrijke en waardevolle vegetaties (zelfs zeldzame soorten)** ontwikkelen, die op hun beurt een hoge waarde kunnen hebben voor allerhande fauna. Welk type vegetatie kan ontwikkelen is dan weer afhankelijk van de locatie, type infrastructuur, dimensies, hellingsgraad, bodemtype, expositie, ...

Een bloemrijke berm vormt een nectarbron voor verschillende vlindersoorten, bijen en andere (nuttige) insecten.



Figuur 1 1: Schematische voorstelling van een ideale berm met voldoende structuurvariatie (bron: Antea Group).

Daarnaast hebben ook houtige bermen een belangrijke ecologische en landschappelijke functie. Wanneer deze bovendien bestaan uit besrijke struiken (vb. Eenstijlige meidoorn, Sporkehout, Gelderse roos, Wilde lijsterbes, Gewone vlier en Vogelkers), vinden bijvoorbeeld vogels een groter aanbod aan nestgelegenheden, evenals een goede voedselbron.

Bovendien zijn de meeste van deze besrijke soorten ook zeer interessant als nectar- en pollenbron voor (nuttige) insecten en voor verschillende vlindersoorten. Ook zoogdieren zoals de zeldzame eikelmuis (tevens een Provinciaal Prioritaire Soort van Vlaamse Brabant) kunnen gebaat zijn door aanwezigheid van heggen, hagen en houtkanten als corridor en habitat.

Open (grazige) bermen kunnen faunaslachtoffers vermijden door een breder zichtveld voor automobilisten. Ook kunnen bermen, mits een aangepaste inrichting, dieren geleiden naar een veilige oversteekplaats zoals een onderdoorgang of een ecoduct. In agrarische landschappen en sterk verstedelijkte gebieden vormen bermen dikwijls het laatste toevluchtsoord voor wilde planten en de dieren die daarvan afhankelijk zijn.

De corridor functie van bermen heeft echter ook een keerzijde? Invasieve exoten kunnen zich bijvoorbeeld via de bermen gemakkelijk verspreiden. Denk maar aan de Japanse duizendknoop die door klepelen, maar nog meer door grondverzet, kan verspreid worden. Het gevoerde beheer verdient dan ook de nodige aandacht. Niet alleen om ecologische waarden te verhogen, maar ook om verspreiding van ongewenste soorten te verhinderen/beperken.

Specifieke aandachtspunten

Middenbermen

Afhankelijk van de breedte van de middenbermen kunnen ze een ecologische meerwaarde betekenen.

- Te smalle bermen < 3 meter bieden niet genoeg ruimte voor een waardevolle vegetatie
- Breder bermen > 3 meter kunnen vooral een meerwaarde betekenen voor een grazige vegetatie met de daaraan gebonden fauna (vooral insecten).
- Houtige vegetatie wordt enkel geplaatst op middenbermen > 3 meter:
 - rekening houdend met de veiligheidsafstanden,
 - of in combinatie met een afschermdende constructie.

Ecorasters

Bij het plaatsen van ecorasters moet rekening gehouden worden met de mogelijkheden om de bermen achter de rasters te beheren. Informatie en richtlijnen hierover zijn terug te vinden in [Fiche 9 Geleiding langs de weg](#).

Strooizout

Bij winterweer wordt er nat zout of pekkel gestrooid om de wegen en fietspaden sneeuw- en ijsvrij te houden of te krijgen. De winterdienst strooit ook preventief om de kans op ijzelvorming te beperken. Gemiddeld wordt er per jaar 41.500 ton zout gestrooid op de Vlaamse gewestwegen.

Verschillende planten- en boomsoorten hebben een verschillende gevoeligheid voor zouten.

- Loofbomen kunnen beter zout verdragen dan naaldbomen
- Houtachtige vegetatie is minder zoutgevoelig dan kruidachtige vegetatie
- Vaste planten kunnen hogere zoutgehalten verdragen dan éénjarige ([Agro- en biotechnologie, Vives](#)).

De hoogste impact van het strooizout bevindt zich in de zone van ongeveer **1m vlak naast de weg**. Het effect is normaal gezien wel tijdelijk. Het zout spoelt namelijk weer uit de grond door de regen.

Aangezien de winterdienst loopt van eind oktober tot eind april kan de impact op de vegetatie toch aanzienlijk zijn.

Maatregelen om de impact op bERMvegetatie te beperken (voor meer informatie zie [Hop 2010, Dendroflora](#)):

- **Aanpassen van de soortenkeuze** bij het groenaanplanten
- Aanplanten van '**vangewassen**': soorten die voldoende hoog groeien, gedurende de winter hun vorm min of meer behouden, en een hoge zouttolerantie/zoutopname kennen. Bij snoeien wordt het opgenomen zout door de planten afgevoerd.
- **Extra water geven** kan het uitspoelproces versnellen, mits de bodem voldoende doorlatend is.
- **Snoeien/maaien**: als een boom tekenen van zoutschade vertoont, kan het helpen om deze te snoeien zodat het opgenomen zout wordt afgevoerd. Als de bodem inmiddels schoongespoeld is, kunnen nieuwe takken en bladeren zonder schade gevormd worden. Om dezelfde reden is gras dat gemaaid wordt beter bestand tegen zoutschade dan gras dat niet wordt gemaaid.
- **Verbeteren van bodemstructuur/drainage**: het weghouden van zout uit de wortelcellen kost de plant energie en vereist een voldoende hoog zuurstofgehalte. Wanneer de bodem verdicht is of er een hoge grondwaterstand is, kan dit voor problemen zorgen.
- **Aangepaste meststoffen**: vitale bomen zijn beter bestand tegen zoutschade. De aanwezigheid van voldoende positief geladen ionen andere dan natrium (vb. calcium en kalium) maakt het voor de plant mogelijk om selectief gewenste ionen op te nemen en schadelijke buiten te sluiten. Om de concurrentie van natrium- en chloride-ionen tegen te gaan, zijn patentkali (K₂SO₄ met MgSO₄) en zwavelzure kali (alleen K₂SO₄) nuttige meststoffen. Dit is echter een noodmaatregel. Vooral omdat deze stoffen ook een aanzienlijke invloed hebben op de bodemnutriëntencyclus en de er in voorkomende organismen.

- Het voorzien van afvoergoten naast de verharding enkel in functie van de afvoer van het strooizout is tegenstrijdig aan de maatregelen voor de lokale infiltratie van het wegwater. Het aanbrengen van **verhoogde randen** naast kleine plantvakken en rond boomspiegels kan wel een positief effect hebben.

Bodemverdichting

Bij bodemverdichting (of bodemcompactie) gaat de bodemstructuur verloren. De bodem wordt samengedrukt wanneer er tijdens infrastructuurwerken met te zware machines over kwetsbare, eventueel ook natte bodems wordt gereden.

Bodemverdichting heeft een negatief effect op vegetaties doordat regenwater minder makkelijk kan infiltreren en dus niet meer tot bij de wortels kan doordringen. De uitwisseling van gassen zoals zuurstof zal veel trager verlopen dan in een gezonde, goed doorluchte bodem.

Om bodemverdichting te vermijden tijdens infrastructuurwerken worden rijplaten neergelegd. Voor de herontwikkeling van een goede vegetatie mag de verdichting van de bodem in de bermen maar **maximaal 1,5 MPa** bedragen. Ook bij beheerwerken

Invasieve exoten

Exoten zijn planten (of dieren, micro-organismen) die door menselijk handelen in een nieuw gebied terecht komen waar ze van nature niet voorkomen. Het merendeel van deze exoten vormt geen probleem. Maar in een aantal gevallen ontwikkelen de populaties van deze planten of dieren zich explosief (invasief) en kunnen ze schade veroorzaken.

Sommige van deze invasieve exoten (voornamelijk planten) komen voor in de wegbermen en kunnen volgende negatieve gevolgen hebben:

- schadelijk voor de natuur, met name afname van biodiversiteit;
- schadelijk voor de mens: sommige invasieve exoten zijn giftig of kunnen een gevaar vormen voor de volksgezondheid (vb. reuzenberenklauw);
- impact op het bermbeheer: hoge biomassaproductie waardoor de frequenties van de beheerinterventies en de afvoerkosten toenemen;
- impact op verkeersveiligheid: door de habitus van sommige exoten ontstaat er hinder voor de weggebruiker zoals verminderde zichtbaarheid van o.a. verkeersborden, takken over het fietspad, ...

Bij investeringsprojecten dient daarom bijzondere aandacht te worden besteed aan de preventie, bestrijding en/of inperking van de invasieve soorten (bio-veiligheidsmaatregelen). In de investeringsdocumenten moet verplicht opgelegd worden dat de gronden die van buiten de werf aangevoerd worden geen zaadbanken en/of plantendelen van invasieve soorten mogen bezitten. Ook de aanwezige gronden binnen de projectzone mogen niet zomaar afgevoerd worden maar moeten op gepaste manier verwerkt worden.

Er moet rekening gehouden worden met volgende algemene principes:

- Bij de start van de werken moet de in het technisch verslag opgenomen besmette zone geactualiseerd worden.
- Besmette grond moet afzonderlijk worden afgegraven, gestockeerd en behandeld.
- Besmette grond wordt bij voorkeur ter plaatse hergebruikt. Bepaal in het bestek waar de grond hergebruikt kan worden en onder welke voorwaarden.
- Indien hergebruik ter plaatse niet mogelijk is, neem dan expliciet een meetpost op voor de afvoer van de besmette grond met inbegrip van bio-veiligheidsmaatregelen.
- Het is niet steeds nodig dieper uit te graven dan voorzien om wortelstokken te verwijderen, het afdekken (door grond en/of verharding) kan in veel gevallen voldoende zijn om uitschieten te voorkomen.
- Alle uitvoerders van het grondverzet moeten in staat zijn de verschillende invasieve exoten te herkennen en weten hoe hiermee moet omgegaan worden.

Hierna enkele specifieke richtlijnen voor Japanse Duizendknoop en Reuzenberenklauw.

Japanse duizendknoop (*Fallopia japonica*) / of Sachalinese duizendknoop (*Fallopia sachalinensis*) en kruising van de twee

Indien er Japanse duizendknoop voorkomt binnen de werf van een investeringsproject moeten de geïnfecteerde zones voldoende diep uitgegraven worden (3 tot 5m). De uitgegraven grond wordt best onmiddellijk en zonder tussentijdse stockage afgevoerd voor verbranding door een erkend verwerkingsbedrijf. Tijdens het transport dient de vracht met een zeil afgedekt te zijn, zodat geen verspreiding naar de omgeving mogelijk is.

Indien tijdelijke opslag nodig is dan moet de uitgegraven grond apart en gescheiden van andere gronden gestockeerd worden met aanduiding van het type grond om contaminatie van de andere gronden te vermijden.

Er dient een controle op nieuwe scheuten uitgevoerd te worden 1 jaar na de uitgraving. Indien dan nieuwe scheuten aanwezig zijn dienen deze manueel verwijderd te worden en wordt aangeraden de grond rondom om te woelen zodat het resterende ondergrondse plantenmateriaal mee verwijderd kan worden. Hieropvolgend is een jaarlijkse opvolging noodzakelijk totdat geen scheuten meer aanwezig zijn. Zodra geen nieuwe scheuten aanwezig zijn, kan de controle stopgezet worden.

Opgelet: De plantenresten worden zorgvuldig opgeruimd, zodat geen plantendelen verspreid kunnen worden.

- De plantendelen worden in gesloten verpakking afgevoerd naar een erkend verwerkingsbedrijf.
- Het gebruikte materieel en de vrachtwagens/ containers die instaan voor het transport dienen onmiddellijk na gebruik zeer grondig gereinigd te worden zodat geen plantenresten achterblijven.

Hergebruik van deze gronden in ecologisch waardevolle gebieden (zoals SBZ-gebieden, VEN-gebieden, natuurgebieden,...) wordt vermeden.

Reuzenberenklauw (*Heracleum mantegazzianum*)

Gronden die afgegraven worden waar reuzenberenklauw voorkomt of recent (<7j) is voorgekomen, kunnen nog zaadbanken van de plant bevatten die andere gronden kunnen besmetten. Alle plantenresten dienen meteen verzameld en voor verwerking afgevoerd te worden naar een erkende composteersinstallatie.

Opgelet: Bij het maaien en uitsteken van de plant moeten de nodige voorzorgen genomen worden zodat arbeiders niet in contact komen met het plantensap. Het dragen van waterdichte beschermende kledij, stevige handschoenen en een beschermende bril is noodzakelijk.

Indien tussentijdse opslag van de uitgegraven grond vereist is, worden deze apart en gescheiden van andere gronden gestockeerd met aanduiding van het type grond om contaminatie van andere gronden te vermijden. Bij voorkeur worden deze gronden binnen de werfzone hergebruikt en dit op locaties waar de reuzenberenklauw reeds voorkomt of recent (<7j) is voorgekomen. Indien dit laatste niet mogelijk is, wordt de grond op een zo klein mogelijk oppervlakte hergebruikt en wordt deze zone geïnventariseerd en opgevolgd i.f.v. de aanwezigheid van de reuzenberenklauw met het hieraan gekoppelde beheer. Om het kiemen van de eventueel aanwezige zaden maximaal te vermijden, kan er in het laatste geval ervoor gekozen worden de gronden op voldoende diepte (min. 40 cm-mv) te hergebruiken.

Hergebruik van deze gronden in ecologisch waardevolle gebieden (zoals SBZ-gebieden, VEN-gebieden, natuurgebieden,...) wordt vermeden.

Gebruik van pesticiden

Sinds 1 januari 2015 is het gebruik van pesticiden op alle openbare domeinen verboden. Eerst waren er nog generiek afwijkingen onder specifieke voorwaarden (bv voor Amerikaanse vogelkers) maar sinds 1 januari 2018 komt nog slechts 1 groep planten voor op die generieke lijst, nl. Japanse en andere duizendknopen, maar er gelden heel strikte randvoorwaarden bij de bestrijding. Meer informatie kan gevonden worden op de website zonderisgezonder.be.

Voor het ontwerpen van nieuwe terreinen waarbij ongewenste plantengroei vermeden wordt, kan de Leidraad 'Pesticidenvrij ontwerpen' worden geraadpleegd, waarbij de doelstelling is om een pesticidenvrij beheer te kunnen voeren. Deze leidraad voor ontwerp en aanleg gebruikt de omschrijvingen van het [Standaardbestek 250](#).

Afritten complexen, verkeerswisselaars en niet ingenomen wegzates

Binnen op- en afrittencomplexen, verkeerswisselaars of langs niet ingenomen wegzates liggen dikwijls grote percelen. In dergelijke percelen, die verder geen wegfunctie hebben zijn er mogelijkheden voor het ontwikkelen van waardevolle terreinen voor natuur:

- Behoud van of spontaan laten ontwikkelen naar een "bosbestand" (Nulbeheer). Dit is mogelijk binnen een complex en op 20 à 25 meter afstand van de rand van de verharding of 10 meter van de baangracht.
- Beheer met schapen als de toegang veilig is.
- Maaien met afvoer afgestemd op de (potentiële) ecologische waarden.
- Plaggen indien nuttig voor het bekomen van een hogere ecologische waarde (vb. heischrale graslanden).
- Ruigtebeheer.
- Waterberging.
- Aanleg poel(-en)met natuurvriendelijke flauwe oevers. Deze kan toegespitst zijn op een aantal randvoorwaarden van specifieke doelsoorten uit de omgeving. Voldoende geleiding en verbindingen dienen voorzien te worden (zie [Fiche 2 Waterbeheer](#)).
-

Voor het beheer van dergelijke zones kunnen afspraken gemaakt worden met derden of via sociale economie indien het perceel vlot en veilig bereikbaar is (schaapherder, ANB, Natuurpunt, ...)

Grachten

Grachten worden aangelegd voor de afvoer van water en om de wegkoffer droog te houden. Ze kunnen zorgen voor opvang en buffering van regenwater, een vertraagde afvoer, draineren of infiltreren en zuiveren van het water. Het zijn lijnvormige elementen die het oppervlaktewaterstelsel kunnen versterken. Ze kunnen verder belangrijke verbindende elementen zijn voor fauna en flora. Voor meer informatie Zie [Fiche 2 Waterbeheer](#).

- Vanwege plaatsgebrek hebben de meeste grachten een vrij steile oever. Daarom worden ze bij aanleg meestal gefixeerd met eenjarige grassen. Er kan ook geopteerd worden om te werken met erosiewerende biodegradeerbare geotextielen (zie [standaardbestek 250](#)).
- Om het beheer van de grachten mogelijk te maken moeten ze bereikbaar zijn.
 - Ter hoogte van houtkanten wordt om de 200 à 300 meter een werkgang vrijgehouden tussen gracht en weg. Deze blokken kunnen overeenkomen met de indeling van de houtkanten voor het hakhoutbeheer.
 - Indien er ecorasters aanwezig zijn in de bermen, en het beheer niet meer vanaf de verharding kan gebeuren, dan moeten er toegangspoorten voorzien worden. Dit is niet nodig als er toegang mogelijk is vanaf een parallelle weg.

Fiche 1-B. Aanleg en inrichting van taluds

Algemene elementen en veiligheid

Een talud is een hellend vlak van een ingraving of ophoging.

Taluds kunnen op drie manieren voorkomen:

- neergaand talud,
- opgaand talud,
- sloten en beken.

Een talud heeft in eerste instantie als functie om het hoogteverschil tussen de weg en omgeving te overbruggen, hemelwater af te voeren en de weg in te passen in het landschap.

Richtlijnen in verband met de aanleg en breedte van de veiligheidsstrook in functie van de helling van taluds worden concreet gegeven in het '[Vademecum Vergevingsgezinde wegen \(VVW\) deel gemotoriseerd verkeer](#)'.

Om een talud goed te kunnen beheren zijn vooral de hellingsgraad en de lengte een beperkende factor.

In de volgende punten worden richtlijnen gegeven om taluds ook natuurtechnisch zo optimaal mogelijk aan te leggen en in te richten.

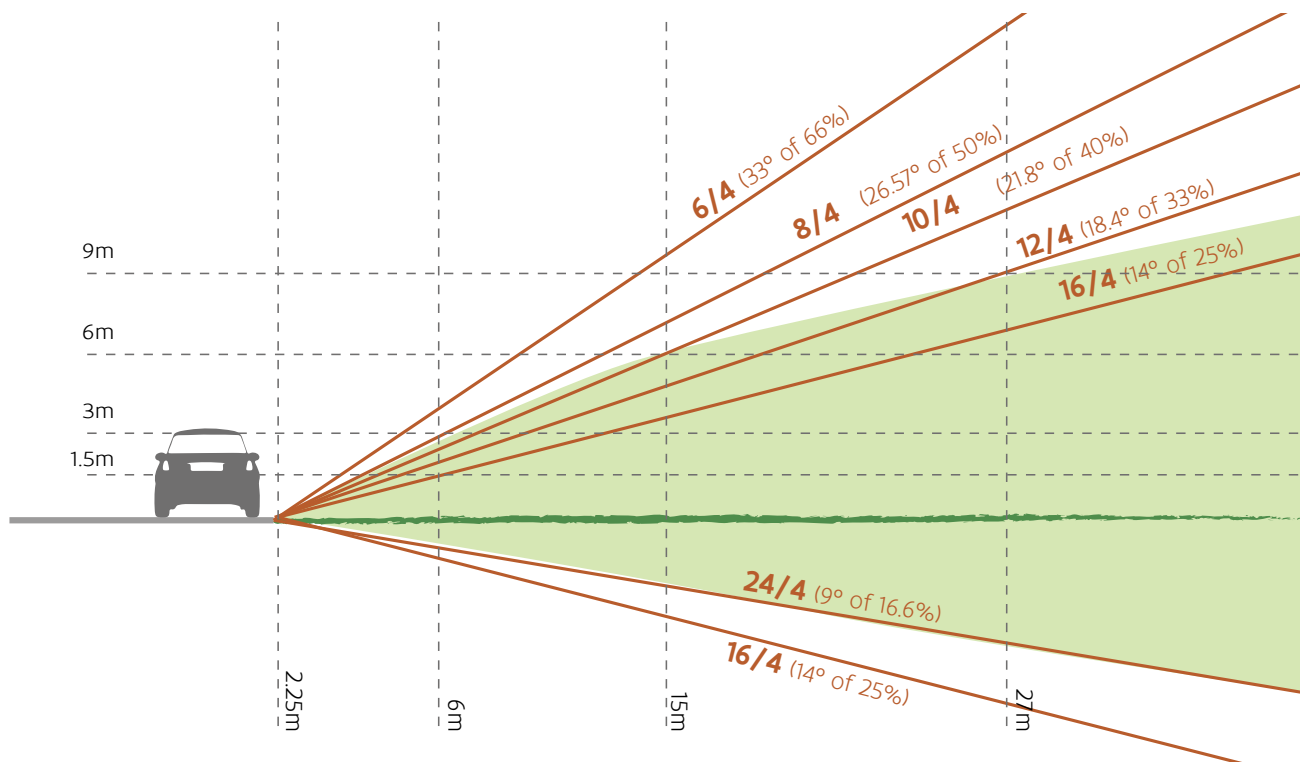
Keuze van de hellingsgraad

De keuze van de hellingsgraad is sterk afhankelijk van het lengteprofiel van de weg, van het reliëf in de omgeving en van de beschikbare ruimte. Vooral dit laatste geeft dikwijls aanleiding tot de aanleg van zeer steile bermten zodat er minimaal ruimte wordt ingenomen.

Om afschuiving te vermijden kan een hellingsgraad van 12/4 of 16/4 als veilig beschouwd worden (Figuur 1-2). Daarbij is de aanleg van een tussensteunberm aan te raden. De **maximale helling is afhankelijk van de grondsoort. Iedere grondsoort** heeft, afhankelijk van de cohesie een hoek van inwendige wrijving, een maximale natuurlijke hellingsgraad waarbij de grondsoort niet gaat schuiven.

Een steilere helling is enkel mogelijk wanneer er (artificiële) verstevigingen worden aangebracht (zie ook '[Natuurtechnische milieubouw \(NTMB\)](#) in [StandaardBestek 250](#)'). Deze moet echter op basis van potentiële belasting, substraat (wrijving, kleverigheid), ondergrond en andere randvoorwaarden doorgerekend worden door een stabiliteitsingenieur, om daarover uitsluitsel te geven.

Verder **zorgt een helling voor een extra oppervlakte** door het 'toevoegen' van een derde dimensie t.o.v. volledig vlakke situaties; een extra oppervlakte die soms ook extra mogelijkheden en meer leefgebied voor vegetaties en bijhorende fauna genereert.



Figuur 1 2: Schematische weergave van de verschillende hellingsgraden met aanduiding van de maatvoering, en de veilige hellingsgraden om afschuiving te voorkomen (groene zone)

Microklimaat als randvoorwaarde

Verschiedende factoren hebben een bepalende invloed op het heersende microklimaat op taluds, en zodoende op potenties qua biodiversiteit. Een bepaald stukje helling zal een specifiek microklimaat hebben als gevolg van de gebruikte afdeklaag, de bodemtextuur, de bodemdichtheid, de vochtgradiënt, de inclinatie (hellingsgraad), de lichtinval, de expositie (kompasrichting),... en eveneens afhankelijk van de vegetatie.

- **Inclinatie: sterke inclinatie (steile helling) geeft warmer microklimaat in de winter**

Bij een lage zonnestand wordt de maximale stralingsintensiteit ontvangen op zeer steile hellingen en komt een verticaal vlak zelfs dicht bij de ideale expositie. Zo kunnen in de winter op boomschors hoge oppervlaktetemperaturen voorkomen (30-40°C boven de luchttemperatuur). Nog hogere plaatselijke microtemperaturen worden bereikt op bijvoorbeeld steile randjes van halfverteerd gras(achtig) materiaal (35-52°C boven omgevingstemperatuur). Grote expositieverschillen kunnen in de winter ook optreden bij graspollen. Het spreekt voor zich dat niet enkel de vegetatie hieraan onderhevig is, maar (soms nog meer) de fauna die erover/eronder beweegt.

- **Oriëntatie: zuidelijk gerichte hellingen (noordzijde van de weg) zijn veel warmer en lichter dan noordelijk gerichte hellingen (zuidzijde van de weg).**

Een helling georiënteerd op het zuiden heeft de warme zuiderzon, terwijl een op het noorden gerichte helling enkel diffuus zonlicht van de noordelijke hemel ontvangt, dat blauwer getint is dan rechtstreeks invallend licht. Dit milieu wordt door Duitse onderzoekers aangeduid als 'Blauschatten'. Dit blauwschaduwklimaat genereert een andere soortensamenstelling dan schaduw op een zuidelijk gerichte helling met veel direct zonlicht. Ook de kieming van zaden e.d. zal anders kunnen verlopen bij variaties in hoeveelheden infrarood licht.

De inclinatie kan in de eerste plaats het effect van expositierichting sterk beïnvloeden: het verschil tussen steile noord- en zuidhellingen is groter dan tussen flauw glooiende noord- en zuidhellingen. Bij zeer steile hellingen gaat ook de invloed van de neerslag een rol spelen want er valt namelijk minder regen op het substraat en de sneeuw glijdt er makkelijker af.

- **De grondsoort beïnvloedt het microklimaat door o.a. absorptie en reflectie van zonnestraling.**

Droge bodemtypes vertonen grotere temperatuurwisselingen dan vochtige, die bijvoorbeeld 's zomers koeler blijven doordat er warmte onttrokken wordt voor de verdamping van water.

De wisselwerking tussen al deze factoren bepaalt dus het microklimaat op de taluds. De invloed van het microklimaat op de vegetatieontwikkeling en het voorkomen van concrete faunasoorten zoals bv. vlinderpopulaties is algemeen bekend.

- **Zuidgerichte hellingen** vormen een geschikt habitat voor organismen uit zuidelijkere streken
- **Noordgerichte hellingen** vormen een geschikt habitat voor soorten uit het koele noorden.

Het aanbrengen van een talud kan bovendien zorgen voor een nieuwe ecologische corridor, Maar wanneer deze niet logisch wordt aangelegd in functie van het gegenereerde microklimaat, kan een talud evenzeer zorgen voor een volledige blokkade en daarenboven habitatverlies door eliminatie van bestaand waardevol biotoop.

Voor een natuurtechnische aanleg en inrichting van taluds is het van belang rekening te houden met het gegenereerde microklimaat, in combinatie met de landschappelijk inpassing.

Inrichting in functie van het beheer

Bij de aanleg van taluds is het van belang reeds rekening te houden met de technische randvoorwaarden die een goed (ecologische) beheer mogelijk maken. Het type grond dat wordt gebruikt bij het afdekken van hellingen is belangrijk zowel voor vegetatieontwikkeling als voor het beheer: hoe rijker de grond, hoe sneller de vegetatie groeit en hoe intensiever het noodzakelijk beheer.

Op zuidgerichte taluds (noordzijde van de weg) wordt de voorkeur gegeven aan een grazige vegetatie vanwege de ecologische voordelen.

Op noordgerichte taluds (zuidzijde van de weg) kan ruimte gegeven worden aan een spontane vegetatieontwikkeling of kan een beplanting met struiken voorzien worden.

Op een talud worden geen hoogstammen geplant.

Het beheer van **grazige taluds** is erop gericht om deze grazig te houden op een wijze die ecologisch maximaal resultaat genereert. Dit kan door middel van maaibeheer, begrazing of een combinatie van beide.

Een talud met een **houtige vegetatie**, ook bij spontane ontwikkeling zal toch op gezette tijden beheerd moeten worden. Houtige opslag van grotere soorten zal teruggezet moeten worden om windval te vermijden. Bij de aanleg moet rekening gehouden worden met de toegankelijkheid voor de beheertoestellen.

Maaibeheer op taluds

Maaitoestellen

Voor elk type vegetatie of helling bestaan er specifieke maaitoestellen. Zo zijn er (cirkel-/klepel-/trommel-) maaiers die achter of voor een tractor gespannen kunnen worden, alsook maaiers die op een flexibele arm kunnen worden geplaatst.

Afhankelijk van het type hebben de **maaitoestellen die op een tractor geplaatst worden**:

- Een **maaibreedte** van 1 tot 11 m.
- Kunnen deze ingesteld worden onder **een hoek van – 55° tot + 90°**.
- Het **plaatsen op een arm** maakt dat er **tot op 9 m** afstand gemaaid kan worden onder bijna alle hoeken.

Er bestaan ook maaitoestellen die van op afstand bediend kunnen worden, en hellingen van 50° of meer aankunnen. Deze zijn echter minder geschikt voor vegetaties die maximaal 2 maal per jaar worden gemaaid.

Op vlakke taluds wordt er meestal gemaaid met gecombineerde maaï- en opzuigmachines. Indien deze gemonteerd worden op een arm dan kunnen ze, afhankelijk van de lengte van de arm, de onderste zone van het talud beheren.

Het bermbesluit bepaald dat het bermmaaisel steeds moet afgevoerd worden. Hoge of lange taluds zijn echter niet toegankelijk voor de toestellen die daarvoor worden gebruikt zodat het maaisel blijft liggen. Dit is vanuit ecologisch standpunt zeker niet wenselijk.

Voor meer informatie over het natuurtechnisch beheren van bermen verwijzen we naar de '[Leidraad natuurtechniek, Ecologisch bermbeheer](#)'

Maaïen op de helling of van op afstand

De gevolgen van het maaïen met machines (tractoren) op de hellingen zelf zijn:

- **Bodemschade**

Bodemschade heeft niet alleen ecologische nadelen maar kan ook erosieproblemen in de helling zelf veroorzaken.

De mate waarin bodemschade optreedt is afhankelijk van:

- de hellingsgraad,
- het bodemtype, ook van de toplaag (vb. klei versus zandig),
- het slippen van de banden, bandbreedte, bandendruk.

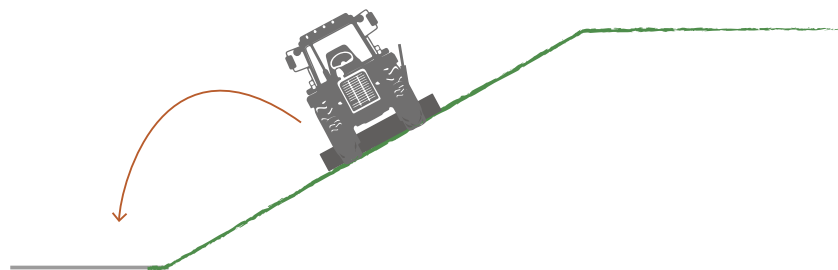
- **Risico op kantelen van het maaitoestel.**

De kans dat machines op hellingen kantelen (meestal zijwaarts) is afhankelijk van:

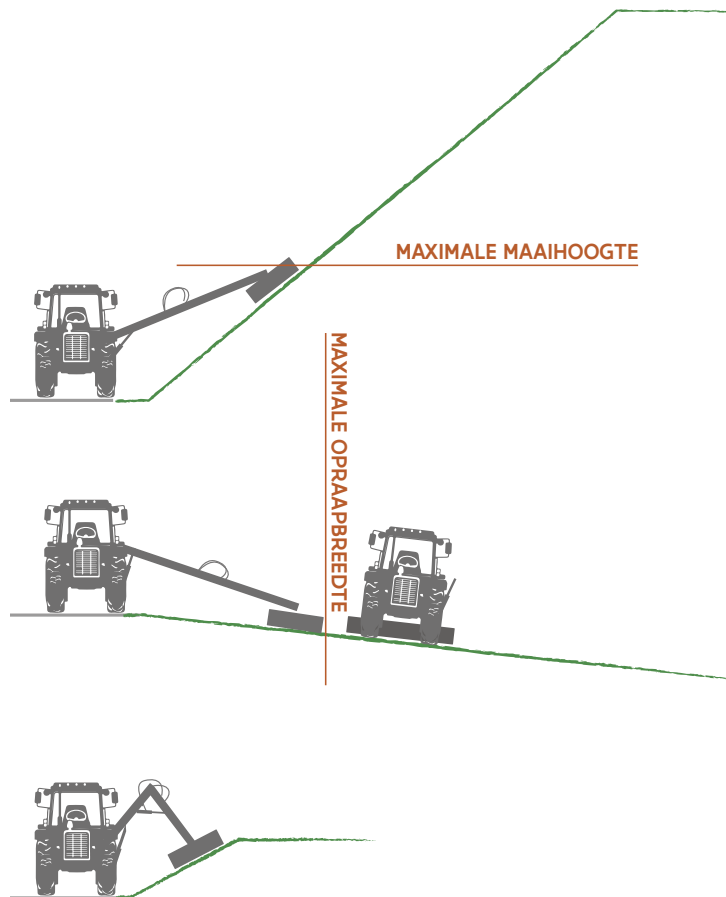
- de hellingsgraad,
- het zwaartepunt: hoe hoger het zwaartepunt van de tractor/machine, hoe gemakkelijker hij omkantelt op een helling.

De hefboomwerking van het (maaï)tuig kan het zwaartepunt ook sterk beïnvloeden. Zo kan een tractor met uitschuifbare arm van 10 m die blijft vasthaken achter de vegetatie zelfs op zwakke hellingen kantelen (waardoor zowel de vegetatie als de maaier schade oplopen). De meeste ongevallen door het kantelen van de tractor doen zich effectief voor met een gedragen of getrokken werktuig en op hellingen.

- lokale effecten zoals putjes of bulten in de helling kunnen kantelen bevorderen, terwijl ze ecologisch een pluspunt kunnen zijn (microhabitats)



Figuur 1-3: Risico op kantelen van voertuigen op hellingen is afhankelijk van de hellingsgraad, het zwaartepunt van het toestel en lokale effecten.



Figuur 1 4: Schematische weergave van de maximale maaihogte en opraaphogte in verschillende situaties op taluds. Boven: steile berm die niet bovenaan gemaaid kan worden en waar maaisel niet kan opgeraapt worden. Midden: normale helling die gemaaid kan worden, maar beperkt opgeraapt kan worden. Onder: normale helling in ophoging.

Mogelijke oplossingen

- Aanleg van een talud met tussensteunbermen die toegankelijk zijn voor zowel maaitoestellen als de opraapbakken.
- Op grazige taluds kan ruigtemanagement toegepast worden met een maai-beheer om de 3 jaar. Hierbij moet het maaisel eveneens opgeraapt worden.
- Grazige taluds inrichten zodat er schapenbegrazing mogelijk is. Hiervoor moet wel een schapenraster geplaatst worden. (zie verder hierna)
- Spontaan laten ontwikkelen van een berm. Wat bij aanvang wel ecologische voordelen heeft, maar op termijn zal evolueren naar een volledige houtige berm.
- Het beplanten met streekeigen soorten met een eindhoogte van 10 meter.
- NIET beplanten met hoogstammen in functie van het valgevaar.

Begrazing op taluds

Een grasbeheer door schapen is een goede en ecologisch interessante manier van beheren voor moeilijk toegankelijke steile taluds. Begrazing kan ook ingezet worden in combinatie met maaien (nabegrazing), of specifiek om bepaalde soorten te onderdrukken (invasieve exoten zoals Amerikaanse vogelkers).

Ten opzichte van maaien heeft de begrazing volgende voordelen:

- Grazers werken kleinschalig en verwijderen planten selectief.
- Zaden kunnen in de vacht van de dieren blijven hangen, waardoor ze verspreid worden (zoöchorie).
- Er moet geen maaisel afgevoerd worden. De dieren deponeren hun mest meestal op enkele plaatsen (latrinevorming) waardoor specifieke gradiënten kunnen ontstaan.

Niet alle grazers kunnen echter even goed overweg met hellingen, en ook binnen de verschillende rassen van een diersoort kan zich een verschil aftekenen. Een natte bodem is voor sommige hoefdieren eveneens een obstakel. Het Vlaams schaap is een soort die in vochtiger omstandigheden kan grazen dan andere schapen.

Langs wegen moet rekening gehouden worden met het uitbraakgevaar van de dieren in functie van de verkeersveiligheid. Om dit risico te vermijden wordt enkel gewerkt met schapen binnen vaste omheinde percelen.

Bij het inzetten van begrazing gelden volgende aandachtspunten:

- Er dient een voldoende grote oppervlakte ter beschikking te zijn, en het perceel moet vlot bereikbaar zijn voor de schaapherder van buiten het wegdomein.
- Plaatsen van een omheining:
 - Minimum 1 maaibalk (veiligheidsmaaizone) van de rand van de verharding. Liefst achter een vangrail om beschadigingen door aanrijdingen te vermijden (en bijgevolg ontsnappen van de dieren)
 - Geen langwerpige, smalle percelen omdat te veel omheining veel duurder is.
 - Hoogte van de omheining: 120cm.
 - Gecertificeerde houten palen.
 - Voorzien van een poort.
 - Voorzien van een schaduwzone en van een schuilmogelijkheid (afhankelijk van de soort en van de periode van inzet).
 - Voor de technische informatie voor het plaatsen van rasters zie ook [fiche 9 Geleiding langs de weg](#).

Fiche 1-C. Inrichting van grazige bermen

Algemene elementen

Wanneer grazige bermen goed werden aangelegd en ecologisch beheerd worden, leveren ze een zeer belangrijke bijdrage aan de biodiversiteit en kunnen ze een halt toeroepen aan de achteruitgang van verschillende soorten insecten (vb. vlinders, bijen).

Om de ecologische kwaliteit van de bermen te garanderen moet er in het ontwerp reeds rekening gehouden worden met het latere beheer.

Bodem

Bij infrastructuurwerken wordt de toplaag met daarin het meeste organisch materiaal meestal eerst afgegraven en gestockeerd (zie ook afplaggen hieronder). Het is belangrijk om deze grond apart te houden van de andere gronden op de werf zodat deze, afhankelijk van de kwaliteit (zie figuur 1-5), achteraf als toplaag terug aangebracht kan worden.



Figuur 1 5: Opties voor de toplaag bij inrichting van grazige bermen

Vanuit ecologisch standpunt geniet het hergebruik van de toplaag de voorkeur (zie [standaardbestek 250](#), H11 5.2.1). Op die manier wordt immers de aanwezige zaadbank behouden en kan de lokale en streekeigen vegetatie terug ontwikkelen.

Het is echter mogelijk dat de bodem vervuild is (polluenten, invasieve exoten) of zeer voedselrijk (vb. door inspoeling van meststoffen van aangrenzende akkers). In dat geval is het aan te raden om gebiedseigen schrale grond (weinig organisch materiaal) uit de omgeving te plaatsen als toplaag.

Om een snelle verschraling van de bodem te bekomen kan afplaggen, of het niet terug opbrengen van de oorspronkelijke of een nieuwe toplaag, een optie zijn. Op de vrijgekomen kale bodem kunnen (veelal bijzondere) pionierssoorten kiemen. Bovendien kan het plaggen aanleiding geven tot bijzondere vegetatietypes zoals bijv. (hei) schraal grasland. De diepte van het afplaggen is daarbij belangrijk. Zo zal bij ondiep plaggen herkolonisatie gebeuren van de in de zaadbank aanwezige soorten, terwijl diep afplaggen de zaadbank mee verwijderd wordt en er zich in de eerste jaren vooral soorten gaan vestigen die zich met de wind verspreiden.

Bemesting in de bermen is niet toegelaten. Het zaaimateriaal mag niet voorzien zijn van een 'verbeterende' omhulling (coating)

Vegetatieontwikkeling

Er zijn verschillende mogelijkheden voor de vegetatieontwikkeling in grazige bermen:

- Een **spontane ontwikkeling** van de vegetatie geniet in eerste instantie de voorkeur. In verstoorde grond ontwikkelen zich in de beginperiode echter soorten die al of niet gewenst zijn zoals, distels, klaprozen of kamille. Door een aangepast maaibeheer verdwijnen deze soorten na een paar jaar om plaats te maken voor andere soorten.
- **Inzaaien met eenjarige grassen** (vb. Italiaans raaigras) (zie [standaardbestek 250](#), H11 6.1).
 - Indien een snelle fixatie van de bodem primeert (bv. op steile taluds).
 - Deze grassen maken daarna plaats voor een vegetatie die zich verder spontaan kan ontwikkelen.
- **Enten van maaisel** uit de omgeving geeft een versnelde start aan een goede vegetatieontwikkeling op de berm.
 - Het maaisel moet vers zijn en afkomstig van een goed ontwikkeld, botanisch waardevol donorperceel met vergelijkbare abiotische omstandigheden. Maaisel van wegbermen uit de buurt kan eveneens gebruikt worden, maar kan zwerfvuil of andere vervuiling bevatten.
 - Globaal genomen volstaat 1m² donormaaisel voor de aanleg van 3 m².
 - Door goede contacten kunnen terreinbeherende instanties uit de omgeving voor het donormateriaal zorgen.
 - Er dient steeds [een grondstofverklaring te worden aangevraagd bij OVAM](#) om het maaisel te mogen gebruiken. Dit omdat composteerbaar organisch afval dat onder meer vrijkomt in tuinen, plantsoenen, parken, oevers van waterlopen en wegbermen en natuurgebieden als groenafval wordt gezien.
 - Knelpunt: de timing van de aanleg van de berm komt zelden overeen met de optimale maaibeurt van het donormaaisel (wanneer de kruiden in zaad staan). Ook hier kan er dan ook gekozen worden om eerst met 1-jarige grassen in te zaaien, en vervolgens op het juiste moment het donormaaisel aan te brengen.
- Er bestaan allerhande **mengsels van kruiden en grassen** om in te zaaien in tal van specifieke situaties. Echter is dit bij de aanleg van bermen niet interessant omdat hiermee een vegetatie ontstaat die van nature niet voorkomt. Zij is dan ook moeilijk in stand te houden. De ecologische waarde ervan is (ondanks soms hoge bloeiwaarde) dan ook beperkt. Ze zal op termijn automatisch plaats maken voor meer aangepaste steekeigen soorten.

Inrichting in functie van veiligheid en beheer

Bij ecologisch bermbeheer wordt veelal ingezet op **vershraling van de bermen**. Vershraling bestaat erin de hoeveelheid voedingsstoffen te doen afnemen zodat de voedselrijkdom verkleint en meer biologisch waardevol grasland kan ontwikkelen.

Ook in functie van de **verkeersveiligheid** zijn er aandachtspunten voor het beheer.

Bij de inrichting van de berm moet er aandacht gegeven worden aan de **technische mogelijkheden, de verkeersveiligheid en het ecologische beheer**.

Bij de opmaak van de ontwerpplannen moet rekening gehouden worden met de toegankelijkheid en bereikbaarheid voor de uitvoering van een goed en veilig beheer. Moeilijk te beheren zijn bijvoorbeeld bermen zonder vluchtstrook, kleine tussenbermen, verkeerseilandjes, middenbermen, steile bermen en stroken onder de vangrail. Ook tussenbermen aan de linkerkant die tegen de rijrichting in gemaaid moeten worden kunnen problematisch zijn.

Fiche 1-D. Inrichting van Houtige bermen

Landschappelijke waarde

Houtkanten en houtwallen vervulden vroeger allerlei functies. Ze bakenden percelen af, hielden het vee tegen, beschermden tegen wind en erosie en leverden brand- en geriefhout. Vandaag hebben ze nog steeds een hoge landschappelijke waarde:

- bij afwezigheid van opgaande begroeiing spreken we van een open landschap,
- gesloten landschappen komen voor ter hoogte van bossen,
- in een halfopen landschap bepalen ze de structuur van een omgeving. Houtige vegetatie wordt gebruikt:
 - om percelen af te bakenen,
 - om dingen te verbergen (bufferen),
 - als herkenningspunt op pleinen of kruispunten,
 - om waterlopen of wegen af te bakenen.

Langs wegen betekenen ze een meerwaarde voor de weggebruiker:

- ze geven geleiding aan het verkeer,
- ze houden de aandacht op de omgeving,
- ze geven schaduw en verhinderen verblinding

Ecologische waarde

Houtige bermen hebben vooral een hoge ecologische functie en waarde:

- lokaal binnen de houtkant zelf,
- als geleidend element (corridor) voor soorten. Niet alleen op de grond maar ook langs de kruinen voor vleermuizen en vogels,
- ze maken ook deel uit van het totale groene netwerk.

Opgaande houtige vegetatie en ook bomen spelen eveneens een belangrijke rol in de aanpassing (adaptie) aan de klimaatverandering. Ze bieden schaduw en door verdamping van water kunnen ze voor een koelere omgeving zorgen (ecosysteemdiensten).

De Universiteit Antwerpen heeft in samenwerking met een aantal partners een toolset ontwikkeld om ruimtelijke planning beter te kunnen afstemmen op ecosysteemdiensten ([ECOPLAN](#)). Eén van deze tools is de 'Quickscan' die toelaat om met een aantal GIS-kaarten op het niveau van Vlaanderen een snel overzicht te krijgen van de huidige ecosysteemdiensten.

Uit deze tool kan worden afgeleid dat bomen een positief effect hebben op:

- de **luchtkwaliteit**: door fijn stof af te vangen met hun bladeren/naalden en schors;
- het **microklimaat**: door actief en passief voor verkoeling van de omgeving te zorgen (adaptatie);
- **waterbeheer**: door de infiltratiemogelijkheden in de boomspiegel;
- **gezondheid**: door te zorgen voor mogelijkheden voor ontspanning en beweging
- **biodiversiteit**: door leefgebied te bieden aan vele organismen
- **beperking broeikas effect (mitigatie)**: door koolstof op te nemen in hun structuur;
- **landschap**: door afscherming van verkeer en industrie, verfraaiing van omgeving

Luchtkwaliteit

Hoge vegetatie kan een grote impact hebben in het afvangen van fijnstof uit de lucht. Dit is echter vooral van toepassing in bijvoorbeeld bossen. Hoe meer en hoe groter de bomen, hoe meer fijnstof ze uit de lucht kunnen filteren. Toch is dit vaak niet meer dan 5-10 procent van wat er lokaal geproduceerd wordt. Het effect is dus beperkt, maar het helpt wel.

Daarnaast kan door een doordachte locatiekeuze van de bomen ervoor gezorgd wordt dat luchtstromen ontstaan waardoor het fijnstof versneld wordt afgevoerd. Ook het omgekeerde kan zich voor doen. Wanneer de bomen te dicht bij de weg staan kan het een tunnel vormen waar het fijnstof er onder blijft hangen. Als gevolg van deze demping van de windsnelheid worden de uitlaatgassen met minder lucht gemengd, een effect dat het 'groene tunnel effect' wordt genoemd ([Hoffman 2009, Dendroflora](#)). Dit effect kan voorkomen worden door te zorgen voor een beplanting met voldoende porositeit (meer dan 40%). Dit kan door een aanplant met de juiste boomsoorten met voldoende open kruinen of sterk opgaande kruinen, dan wel door gericht beheer (snoeien en dunnen).

Microklimaat

Verkoeling wordt verzorgd op twee verschillende manieren. Enerzijds creëren bomen schaduwrijke plekken in een bebouwde omgeving en zorgen zo voor een verminderde warmteopname van de beschaduwde materialen (bv. beton). Anderzijds zorgen bomen ook voor actieve verkoeling door evapotranspiratie (som van evaporatie (verdamping door zonnewarmte van het oppervlak) en transpiratie (verdamping uit de huidmondjes)).

Vegetatie speelt een beperkte rol voor geluidsreductie. Het kan zorgen voor fysische effecten (verstrooiing, afscherming en absorptie van het geluid) of indirecte fysische effecten (absorptie door onverharde bodems en windsnelheidsreductie). Enkel houtige gewassen komen hiervoor in aanmerking ([Meiresonne & Turkelboom, INBO.M.2014.1817081](#)). Het akoestische effect van aanplantingen bedraagt 0,03-0,1 dB per meter dicht bos, voor bossen van meer dan 100 meter diepte. De reductie van geluid langs wegen door middel van houtkanten is dus niet toepasbaar. Voor meer informatie over geluidsreductie zie [Fiche 3-B Geluidsschermen gronddammen](#).

Een aandachtspunt zijn bomen die vlak achter geluidsschermen staan. Deze kunnen dan weer zorgen voor reflectie van het geluid op de bladeren, waardoor de schermen een verminderde functie hebben.

Biodiversiteit

Opgaande vegetatie is belangrijk als nestplaats en als voedselbron voor verschillende diersoorten, en vormen voor vleermuizen belangrijke structuren als verbindend element in het landschap. Verschillende vleermuissoorten en uilen zullen bovendien boomtoppen volgen waardoor ze al een stuk hoger vliegen als ze de weg bereiken en er dus minder kans is op verkeersslachtoffers (zie [Fiche 1-F Hop-over](#)).

De richtlijnen rond het aanplanten van hoogstammen wordt apart beschreven in [Fiche 1-E Laanbomen en Solitaire bomen](#).

Voor ondersteuning bij de inrichting van houtige bermen kan best een beroep gedaan worden op experts Natuurtechniek.

Locatie houtkanten

Indien er ruimte is, er zich geen waardevolle grazige vegetatie kan ontwikkelen en er een landschappelijke verbinding kan gemaakt worden, dan is het aanplanten van houtige vegetatie langs wegbermen zeker een mogelijkheid.

Hagen

Tussen rijweg en fietspad worden soms geschoren hagen geplaatst als veiligheidsmaatregel. Ook in middenbermen komen dergelijke hagen voor waarbij ze er voor kunnen zorgen dat er geen verblinding optreedt door het tegenliggende verkeer.

De ruimte tussen weg en fietspad is dikwijls zeer beperkt waardoor hagen er dikwijls niet goed bij staan. Ze hebben te weinig ondergrondse doorwortelbare ruimte. Bovendien zijn ze heel gevoelig voor strooizouten en voor beschadiging door aanrijdingen. Het plaatsen van hagen is daarom niet altijd gewenst of zinvol.

Voor de aanplant van hagen worden ook beste inheemse soorten, zonder stekels of doornen, gebruikt die uiteraard zeer goed tegen regelmatig snoeien kunnen.

Houtkanten

Op noordelijke taluds, waar weinig ecologische winst te halen is, of op plaatsen die niet of moeilijk bereikbaar zijn voor beheer kan een houtkant aangeplant worden of spontaan evolueren. In dat geval zullen deze houtkanten uitgroeien tot “bosbestanden” waar mogelijk op termijn gedund moet worden.

Een houtkant bevindt zich

- minimaal op een afstand van 4,5 meter vanaf de rechterijstrook (of 3 maaibalkbreedtes)
- op snelwegen op minimaal 10 meter van de rechterijstrook (inclusief verharding)

Vanaf een afstand van 20 meter buiten de grachten langs de weg is geen beheer meer noodzakelijk.

Nodige ruimte voor de aanplant

- De **minimale breedte** noodzakelijk voor het aanplanten van **1 plantrij houtige vegetatie is 3 meter**. We spreken in dit geval van **een heg**. Dit komt eigenlijk neer op een haag die niet gesnoeid wordt, zodat de bomen of struiken kunnen bloeien en vruchten dragen.
- Dichte houtgewassen die breder zijn dan één rij worden **houtkanten** genoemd. Een aanplant op een wal heet een **houtwal**. **Tussenafstand tussen de plantrijen is 2 m** wat betekent dat een houtkant
 - van 2 rijen ongeveer 5 m breedte is,
 - van 3 rijen 5 meter,
 - van 4 rijen 9 meter, enz
- Om te weten of er ondergrondse leidingen aanwezig zijn moet men het [Kabel- en Leidinginformatieportaal KLIP](#) raadplegen om graafschade aan kabels en leidingen te vermijden.
- Voor sommige (ook bovengrondse) leidingen kunnen extra beperkende maatregelen opgelegd worden:
 - Hoogspanningsleiding: er worden geen aanplantingen van meer dan 3 meter hoog getolereerd in een strook van 20 meter langs beide kanten van de as van **een hoogspanningslijn**. Men is wettelijk verplicht het technische secretariaat van Elia te contacteren!
 - Boven **Fluxys** leidingen zijn geen bomen of struiken toegestaan, met uitzondering van soorten die op de lijst van [toegelaten soorten](#) staan. Dit werd vastgelegd in het Koninklijk Besluit van 24 januari 1991, waarbij de minimale breedte van de voorbehouden zone door Fluxys wordt vastgelegd op 3 m aan weerszijden van de leiding.
 - Aan weerszijden van een **NAVO-pijpleiding** moet er een zone van 15 meter vrij gehouden worden van alle graafwerken en van diepwortelende bomen, struiken en heesters. (KB 22 APRIL 2019. - Koninklijk besluit tot wijziging van het koninklijk besluit van 21 september 1988 betreffende de voorschriften en de verplichtingen van raadpleging en informatie bij het uitvoeren van werken in de nabijheid van installaties van vervoer van gasachtige en andere producten door middel van leidingen).

Soortenkeuze

Op moeilijk bereikbare plaatsen, zoals taluds, kan een aanplant gedaan worden met bij voorkeur inheemse struiken met een eindbeeld niet hoger dan 10 meter. Deze vergen veel minder beheer en geven toch een zekere ecologische meerwaarde. Ze zijn ook beter bestand tegen omwaaien (geen beschadigingen van het talud).

Bij de aanplant van houtkanten worden steeds streekeigen soorten aangeplant.

Langs autosnelwegen, op taluds of op moeilijk bereikbare plaatsen worden enkel soorten aangeplant met een eindhoogte van 10 meter zodat het latere beheer beperkt blijft.

Langs andere wegen kan ook gekozen worden voor grotere (boom)soorten die in een hakhoutbeheer worden gehouden en dan niet uitgroeien tot hun volledige eindhoogte. Bomen zoals berk of naaldhoutsoorten zijn niet geschikt om in hakhout te zetten.

Informatie over de soorten die voor een specifieke locatie streekeigen zijn kan gevonden worden:

- [BOBO+](#) (Bodemgeschiktheid van Bomen en struiken in Vlaanderen) is een online expertsysteem dat een lijst van inheemse boom- en struiksoorten kan genereren gerangschikt volgens 5 geschiktheidsklassen (van zeer geschikt tot ongeschikt) voor elk perceel in Vlaanderen waarvan voldoende bodemkaartinformatie beschikbaar is.
- [De bomenwijzer](#).
- [Ecopedia](#).
- [Plant van hier](#).
- via het [Regionale Landschap](#) van de betrokken streek.

Verder kan de soortenkeuze afgestemd worden op eventuele **koesterburen** of andere provinciaal prioritaire soorten. In regio's waar bijvoorbeeld de sleedoornpage voorkomt, kunnen heggen of hagen en houtkanten worden aangeplant met sleedoorn. In Vlaams-Brabant kan ter bevordering van de eikelmuis (en eveneens vele andere vogel- en zoogdiersoorten en insecten) ingezet worden op besrijke soorten, enzovoort.

Technische richtlijnen bij aanplant van een houtkant

Voor alle richtlijnen tot het aanplanten van houtige vegetatie verwijzen we naar het Standaardbestek 250, H 11. De belangrijkste aandachtspunten zijn:

- Tijdens het transport moet er op gelet worden dat **plantgoed niet uitdroogt**. Ook wanneer er niet onmiddellijk geplaat kan worden, is het aangewezen om het plantgoed in te kuilen als bescherming tegen vorst en/of uitdroging.
- Houtkanten kunnen aangeplant worden met bosgoed formaat 90/120. Dit heeft ook een grotere overlevingskans dan plantgoed met een formaat 60/90
- Bij de aanplant van **een gemengde houtkant/heg** plant je minimum drie tot zeven planten van dezelfde soort bij elkaar in een geschrant grid en met een onderlinge plantafstand van minimum 2 meter.
- Bij een nieuwe aanplant kan er gekozen worden om al dan niet een vorm van bescherming aan te brengen. Dit kan een haagsteun, markeringslint, een mulchlaag, maai- en vraatbescherming of andere bescherming zijn.
- **Plantgaten**
 - Op dezelfde rij op 2 m tussenafstand.
 - Minimaal 30 x 30 cm groot.
 - De grond aan de onderzijde van het plantgat moet losgewoeld worden om een betere doorworteling te bevorderen.
 - Toevoegen van bodem verbeterende materialen (vb. compost) is niet noodzakelijk, maar zorgt voor een betere groei.
 - Het afdekken met een mulchlaag zorgt dat het bodemleven geactiveerd wordt, en voor een (tijdelijke) onderdrukking van kruiden waardoor het noodzakelijke onderhoud minder zal zijn.
- Waar mogelijk worden werkgangen vrijgehouden voor het beheer van grachten of van het hakhoutbeheer (als geen parallelle weg aanwezig is) van een eventuele achterste zone. Voor de locatie van deze werkgangen kan rekening gehouden worden met de zonering van het hakhoutbeheer.

Beheer

Om houtkanten te beheren kan men kiezen voor:

- Een nulbeheer. Zelfs als de houtkant werd aangeplant met soorten die niet hoger worden dan 10 meter zullen er op natuurlijke wijze ook hogere soorten in gaan groeien. Hier kan op termijn een dunning nodig zijn.
- Hakhoutbeheer met een cyclus van 6 à 20 jaar, afhankelijk van de soortensamenstelling, in alternerende blokken en al of niet met overstaanders.

Voor meer informatie zie <https://www.ecopedia.be/pagina/hakhoutbeheer>

Of <https://wegenverkeer.be/natuur-en-milieu/ecologisch-bermbeheer/hakhoutbeheer>

Verwijderen van houtkanten

Voor het verwijderen (rooien) van een houtkant geldt een vergunningplicht. Let wel het gaat hier niet over de regelgeving voor het uitvoeren van hakhoutbeheer waarbij de houtkant niet verwijderd wordt maar wel over het omzetten van de houtkant naar een ander type vegetatie.

Hieronder een overzicht van de mogelijke vergunningsplicht. Meer informatie kan hierover gevonden worden op de [website van het Agentschap voor Natuur en Bos](#).

Kapwerken (ook beheerwerken) in houtkanten dienen steeds uitgevoerd te worden buiten het broedseizoen dat in Vlaanderen juridisch begint op 15 maart en eindigt op 15 juli.

- De [‘Code goede Natuurpraktijk’](#) en het Natuurdecreet is steeds van toepassing.
- Indien een houtkant wordt verwijderd en dus omgezet naar een grasland of een ander vegetatietype, dan geldt er een verplichting tot een **‘omgevingsvergunning voor het wijzigen van vegetaties’**.
- Indien er reeds grotere bomen voorkomen in de houtkant (dikte stam > 1m op 1m hoogte) dan is er ook een **‘vergunningplicht voor het vellen van bomen’** nodig. In de procedure voor de omgevingsvergunning voor het vellen van bomen is een integratie voorzien met de omgevingsvergunning voor het wijzigen van vegetatie en dient dus enkel een omgevingsvergunning voor het vellen van bomen aangevraagd te worden.
- Lijnbeplantingen en houtkanten langs wegen vallen **niet onder het Bosdecreet** (art. 3, §3). Bij het ANB wordt bij [het begrip ‘bos’](#) (cfr. Bosdecreet, art. 3, §1) gesteld dat ‘langwerpige oppervlakken die in de breedte bestaan uit meer dan twee bomenrijen worden beschouwd als bos i.p.v. als houtkant op voorwaarde dat ze een eigen (bos) fauna en (-) flora hebben en één of meerdere bosfuncties vervullen. Het ANB hanteert bijkomend als interne richtlijn dat strookvormige percelen over een breedte van ten minste 10 meter (gemeten aan de buitenkant van de buitenste stammen) dienen begroeid te zijn met bomen opdat men van een bos zou kunnen spreken’. Volgens deze interpretatie heeft het kleinste bos dus een grootte van 10 m op 10 m. De houtkanten die hierop aansluiten vallen eveneens onder de definitie bos.

Bomen/houtkanten kunnen onderdeel zijn van **beschermd onroerend erfgoed** (monument, stads- of dorpsgezicht, cultuurhistorisch landschap, archeologische site). Of dit het geval is kan je raadplegen via het [Geoportaal van het agentschap Onroerend Erfgoed](#). Indien de houtkant beschermd is als onroerend erfgoed dan gelden volgende verplichtingen:

- een bindend advies is vereist van het Agentschap Onroerend Erfgoed indien het een vergunningsplichtige handeling betreft.
- een schriftelijke toelating is vereist van het Agentschap Onroerend Erfgoed of [onroerend erfgoed gemeente](#) indien het een niet-vergunningsplichtige handeling betreft.
- bomen/houtkanten kunnen deel uitmaken van een vastgestelde inventaris. Of dit het geval is kan je raadplegen via het Geoportaal. De verplichting van het naleven van de [algemene zorg-/motiveringsplicht](#) geldt.

Fiche 1-E. Laanbomen en Solitaire bomen (in opmaak)

Fiche 1-F. Hop-over

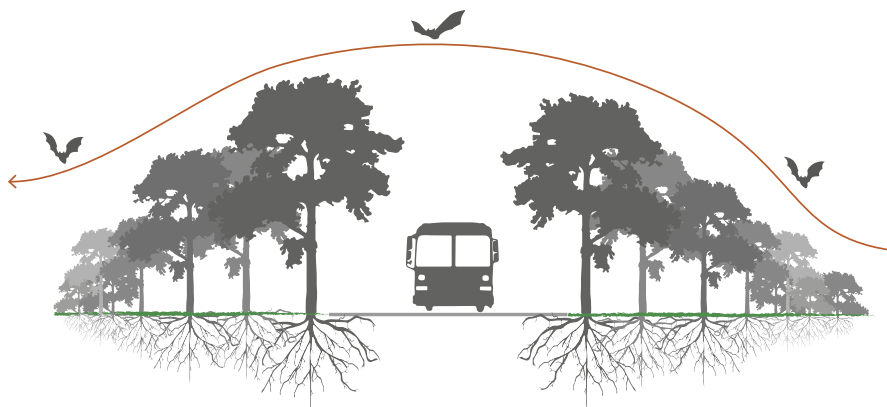
Algemene beschrijving en doelsoorten

Door de aanleg of de verbreding van een weg, kan de vaste vliegroute van dieren zoals vleermuizen langs een lijnvormig landschapselement onderbroken worden. Ook voor dagvlinders, libellen of bosvogels kan door ingrepen aan de weg een geschikt habitat plots onderbroken worden. Een zogenaamde 'Hop-over' kan hiervoor een oplossing bieden door de aanleg van een hoge beplanting langs beide zijden van een weg. Dieren worden hierdoor gedwongen om hoger te vliegen en de weg op grotere hoogte te kruisen. Daardoor komen ze niet in aanraking met het verkeer en ondervinden ze ook minder of geen last van de luchturbulentie veroorzaakt door het passerende verkeer.

Wanneer de boomkruinen van een hop-over elkaar nog raken, kan deze ook dienst doen voor soorten die in bomen klimmen zoals eekhoorns, relmuizen, eikelmuizen, boom- en steenmarters (zie [Fiche 6-A Boombrug](#)).

Locatie en geleiding

Bij het inplanten van een hop-over is het zeer belangrijk om het landschap goed te lezen. Kleine landschapselementen (bomenrijen, houtkant, kleine bosjes, ...) functioneren als geleidingselement voor (doel)soorten. Het is dan ook ecologisch gezien zeer waardevol om die landschapsstructuren op elkaar aan te sluiten over een weg heen door middel van een hop-over (Figuur 1-6).



Figuur 1 6: Situatieschets van een hop-over voor vleermuizen

Ter hoogte van een bos of een kleinschalig landschap kunnen de oversteekplaatsen voor de (doel)soorten niet altijd tot één punt teruggebracht worden. Hier dienen dan meerdere hop-overs voorzien te worden. Er kan ook geopteerd worden om de directe omgeving van de infrastructuur zodanig vorm te geven dat slechts één of enkele kruisingen overblijven waar een hop-over voorzien wordt.

Technisch ontwerp en inrichting

Een hop-over vormt **een natuurlijk ingerichte verbinding** door hoog-opgaande vegetatie aan beide zijden van de weg. Deze vegetatie staat best zo dicht mogelijk tegen de weg maar er moet wel rekening gehouden worden met de veiligheidsvoorschriften (Vergevingsgezinde wegen).

Eventueel kan de vegetatie op een verhoogd (talud) worden aangebracht. Bij bredere wegen (autosnelwegen met 2x2 of 2x3 rijstroken) wordt, indien mogelijk, op de middenberm eveneens hoog opgaande vegetatie aangebracht zodat de hop-over uit meerdere delen bestaat. Ook hier moet rekening gehouden worden met de veiligheidsvoorschriften.

Het is belangrijk een goede aansluiting te voorzien op de bestaande landschapselementen. De hoogte en vegetatie verschilt echter naargelang de doelsoort.

- Voor soorten die structuren volgen als geleidend element en in een (half)open omgeving jagen volstaat een hop-over waarbij de boomkruinen elkaar (bijna) raken.

- De meeste soorten hebben er baat bij dat ter hoogte van de hop-over nog een dichte vegetatie (bijvoorbeeld meidoorn) voorzien worden van minstens 6 m hoog. Zo gaan de doelsoort(en) zeker hoog genoeg de weg kruisen en wordt vermeden dat ze gegrepen worden door (vracht)verkeer.
- Anderzijds zijn er ook soorten die liever door dichte vegetatie vliegen (ingekorven vleermuis, franjestaart, Bechstein's vleermuis, gewone of grijze grootoorvleermuis). Wanneer de hop-over door één van deze (doel)soorten gebruikt wordt, moet het onderste deel van de vegetatie net open zijn zodat ze de boomkruinen volgen.

Voor vleermuizen kan ook over de weg nog een overspanning voorzien worden onder de vorm van een boombrug. Zie [Fiche 6 Kleine maatregelen over de weg](#).

Wanneer een vliegrouete parallel loopt aan een fiets- of voetpad dat de weg kruist, mag er geen lage vegetatie aanwezig zijn ter hoogte van het kruispunt omwille van veiligheidsredenen. De (doel)soorten moeten dan ruim voor het kruispunt al omhoog geleid worden.

Vermits een hop-over bedoeld is om lichtschuwe soorten zoals vleermuizen veilig over een weg te loodsen is er bij voorkeur daar ook geen verlichting aanwezig. Denk ook aan de verlichting van kruisende wegen en paden. Wanneer verlichting toch noodzakelijk is, volg dan de verschillende stappen zoals beschreven in [Fiche 3-A Verlichting](#).

Onderhoud en beheer

Aangezien de hop-over een belangrijke functie vervult voor onder andere vleermuizen, dient het volledig terugsnoeien van vegetatie op de locatie van de hop-over vermeden te worden. Er dient steeds een voldoende hoge structuur aanwezig te blijven als geleidend element.

Figurenlijst

Figuur 1 1: Schematische voorstelling van een ideale berm met voldoende structuurvariatie (bron: Antea Group).	7
Figuur 1 2: Schematische weergave van de verschillende hellingsgraden met aanduiding van de maatvoering	13
Figuur 1 3-1Het aanbrengen van een talud kan bovendien zorgen voor een nieuwe ecologische corridor, maar wanneer deze niet logisch wordt aangelegd in functie van het gegenereerde microklimaat, kan een talud evenzeer zorgen voor een volledige blokkade en daarenboven habitatverlies door eliminatie van bestaand waardevol biotoop.	15
Figuur 1 4: Schematische weergave van de maximale maaihoogte en opraaphoogte in verschillende situaties op taluds. Boven: steile berm die niet bovenaan gemaaid kan worden en waar maaisel niet kan opgeraapt worden. Midden: normale helling die gemaaid kan worden, maar beperkt opgeraapt kan worden. Onder: normale helling in ophoging.	16
Figuur 1 5: Opties voor de toplaag bij inrichting van grazige bermen	18
Figuur 1 6: Situatieschets van een hop-over voor vlermuizen	26



Fiche 2

Waterbeheer



Inhoudsopgave

<u>Fiche 2. Waterbeheer</u>	1
Algemene elementen	5
<u>Fiche 2-A. Onthardingsreflex</u>	7
<u>Minder verhardten bij nieuwe aanleg</u>	7
Ontharden van bestaande wegen	8
Infiltrerende infrastructuur	9
<u>Fiche 2-B. Weggrachten</u>	11
<u>Algemene beschrijving</u>	11
<u>Technisch ontwerp en inrichting</u>	11
<u>Fiche 2-C. Wateropslag</u>	17
<u>Algemene beschrijving</u>	17
<u>Technisch ontwerp en inrichting</u>	17
<u>Figurenlijst</u>	19



Algemene elementen

De klimaatverandering heeft ons doen inzien dat waterbeheer heel belangrijk is voor het beheer van de openbare ruimte.

Meer dan 16% van de oppervlakte van Vlaanderen is verhard waarvan meer dan 18% door transportinfrastructuur (wegen, spoorwegen, kanaaloevers). Dat is meer dan 5 kilometer weg per vierkante kilometer.



Figuur 2- 1: Voorbeelden van wegen die verhard zijn over heel hun breedte.

België, en meer bepaald Vlaanderen, is erg kwetsbaar voor **toenemende droogte door de klimaatverandering**. De klimaatverandering wordt de laatste decennia duidelijk merkbaar en meetbaar in toenemende neerslagtekorten. Regenbuien nemen enerzijds af in aantal maar anderzijds zullen ze veel intenser zijn. Dit resulteert enerzijds in dalende waterstanden in waterlopen, dalende grondwaterstanden en toenemende problemen met waterbeschikbaarheid en anderzijds met wateroverlast tijdens piekdebieten. Vlaanderen is zeer kwetsbaar door een de facto lage waterbeschikbaarheid per inwoner en een sterke drooglegging van het land (toenemende verharding, draineerbuizen, grachten, rechtgetrokken/ingedijkte rivieren).

Daarnaast geldt ook dat water heel wat nadelige effecten en schade kunnen veroorzaken aan de opbouw van de weg zelf. Te veel water op het wegooppervlak brengt de veiligheid van de weggebruikers in het gedrang door opspatten, aquaplaning of het ontstaan van ijsplekken bij vriesweer. Waar het water niet snel genoeg kan wegstromen kunnen grote plassen ontstaan en taluds uitspoelen. Infiltrerend water in de wegconstructie wijzigt de kwaliteit van haast alle materialen waar het in doordringt en kan daar schade veroorzaken. Water in de wegconstructie kan tijdens de winterperiode vorstschade veroorzaken. Het tast ook het draagvermogen van de grond onder het baanbed aan.

Het is dus erg belangrijk dat schadelijke effecten van water worden voorkomen door een goed ingericht afvoertraject zodat er geen schade wordt aangericht. Voor de uitgebreide technische richtlijnen hieromtrent wordt verwezen naar de [handleiding voor de bescherming van wegconstructies tegen de inwerking van water](#), waar alle technische randvoorwaarden voor wateropvang, -buffering en infiltratie uitgebreid aan bod komen.

De klassieke aanpak bij het ontwerp van een rioolstelsel of grachtensysteem was lange tijd gebaseerd op het zo snel mogelijk afvoeren van het water dat op de weg (of andere verharde oppervlakken) valt en dit vaak naar een plek zo ver mogelijk verwijderd van het beschouwde gebied. Deze aanpak heeft echter een aantal belangrijke negatieve gevolgen voor het milieu en voor de waterbalans.

Versneld afvoeren van regenwater verhoogt de druk op het oppervlaktewatersysteem en kan daardoor benedenstrooms overstromingen veroorzaken. Anderzijds verminderen de infiltratiemogelijkheden bij het versneld afvoeren met een verlaging van de grondwatertafel tot gevolg.



Figuur 2- 2: Stagnerend hemelwater.



Figuur 2- 3: De ladder van Lansink in functie van waterbeheer

Door versneld afvoeren kunnen lokale beeksystemen sneller droogvallen. Er wordt minder grondwater toegevoerd naar stilstaande wateren (poelen, vennen) en stromende wateren (bronnen, bovenlopen van beken). Planten worden minder van vocht voorzien, waardoor andere, minder vochtminnende, vegetaties ontstaan. Ook de diersoorten die aan deze vegetaties gebonden zijn, kunnen wijzigen. Een daling van de grondwatertafel kan tot verminderde opbrengsten leiden in land- en tuinbouw. Irrigatie, die dan vaak noodzakelijk wordt, leidt tot bepaalde verliezen aan grondwater (verdamping, versnelde afstroming) wat een verdere grondwatertafelverlaging in de hand werkt.

Met de Blue Deal voert Vlaanderen de strijd op tegen waterschaarste en droogte. Op verhardingen wordt daarbij prioritair gewerkt aan **lokale infiltratie, vertraagde bovengrondse afvoer en buffering**. Bij de aanleg van wegen gebeurt dit door het toepassen van de **ladder van Lansink** (Figuur 2-3). Verdere toelichting hierover kan gevonden worden in de [Code goede praktijk rioleringsystemen – leidraad bronmaatregelen](#).

Deze visie vormt het uitgangspunt van de [watertoets](#), een onderzoek dat dient opgemaakt te worden bij de aanleg van nieuwe wegen. De watertoets geeft aan welke maatregelen te verkiezen zijn inzake de verwerking van hemelwater. De ontwerper moet elk stapje naar beneden op de ladder van Lansink voldoende motiveren.

Dit resulteert in een set van maatregelen:

1. **Vermijden** = verharding tot een minimum te beperken.
2. **Vasthouden** = Lokale infiltratie te optimaliseren via waterdoorlatende verhardingen en in bermen en grachten.
3. **Bergen** = bufferen en vertraagd afvoeren door middel van tijdelijke opvang in verbrede grachten en bufferbekkens. En pas daarna:
4. **Afvoer** = via regenwaterafvoer, grachten en riolering voor lozing in waterlopen.

Daarnaast moet **vervuiling van grondwater en waterlopen** vermeden worden door het gebruik van aangepaste gescheiden afvoer- en zuiveringssystemen. Bij het toepassen van **bronbemalingen** moet vermeden worden dat het (lokaal en tijdelijk) verlagen van de grondwatertafel schade kan veroorzaken aan de omgeving en het natuurlijk milieu door verdroging, zettingen, verzilting of migratie van verontreiniging. Vermits dit Vademecum vooral de natuurtechnische inrichting van wegen en hun onmiddellijke omgeving behandeld worden deze laatste onderwerpen hier niet verder behandeld. Voor meer informatie om tot een geschikte oplossing te komen voor elke specifieke locatie en situatie verwijzen we naar de [Code van Goede Praktijk voor rioleringsystemen](#) (integraal waterbeleid) en de [website van de VMM](#).

In deze fiche van het Vademecum gaan we enkel dieper in op **mogelijke extra maatregelen** in het wegontwerp in het kader van duurzaam waterbeleid (Europese kaderrichtlijn Water en de Blue Deal) en natuurtechnisch ontwerp.

In eerste instantie moet het klassieke denkpatroon omtrent verharding worden omgegooid. Verharding is enkel nog te verantwoorden op plaatsen waar het niet anders kan (zie [Fiche 2-A. Onthardingsreflex](#)). Verder wordt aandacht geschonken aan het verhogen van infiltratiemogelijkheden en de natuurtechnische inrichting van weggrachten (zie [Fiche 2-B. Weggrachten](#)) en bufferbekkens (zie [Fiche 2-C. Wateropslag](#)). Daarnaast betekenen de natuurvriendelijke inrichting van waterafvoer- en bergingssystemen en van de oevers van grachten en bufferbekkens een belangrijke meerwaarde voor de natuur en de landschappelijke inpassing.

Fiche 2-A. Onthardingsreflex

In Vlaanderen is het aandeel verharde oppervlakte groot en het neemt nog elke dag toe. Elke dag verdwijnt er in Vlaanderen ongeveer 6 ha aan open ruimte. Ondertussen is meer dan 16% van de oppervlakte van Vlaanderen verhard. Niet alleen door wegen en parkeerterreinen maar ook door gebouwen en de bijhorende verhardingen. Een derde van de Vlaamse landoppervlakte is inmiddels ingepalmd door gebouwen, wegen en andere verharding. 18% daarvan wordt ingenomen door transportinfrastructuur. De afname van open ruimte leidt onder meer tot stijgend overstromingsgevaar, hitte-eilanden (hittestress), droogte en een dalende biodiversiteit.

Het ontharden of 'doorprikken' van de bodem is een maatregel die een significante positieve invloed heeft op alle klimaateffecten, zoals hittestress ('s nachts en overdag), wateroverlast en droogte. Tevens heeft ontharden ook ruimtelijke, maatschappelijke en ecologische voordelen.

Ontharden betekent het verminderen van bodemafluiting door verharding weg te nemen of door de verharding waterdoorlatend te maken.

Minder verharden bij nieuwe aanleg

Onze brede wegen met veel verharding zijn een erfenis uit het verleden. Er werd vroeger 'ruim' gedacht over wegen en ook over parkeerstroken en de tussenliggende zones. Er werd ook verhard om alles 'proper' te houden. Dat heeft als gevolg dat er heel wat beton en asfalt op ons Vlaamse wegennet ligt.

Het is noodzakelijk dat dit bij nieuwe aanleg in de toekomst anders aangepakt wordt. Bij elk project moet de vraag gesteld worden wat er minimum noodzakelijk is aan verhardingen. Voor de overige ruimtes moet er naar alternatieven gekeken worden.

Analyse van de noodzaak aan verharding:

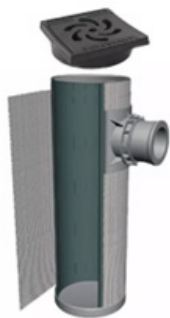
- Welke verharding is strikt noodzakelijk binnen het project?
- Wat is de functie van de overige ruimtes en welke verharding volstaat?
- Op welke plekken kunnen we alternatieve waterdoorlatende verhardingen voorzien (zie bij infiltrerende infrastructuur)?
- Waar moet geen verharding voorzien worden en kunnen groene ruimtes worden ingepast?
- Waar kan het hemelwater op natuurlijke wijze afvloeien en ter plaatse worden vastgehouden om te infiltreren?

Meer ruimte voorzien voor water



© Chris Hamby:commons.wikimedia.org/wiki/File:Right_of_Way_Bioswale.jpg.

Figuur 2- 4: Bij nieuwe aanleg kan er ook gekeken worden naar infiltratiemogelijkheden in de berm. Op weloverwogen plaatsen kunnen onderbrekingen in de (stoep-)randen het water afvoeren naar de onverharde omgeving in plaats van naar de riolering.



Figuur 2- 5: Ook kunnen infiltratiekolken of infiltratieputten het water lokaal laten infiltreren in plaats van alles af te voeren naar de riolering.
© www.leidingshop.nl

Ontharden van bestaande wegen

Het bestaande wegennet in Vlaanderen is één van de dichtste en meest verharde van de wereld. Er zijn dus veel winsten te boeken bij het (gedeeltelijk) ontharden van dat wegennet.

Er bestaan verschillende mogelijkheden tot ontharding rekening houdend met een efficiënte waterafvoer in functie van de weginfrastructuur en de verkeersveiligheid. Rijstroken kunnen in breedte beperkt worden (binnen de geldende normen), ongebruikte verhardingen, pechstroken, parkeerstroken en dergelijke kunnen omgezet worden naar groene bermen. Verder kunnen (half)onverharde voetpaden of parkeerplaatsen, groene rotondes, tussenbermen of verkeersgeleiders aangelegd worden. Langs landelijke wegen kan gewerkt worden met halfverhardingen of karrensporen.

Ontharding en hemelwaterinfiltratie zou een evidente reflex moeten zijn bij elk (her-)inrichtingsproject.

Zo worden er regelmatig rijstroken of pechstroken afgeschaft. Er zijn lokale wegen die weinig of niet (meer) gebruikt worden, verouderd zijn of die over-gedimensioneerd zijn ten opzichte van het geldende verkeersregime (bv. in sommige woonwijken, doodlopende straten,...). Andere verharde wegen hebben zeer lage adresdichtheden, fungeren als trage weg of als oprit. In al deze situaties kan de mogelijkheid onderzocht worden om de bestaande weg te ontharden en te transformeren.

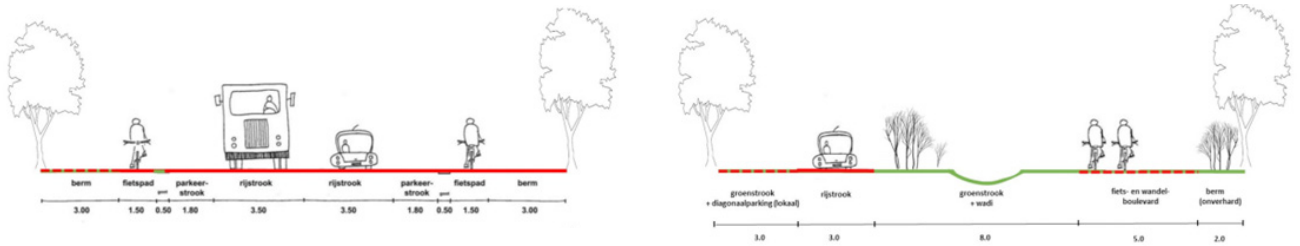
Het Departement Omgeving deed een onderzoek naar onthardingswinst met als doel beter zicht te krijgen op die locaties (inclusief het wegennet) die het meest kansrijk zijn voor ontharding. Om te bepalen waar ontharding het meest kansrijk is werd een [kanskaart \(Fase 1\)](#) en een [afwegingskader \(Fase 2\)](#) voor ontharding ontwikkeld.

Met het project '[Vlaanderen breekt uit](#)' worden initiatieven ondersteunt die zich inzetten voor ontharding. In dat kader voert het [proeftuinproject ontharding re-move in de stad Mechelen](#) een pilotstudie uit waarbij het theoretisch onthardingspotentieel van de autoweginfrastructuur (lokale weg type III) wordt onderzocht.

Volgende figuren tonen enkele voorbeelden van herinrichtings- en onthardingsprojecten.



Figuur 2- 6: Heraanleg Ruzettelaan(N34) Blankenberge: Integrale ontharding en verduining van de noordelijk gelegen rijbaan met aanpalende parkeerstroken en oud en smal fietspad. Een strook van 15,5 meter wordt teruggegeven aan de duinen met uitzondering van een nieuw recreatief fietspad



Figuur 2- 7: Herinrichting Koolmijnlaan (N719 Heusden-Zolder ter hoogte van de Mangelbeekvallei: omleiding doorgaand verkeers zodat de huidige weg met 2 rijstroken en 2 pechstroken kan getransformeerd worden naar een wandel - en fietsboulevard.

Infiltrerende infrastructuur

Niet overal is een volledige waterdichte verharding noodzakelijk. Er zijn plaatsen waar waterdoorlatende verhardingen kunnen worden toegepast zodat er meer lokale infiltratie kan plaatsvinden en riolen en waterlopen worden ontlast. Daardoor kunnen ook kleinere opslag- en bufferconstructies volstaan en plaatselijke overstromingen worden vermeden.

Systemen met waterinfiltratie in de grond kunnen slechts worden toegepast als:

- de aanwezige grond goed doorlatend is;
- de grondwaterspiegel niet te hoog is;
- het water niet verontreinigd is;
- het terrein niet in een waterwingebied ligt.

Omdat dit type constructies een beperkt draagvermogen hebben, worden ze **voornamelijk toegepast waar weinig verkeersbelasting optreedt**, zoals aan parkeerstroken, in straten met weinig verkeer, aan voetgangerszones, fiets- en voetpaden, woonerven, grote parkings, etc.

Berminfiltratie langsheen de verharding is ook een groot, momenteel nog onbenut, potentieel voor het beheer van hemelwater.

Waterdoorlatende verhardingen (Standaardbestek 250, H3-23.2.2/3, H3-23.5, H3-23.6):

- ‘Gesloten’ verhardingssystemen
 - **Poreuze betonstraatstenen** zijn waterdoorlatend door een poreuze betonsamenstelling
 - **Poreuze verharding** met gebonden granulaten (waterdoorlatend asfalt)
- Halfopen verhardingen
 - **Verbrede voegen** kunnen voorzien worden zowel bij de aanleg van kasseien, tegels als van betonstraatstenen.
 - **Waterdoorlatende betonstraatstenen** kunnen in verschillende soorten worden ingedeeld:
 - **Betonstraatstenen met drainageopeningen.** Door de vormgeving van deze betonstraatstenen zijn er tussenopeningen waardoor het water kan infiltreren.
 - **Bestratingstenen met verbrede voegen.** Deze betonstraatstenen zijn aan de zijkanten voorzien van brede nokken of afstandhouders, waardoor na het leggen brede voegen ontstaan. Langs deze voegen wordt het water naar de fundering en de ondergrond afgevoerd.
 - **Grastegels** bestaan er in beton of in kunststof. Deze kunnen als waterdoorlatende bestrating worden toegepast op parkeerplaatsen. De betonnen grastegels kunnen meer belasting dragen zoals brandweerwagens of landbouwvoertuigen. De grastegels moeten op een doorlatende onderbouw worden aangebracht en de openingen kunnen met steenslag of aarde gevuld worden. Het voordeel van met gras begroeide verharding is dat het regenwater door een biologisch actieve zone migreert en een zekere mate van reiniging kan ondergaan.
- Open verhardingen:
 - Los materiaal zoals dolomiet, grind of kiezels. Dit is uiteraard enkel mogelijk in specifieke situaties met weinig verkeersbelasting.

Zie ook het [‘Technisch Vademecum paden en verhardingen. Harmonisch groen- en parkbeheer’](#).

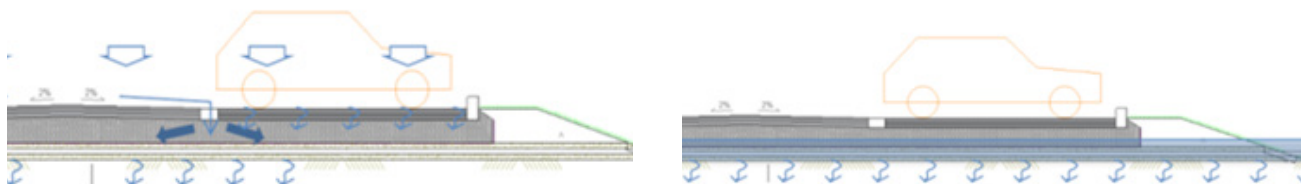
In Standaardbestek 250, H6-3.5, H6-3.9 worden uitvoeringswijze, controle, etc van waterdoorlatende verhardingen beschreven.

Daarnaast kan in de ondergrond gewerkt worden met:

- Waterdoorlatende steenslagfundering;
- Waterdoorlatende geotextielen en geogrids als funderingswapening en extra stabiliteit;
- Doorlatende onderfundering zodat het water, naast het doordringen in de grond, ook horizontaal afgeleid kan worden eventueel naar wadi's.

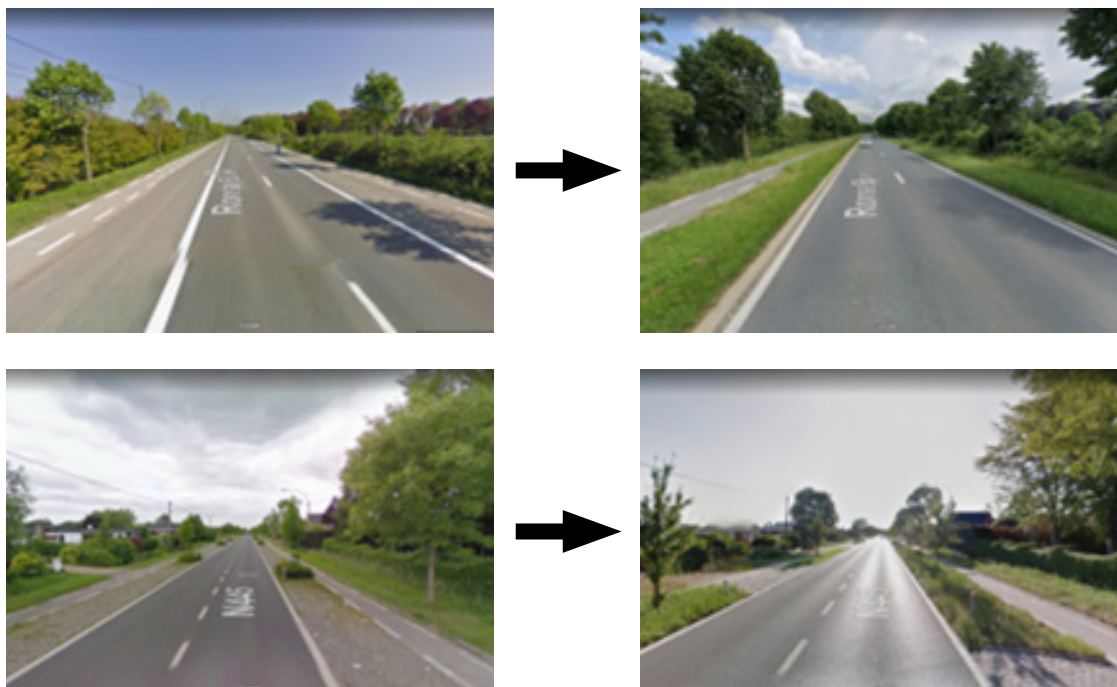
Er kunnen eveneens infiltratiekolken worden voorzien die infiltreren in de waterdoorlatende fundering en dus onrechtstreeks op het terrein zelf.

In de OCW-publicatie [Handleiding voor het ontwerp en de uitvoering van verhardingen in betonstraatstenen](#) – A 80/09 worden technische aanbevelingen voor waterdoorlatende constructies opgenomen. Ook in het document [Katern "afkoppelen, bufferen en infiltreren"](#) van VLARIO wordt uitgebreid ingegaan op de verschillende mogelijkheden.



Figuur 2- 8: Voorbeeld van een parking in een waterrijke, overstromingsgevoelige omgeving (carpool E17 Kruishoutem)

Voorbeelden van ontharding van ongebruikte verhardingen



©GoogleMaps

Fiche 2-B. Weggrachten

Algemene beschrijving

Na een regenbui is het belangrijk dat het hemelwater vlug wordt weggevoerd van de wegconstructie. Binnen de bebouwde omgeving gebeurt dit via straatkolken naar het rioleringssysteem (RWA). In het buitengebied stroomt het hemelwater af via de bermen naar open grachten. Via het aanwezige regenwaterafvoersysteem wordt het water verder afgeleid naar waterlopen of buffervoorzieningen. Gesloten regenwatersystemen voeren het water snel af waardoor het geen kans krijgt om ter plaatse te infiltreren. Dat is wel het geval met open grachten. Deze zijn in eerste instantie ontworpen om de wegconstructie droog te houden en om het water ter plaatse te laten infiltreren. Afhankelijk van de bodem kan het teveel aan water wel nog afgevoerd worden naar nabijgelegen waterlopen of andere oppervlaktewaters.

De weggracht is per definitie niet permanent watervoerend: zij voert enkel in regenperiodes water af. Naast de afvoerende functie bij extreme neerslag, kunnen grachten ook zo worden ingericht dat ze een bufferfunctie in combinatie met infiltratie en/of vertraagde afvoer hebben. Deze inrichting heeft belangrijke voordelen voor de waterkwaliteit (vermijden dat de vervuiling per direct naar de waterloop wordt afgevoerd). Door de buffering worden ook piekafvoeren naar de waterlopen vermeden.

Grachten moeten aangelegd worden in functie van hun **bufferend vermogen** en niet louter als afvoergrachten (zie [‘Technisch ontwerp en inrichting’](#)).

Als grachten natuurtechnisch goed worden ingericht dan hebben ze ook een belangrijke **ecologische meerwaarde** omdat ze mogelijkheden bieden aan oevervegetaties en aan water- en oevergebonden soorten.

Kale oevers zijn voor dieren onaantrekkelijk en worden gemeden. Flauwe natuurvriendelijke oevers kunnen daarentegen, samen met de berm, een belangrijke verbindende bijdrage leveren aan planten en dieren.

De oevers van een watervoerende gracht vormen een belangrijke buffer tussen land en water en kunnen voorkomen dat sediment en vervuiling in de waterlopen terecht komen. Bovendien hebben oevers een positief effect op de stroomsnelheid en turbulentie van het water, met minder erosie als gevolg. Ze dragen ook bij aan de natuurlijke dynamiek en geven het water meer ruimte om te stromen en te overstromen.

De mogelijkheid om brede, onverharde buffergrachten met zwak hellende begroeide oevers aan te leggen moet steeds overwogen worden in het kader van de algemene “good practice” voor een duurzaam waterbeheer.

Technisch ontwerp en inrichting

De dimensionering van de grachten hangt af van de aard en de afwatering van de weg en zijn omgeving en van de ondergrond. En in het geval van buffergrachten ook van de benodigde of gewenste buffercapaciteit. Voor alle technische parameters en randvoorwaarden waarmee rekening moet worden gehouden verwijzen we naar de [handleiding voor de bescherming van wegconstructies tegen de inwerking van water](#) en de [Code goede praktijk rioleringsystemen – Bronmaatregelen](#).

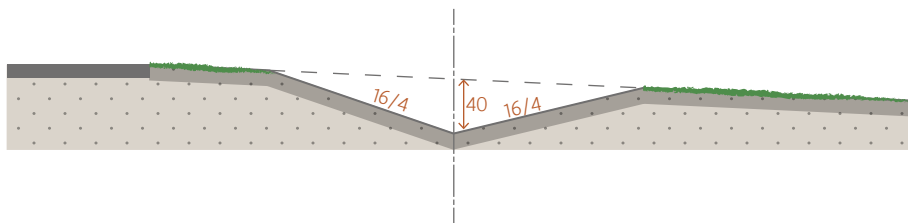
De constructie van een buffergracht kan zowel worden uitgevoerd bij de herinrichting van een bestaande weg als bij nieuwe aanleg (zie standaardbestek 250, H4.4, H4.6, H13.1).

Helling van de oevers

Bij de klassieke uitvoering van afwateringsgrachten wordt met steile taluds gewerkt (4/4) die soms verstevigd worden. Op plaatsen waar er te weinig plaats is voor een normale onverharde gracht of waar turbulentie de oevers kan aantasten wordt gekozen om de volledige gracht uit te voeren in een betonnen profiel. Hierdoor verdwijnt elke mogelijkheid tot infiltratie of om tot enige natuurlijke ontwikkeling te komen. Bovendien vormen steile oevers in betonnen profiel meestal een belangrijke barrière en zijn voorzieningen voor kleine dieren om terug uit de gracht te kunnen klimmen noodzakelijk.

Wegens ruimtebeperkingen of omdat grondinname moet beperkt worden bij onteigeningen wordt nog te vaak naar de klassieke uitvoering teruggegrepen.

De mogelijkheid om brede, onverharde buffergrachten met zwak hellende begroeide oevers (Figuur 2-9) aan te leggen moet steeds overwogen worden in het kader van de algemeen "good practice" voor een duurzaam waterbeheer.

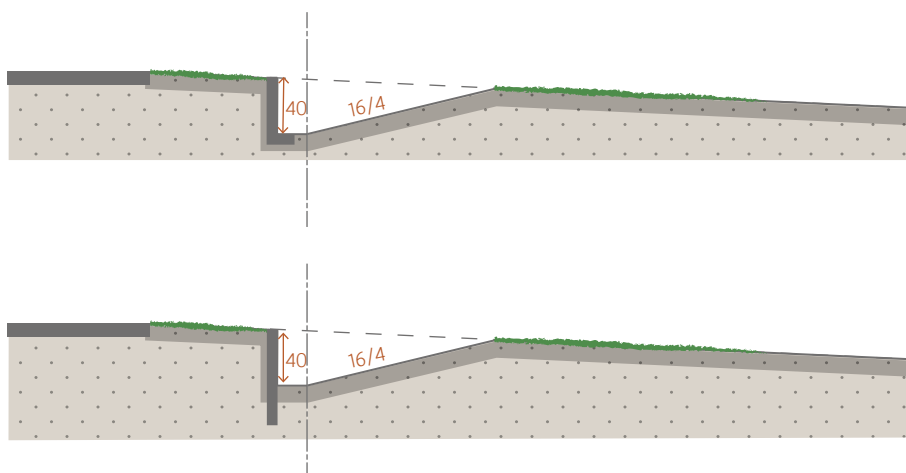


Figuur 2- 9: Principe van een open onverharde gracht in de vorm van een afgeplatte driehoek, met flauwe begroeide oevers. Bij een buffergracht worden stuwconstructies geplaatst.

Op locaties waar er voldoende plaats beschikbaar is kunnen eveneens verbrede grachten worden aangelegd (wadi's). Dit verhoogt het bufferend en infiltrerend vermogen van de gracht en biedt extra kansen aan watergebonden fauna en flora.

- Een alternatief voor plaatsen waar niet voldoende ruimte beschikbaar is kan de oever aan de wegzijde verticaler uitgevoerd worden met een zwak hellende oever aan landzijde. De verticale wand kan kleine dieren van de weg houden en ze eventueel geleiden naar beschikbare faunapassages (zie [Fiche 4. Kleine faunaonderdoorgangen](#)).

Dergelijk uitgevoerde grachten kunnen uitgevoerd worden met dezelfde ruimte-inname als de klassieke grachten maar met een meerwaarde voor de natuur en met behoud van hun infiltrerend vermogen.



Figuur 2- 10: Grachtprofiel met faunageleidende rechte oever aan wegzijde en vlakke buitenoever.

- Op locaties waar er voldoende plaats beschikbaar is kunnen eveneens verbrede grachten worden aangelegd (wadi's). Dit verhoogt het bufferend en infiltrerend vermogen van de gracht en biedt extra kansen aan watergebonden fauna en flora.
- Watervoerende grachten kunnen ook minder rechtlijnig, met een meer natuurlijke vormgeving aangelegd worden.



Figuur 2- 11: Voorbeeld van verbrede grachten aan de R6 rond Mechelen.

Voordelen van brede (buffer)grachten met flauwe oevers:

- Ze dragen bij aan de algemene ontwatering van het weglichaam en bieden bijkomende bescherming in geval van wateroverlast door een grotere buffercapaciteit
- Ze hebben een belangrijke functie voor waterzuivering en infiltratie:
 - Ze houden vocht over een grote breedte vast en bevorderen zo waterinfiltratie in de buitenberm in plaats van deze te ontwateren.
 - Ze vertragen de waterstroming, wat zorgt voor meer plaatselijke infiltratie en beperktere afvoer naar het natuurlijk watersysteem.
 - In drogere periodes vangen ze lokaal de vervuiling op.
- Minder frequent en makkelijker onderhoud:
 - Een natuurlijkere, flauwe gracht zal minder snel dichtslibben, want het systeem is meer in evenwicht.
 - Zwak hellende oevers zijn minder erosiegevoelig, er dient geen oeverversteving te worden aangebracht.
 - Een deel van het sediment wordt op zwak hellende oevers afgezet, waardoor de gracht minder snel geruimd moet worden.
- Ze zijn minder gevaarlijk voor de voertuigen.
- Tenslotte creëren ze een lokaal, natuurlijk verbindingselement in het landschap die de biodiversiteit ten goede kan komen.

Inrichting van de oevers

Natuurvriendelijke oevers van grachten bieden naast een waterbeherende functie ook een bijdrage aan natuur en landschap.

Een natuurvriendelijke oever is niet één type oever. Er kan uit een scala aan varianten gekozen worden. Of een oever meer of minder natuurlijk is hangt van de omstandigheden ter plaatse af.

Informatie over de inrichting van oevers kan gevonden worden in het **Typebestek Natuurlijke Oevers**. Het is een praktische handleiding waarin de verschillende concepten die voor de inrichting kunnen worden gebruikt onder de vorm van fiches worden weergegeven.

- In het [Typebestek natuurlijke oevers \(deel 2\)](#) wordt door middel van een beslissingstabel nagegaan of een oever in aanmerking komt voor een natuurlijke en natuurtechnische oeververdediging.
- Een overzicht van natuurvriendelijke materialen om oevers en oeververstevingen uit te voeren wordt gegeven in het [Typebestek natuurlijke oevers \(deel 1\)](#).
- Het [Typebestek natuurlijke oevers \(deel 3\)](#) bevat de aanvullingen en correcties op het standaardbestek 250 voor de wegenbouw. De indeling en de lay-out zijn die van het standaardbestek.

Overige aandachtspunten

- De locatie van de lozingspunten moet besproken worden met de waterbeheerders en kadert in het geheel van de onderzoeken bij een eventuele watertoets.
- Corridors in de vorm van bermen, sloten en natuurvriendelijke oevers vergemakkelijken ook de verspreiding van exoten. Daarom moet op elke locatie eerst worden onderzocht welke dieren en planten van deze maatregelen profiteren. Als hieronder ook exoten of concurrenten van de doelsoorten vallen kan beter naar een andere oplossing worden gezocht.

Opdeling in compartimenten

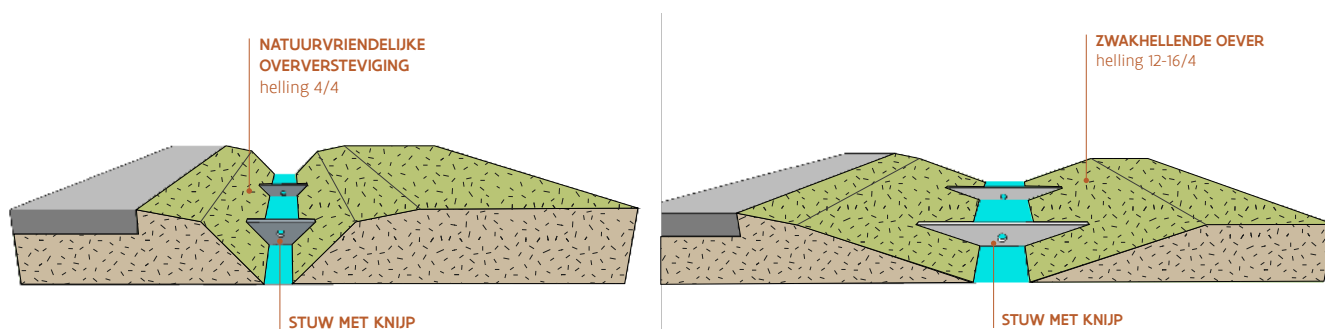
In een gracht met lage infiltratiecapaciteit kunnen compartimenten aangebracht worden (Figuur 2-12) zodat het sediment kan bezinken en het opgehouden water eventueel kan infiltreren of verdampen.

Ligt de gracht langs een weg met veel vrachtverkeer, dan kan bij calamiteiten de vervuiling zich over een lang traject verspreiden. Dit kan vermeden worden als de compartimentering op een aantal plaatsen ook kan worden afgesloten zodat het vuil zich niet over een lange afstand verspreid.

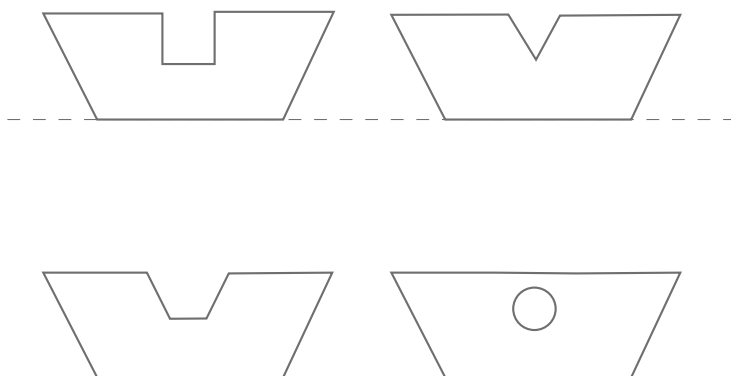
De compartimentering kan een oplossing zijn voor grachten met een groot verval (hellingen) en kan eveneens vervuiling indammen bij calamiteiten op de weg.

Eens het water het peil van de stuwconstructie of overloop bereikt heeft, loopt het over naar het volgende compartiment. Dus slechts bij hoge hydraulische belasting (veel neerslag) wordt de afvoer- en transportcapaciteit aangesproken.

Als de stuwconstructies voorzien zijn van een knijpopening, zijn alle compartimenten met elkaar verbonden en kan de buffergracht na elke regenbui langzaam leeglopen. Op die manier is er bij een volgende regenbui opnieuw voldoende buffercapaciteit beschikbaar.



Figuur 2- 12: Illustratie van het principe van een buffergracht. Boven: indien er te weinig ruimte is voor een gracht met zwak hellende oevers. Onder: ideale situatie met een gracht met zwak hellende oevers.



Figuur 2- 13: Andere knijpvormen

Volgende aspecten zijn van belang om de bufferende werking te maximaliseren en een goede werking te verzekeren.

- In de gracht worden op regelmatige afstanden stuwconstructies geplaatst (Figuur 2-12). De stuwconstructies kunnen bestaan uit damplanken, betonnen platen, schanskorven, stortsteen of puinbrokken.
- De knijp moet zich steeds boven de gemiddelde hoogste grondwaterstand bevinden om drainage van het grondwater te vermijden.
- De stuwconstructies worden het best voorzien van een overloop en een knijpopening. De knijpopening kan worden uitgevoerd als:
 - Een buis doorheen de stuwconstructie;
 - Een ronde opening in een damplaat;
 - Een smalle ruimte tussen twee plaatshelften, al dan niet tot op de bodem van de gracht.
- Het plaatsen van een knijp is niet altijd gewenst. Het is afhankelijk van hoe goed de bodem infiltreert. Bij goede infiltratie of weinig watervoerende grachten zijn geen knijpen nodig. Bij slecht infiltrerende bodems worden knijpen voorzien om te vermijden dat het buffervolume permanent vol zou staan. Tussenoplossing is de knijp een eind boven de bodem te plaatsen of zelfs helemaal bovenaan.
- Rondom de knijpopening kunnen mogelijk **bijkomende turbulenties** voorkomen die zorgen voor uitspoeling van de oevers en de bedding. Dit kan verminderd worden door de oevers en de bodem rondom de stuwconstructie te verstevigen met stortsteen of puinbrokken.
- **Knijpopeningen kunnen verstoppert.** Een rooster op korte afstand voor de knijpopening kan het risico op verstopping beperken. Een regelmatige controle en onderhoud van knijpopeningen is dus fundamenteel voor een goede werking
- Door opstuwen van het water zijn buffergrachten **gevoelig aan erosie van de oevers**. De stabiliteit van de oevers vormt meestal het belangrijkste knelpunt. Volgende maatregelen kunnen worden genomen:
 - Stuwconstructies stevig en diep genoeg verankeren in de bedding en de oevers.
 - De stuwconstructie zelf voorzien van een overloop in de vorm van een inkeping of verlaging in het midden.
 - Zwak hellende oevers zijn veel beter erosiebestendig. Natuurvriendelijke oeverversteviging is het alternatief (zie [Helling van de oevers](#)) (Figuur 2-2).



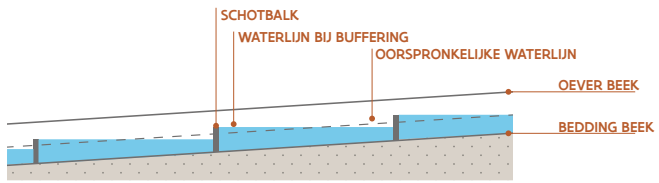
Figuur 2- 14: U-vormige knijpstuw



Figuur 2- 15: Debietbeperker - Bron: Waterwegwijzer - VMM

Lengteligging van de gracht

- Hoe groter het verval van de bedding, hoe kleiner de bufferende werking.
- In hellende gebieden dienen de grachten **in trapvorm** te worden aangelegd (Figuur 2-16). Elk compartiment kan worden behandeld als een infiltratievoorziening (in functie van de doorlatendheid van de bodem) of een buffervoorziening, die vertraagd geleidigd moeten worden.



Figuur 2- 16: Principe van een buffergracht op een helling



Figuur 2- 17: Stuwen langs de N79 te Tongeren in een gracht met sterke helling.

Fiche 2-C. Wateropslag

Algemene beschrijving

Berminfiltratie, bufferbekkens, wachtbekkens, wadi's of overstromingszones hebben allemaal hetzelfde doel: overstromingen vermijden door bij hevige regenval het water tijdelijk tegen te houden (bufferen) en daarna vertraagd af te voeren en/of te laten infiltreren.

Hierdoor verkleinen de piekdebieten in het afwaartse oppervlaktewatersysteem en kan het overstromingsrisico teruggedrongen worden. Deze aanpak (zeker in combinatie met infiltratie) sluit bovendien nauw aan bij de natuurlijke situatie.

Bufferbekkens kunnen niet alleen afstroomwater opvangen van verhardingen maar ook aangesloten worden op andere hemelwater afvoerde infrastructuur zoals bijvoorbeeld het lozingswater of hemel-, lek- en grondwater dat opgepompt wordt om tunnels droog te houden.

Anderzijds kan een bufferbekken een ruimtelijk landschappelijke meerwaarde betekenen. Het water uit bufferbekkens kan ook ter beschikking gesteld worden zoals bijvoorbeeld voor besproeiing van gewassen.

Men onderscheidt **open en ondergrondse constructies. Beiden met of zonder waterinfiltratie in de grond.** De keuze van het systeem hangt af van de beschikbare plaats, bebouwing, plaatselijke milieubeperkingen, aanwezige grondsoort en mogelijke waterverontreiniging.

Om tot een geschikte oplossing te komen wordt verwezen naar het [Katern Afkoppelen, bufferen en infiltreren](#) waar een beslissingsschema voor hemelwaterafvoer van wegen wordt voorzien. Een meer up-to-date benadering om tot geschikte oplossingen te komen wordt voorzien door [Blauw-Groen Vlaanderen](#).

Naast berminfiltratie zijn open opslagbekkens (bergingsbekkens met infiltratie) natuurtechnisch gezien de meest interessante oplossing voor de afvoer van grote verharde oppervlakken.

Ze vormen een uitgesproken opportuniteit om bij te dragen aan de biodiversiteit en kunnen een meerwaarde vormen als leefgebied voor flora en fauna. Alsook zal een natuurlijk ingerichte waterpartij een grote landschappelijke meerwaarde betekenen.

Open bekkens vervullen een belangrijk water zuiverende rol. Ze vangen verontreinigd water op dat van de weginfrastructuur afstroomt en bufferen zo de afstroom van de verontreiniging naar bodem, grondwater en ontvangende waterlopen. Gemakkelijk bezinkbare stoffen kunnen er bezinken, verontreinigende stoffen en koolwaterstoffen worden tegengehouden, zout wordt verdund en er treedt biologische zuivering op in de oevers en sliblaag.

Onderhoudswerkzaamheden aan de grachten en opslagbekkens om hun hydrologische functie te waarborgen zullen zorgvuldig moeten worden gepland en getimed, zodat de bijbehorende fauna en flora in een ongestoord deel van het systeem kunnen blijven.

Technisch ontwerp en inrichting

Voor de aanleg en inrichting van de verschillende types constructies worden parameters voor het ontwerp, de materialen, het beheer en onderhoud aangeboden in het [Katern Afkoppelen, bufferen en infiltreren](#). Ook in de '[Code goede praktijk voor het ontwerp, de aanleg en het onderhoud van rioleringsystemen, Deel 3: Bronmaatregelen](#)' worden technische richtlijnen gegeven voor het ontwerp en het onderhoud van de verschillende mogelijke constructies.

Aandachtspunten voor een goede natuurtechnische aanleg:

- Het is belangrijk om, in combinatie met alle praktische en technische randvoorwaarden, aandacht te besteden aan een goede inpassing in het landschap.
- Verschillende kleine bekkens zijn een betere oplossing dan 1 groot bekken afwaarts vlakbij een waterloop (vaak hogere waterstand met dan een slechtere doorlatendheid).
- Het bekken krijgt bij voorkeur een vloeiende en natuurlijke contour met natuurvriendelijke oevers die een geleidelijke overgang vormen van land naar water. Vooral de zuid-gerichte oever wordt vrij vlak aangelegd zodat er zich vlot land- en oevervegetaties kunnen vestigen. In het ondiepe water kunnen er zich moeras- en rietvegetaties ontwikkelen, terwijl in het diepere water plaats is voor verschillende waterplanten.
- Het bekken bevat bij voorkeur ook delen waar de waterdiepte altijd $\geq 1,5$ m is. Bij dit peil blijft de opwarming in de zomer beperkter en daalt het risico met problemen met de waterkwaliteit. In de winter zal de waterkolom ook niet volledig bevroren en kunnen vissen overleven.

Natuurvriendelijke oevers met een goede ecologische opbouw vormen een uitstekend leefgebied voor veel planten, vogels insecten, amfibieën, vissen en zoogdieren en zijn belangrijk voor de biodiversiteit.

Bovendien wordt de infiltratie en reinigingscapaciteit verhoogd en kunnen grotere peilverschillen opgevangen worden. Voor gedetailleerde richtlijnen voor de aanleg en inrichting van natuurvriendelijke oevers wordt verwezen naar [Typebestek natuurlijke oevers \(deel 2\)](#) en [Typebestek natuurlijke oever \(deel 1\)](#). Zie ook hierboven bij 'inrichting van de oevers' in Fiche 2-B. Weggrachten.

De breedte van de oever is bepalend voor de ecologische waarde van de oever. Wanneer de ruimte voor een oeverstrook beperkt is, heeft een brede oeverstrook aan de noordzijde (zuidgericht) + zeer smalle (eventueel harde) oeverstroken aan de andere zijden de voorkeur boven smalle oeverstroken rondom rond (Figuur 2-19).



Figuur 2- 18: Beslissingsschema inrichtingsmogelijkheden in functie van de beschikbare ruimte voor de oever

Enkele algemene richtlijnen zijn:

- Wanneer gekozen wordt om maar aan één zijde **een brede ecologische oever aan te leggen, heeft de noordoever de voorkeur**. Deze oever krijgt veel zonlicht. Dit bevordert de ontwikkeling van eieren van bijvoorbeeld amfibieën en larven. Ook verkiezen veel bloeiende planten een zonnige plek.
- Er wordt een specifieke zone voorzien van waaruit het beheer van de waterzone kan gebeuren.
- Door oevers met een zeer flauw talud te vormen, ontstaat ruimte voor een geleidelijke overgang van water naar land. Daarmee ontstaan extra mogelijkheden voor planten en dieren.
- Wil je zowel amfibieën als vissen aantrekken, dan moet er een 'kraamkamer' voor amfibieën worden aangelegd in de vorm een afzonderlijke poel. Verschillende vissoorten eten namelijk de eitjes en/of de larven.
- Op plaatsen waar over een lengte van 100 meter of meer oeverbeschoeiing wordt aangebracht, zijn "uitstapplaatsen" voor amfibieën, kleine zoogdieren en andere fauna nodig.
- Door bij de aanleg van de oeverstrook geen gebruik te maken van rechte maar slingerende lijnen, ontstaan er plekjes met minder en meer luwte en minder of meer zon. Deze variatie bevordert de soortenrijkdom. Oevers met een slingerende oeverlijn hebben bovendien een meer natuurlijk uiterlijk.
- Een ecologisch doordachte inrichting zowel op vlak van beplantingskeuze als op vlak van habitatvorming voor bepaalde doelsoorten (amfibieën, zoogdieren, insecten,...), heeft een grote meerwaarde voor de biodiversiteit
- Het beheer van de begroeiing kan voor een belangrijk deel bepalen hoe deze er uit ziet. Door in de zomer te maaien ontstaat een andere soortensamenstelling dan wanneer er in de winter wordt gemaaid. Wanneer er jaarlijks wordt gemaaid, heeft de begroeiing een heel andere structuur dan wanneer er één keer per vijf jaar wordt gemaaid.

Enkele goede voorbeelden van een natuurvriendelijke werking, vaak in combinatie met een recreatieve functie, kunnen gevonden worden op de [website van groen-blauw Vlaanderen](#).

Figurenlijst

Figuur 2- 1: Voorbeelden van wegen die verhard zijn over heel hun breedte.	5
Figuur 2- 2: Stagnerend hemelwater.	6
Figuur 2- 3: De ladder van Lansink in functie van waterbeheer	6
Figuur 2- 4: Bij nieuwe aanleg kan er ook gekeken worden naar infiltratiemogelijkheden in de bermen. Op weloverwogen plaatsen kunnen onderbrekingen in de (stoep-)randen het water afvoeren naar de onverharde omgeving in plaats van naar de riolering.	7
Figuur 2- 5: Ook kunnen infiltratiekolken of infiltratieputten het water lokaal laten infiltreren in plaats van alles af te voeren naar de riolering.	8
Figuur 2- 6: Heraanleg Ruzettelaan(N34) Blankenberge: Integrale ontharding en verduining van de noordelijk gelegen rijbaan met aanpalende parkeerstroken en oud en smal fietspad. Een strook van 15,5 meter wordt teruggegeven aan de duinen met uitzondering van een nieuw recreatief fietspad	8
Figuur 2- 7: Herinrichting Koolmijnlaan (N719 Heusden-Zolder ter hoogte van de Mangelbeekvallei: omleiding doorgaand verkeers zodat de huidige weg met 2 rijstroken en 2 pechstroken kan getransformeerd worden naar een wandel - en fietsboulevard.	9
Figuur 2- 8: Voorbeeld van een parking in een waterrijke, overstromingsgevoelige omgeving (carpool E17 Kruishoutem)	10
Figuur 2- 9: Principe van een open onverharde gracht in de vorm van een afgeplatte driehoek, met flauwe begroeide oevers. Bij een buffergracht worden stuwconstructies geplaatst.	12
Figuur 2- 10: Grachtprofiel met faunageleidende rechte oever aan wegzijde en vlakke buitenoever.	12
Figuur 2- 11: Voorbeeld van verbrede grachten aan de R6 rond Mechelen.	13
Figuur 2- 12: Illustratie van het principe van een buffergracht. Boven: indien er te weinig ruimte is voor een gracht met zwak hellende oevers. Onder: ideale situatie met een gracht met zwak hellende oevers.	14
Figuur 2- 13: Andere knijpvormen	14
Figuur 2- 14: U-vormige knijpstuw	15
Figuur 2- 15: Debietbeperker - Bron: Waterwegwijzer - VMM	15
Figuur 2- 16: Principe van een buffergracht op een helling	16
Figuur 2- 17: Stuwen langs de N79 te Tongeren in een gracht met sterke helling.	16
Figuur 2- 18: Beslissingsschema inrichtingsmogelijkheden in functie van de beschikbare ruimte voor de oever	18





Fiche 3

Weguitrusting



© AWW, fotografie: Kris Van De Sande, N251 Heverlee

Inhoudsopgave

Fiche 3. Weguitrusting	1
Algemene elementen	5
Fiche 3-A. Verlichting	6
Algemene beschrijving en doelsoorten	6
Stappenplan voor het (al dan niet) plaatsen van verlichting	6
Stap 1: Het vermijden van verlichting	7
Stap 2: Dynamische verlichting – verlicht enkel een deel van de nacht	8
Stap 3: Dynamische verlichting - beperken van de intensiteit van het licht	8
Stap 4: Beperken van strooilicht	9
Stap 5: aangepast kleurenspectrum	10
Fiche 3-B. Geluidsschermen en gronddammen	12
Algemene beschrijving	12
Beplanting als geluidswering	12
Positie van artificiële geluidswerende maatregelen	12
Geluidsschermen	12
Geluidsschermen en versnippering	17
Andere aandachtspunten voor geluidsschermen	17
Gronddammen	18
Onderhoud en beheer	19
Fiche 3-C. Stoepranden en straatkolken	20
Voorkomen dat dieren in straatkolken belanden	20
Aflleidende voorzieningen	20
Preventieve voorzieningen	21
Nieuwe weg: duurzame oplossingen	21
Uitklimvoorzieningen	21
Amfibieëntrap	21
Vogelschroot	22
Stuc-hoekbeschermer	22
Uitklimmat	23
Fiche 3-D. Waarschuwingssystemen	24
Waarschuwingssystemen	24
Wilddetectiesystemen	24
Fiche 3-E. Afschrikmiddelen	26
Optische maatregelen (wildspiegels)	26
Akoestische afschrikmiddelen	26
Olfactorische middelen	26
Figurenlijst	27



Algemene elementen

De weginfrastructuur heeft verschillende randeffecten die een negatieve impact kunnen hebben op de natuur, maar ook op de functionaliteit van diverse natuurtechnische maatregelen. **Verlichting, geluid en stoepranden en straatkolken** vormen hierbij de belangrijkste knelpunten.

De weginfrastructuur kan bijkomend worden uitgerust met **waarschuwingssystemen en afschrikmiddelen** met de bedoeling dierenverkeerslachtoffers te vermijden of verminderen.

Fiche 3-A. Verlichting

Algemene beschrijving en doelsoorten

Dieren en planten zijn tijdens miljoenen jaren evolutie aangepast aan donkere nachten met alleen wat licht van sterren en soms de maan. Door de sterke verstedelijking in Vlaanderen met een evenredige toename van (openbare) verlichting is het nachtelijke landschap de voorbije decennia echter sterk veranderd.

ALAN of 'Artificial Light At Night' heeft een grote invloed op zowel de fysiologische processen bij individuele dieren en planten (fotosynthese, bloeiperiode, hormonenhuishouding, ...) als op hun gedrag (periode van activiteit, voorplantingsgedrag, migratie, winterslaap, ...). Hierdoor hebben licht en donker ook een impact op de werking van gemeenschappen en ecosystemen. Kunstmatige nachtelijke verlichting creëert dus een bijkomende milieudruk, waarvan effecten werden vastgesteld die gaan van het moleculaire niveau tot het niveau van volledige ecosystemen.

Vermits verlichting een artificieel element is in een natuurlijke omgeving heeft dit invloed op het gedrag van alle nacht- en schemeringsactieve soorten. Een diergroep die uiterst gevoelig is voor kunstlicht zijn vleermuizen. Alle vleermuizen genieten door het Soortenbesluit een strikte bescherming (zie ook [Fiche 6-B Vleermuizenpassage](#)). De verschillende soorten vleermuizen zijn in min of meerdere mate lichtschuw. Wat vleermuizen extra gevoelig maakt voor kunstlicht is dat ze verschillende delen van het landschap voor andere doeleinden gebruiken. Er zijn plekken waar ze overdag rusten, plekken waar ze overwinteren (zoals de bunkers) en plekken waar ze jagen (foerageergebieden), en iedere plek moet vaak aan zeer specifieke eisen voldoen. **Ze moeten ook van de ene naar de andere plek kunnen vliegen en hebben daarbij nood aan een netwerk van donkere verbindingen.** Een aanpassing aan de verlichting die de verbinding tussen verschillende gebieden mogelijk maakt kan belangrijke positieve effectieven hebben voor een populatie vleermuizen.

Stappenplan voor het (al dan niet) plaatsen van verlichting

Om het storend effect van verlichting zo minimaal mogelijk te houden wordt bij de afweging voor het al dan niet plaatsen van verlichting aanbevolen om altijd onderstaand stappenplan te doorlopen. Dit stappenplan is gebaseerd op een [advies van het INBO](#).

Het stappenplan bestaat uit vijf hiërarchische stappen, waarbij de volgende stap moet gezien worden als een aanvulling op de vorige stappen.

- Stap 1:** Het vermijden van verlichting
- Stap 2:** Dynamische verlichting - Verlicht enkel een deel van de nacht
- Stap 3:** Dynamische verlichting - Beperken van de intensiteit van het licht
- Stap 4:** Beperken van strooilicht
- Stap 5:** Aangepast spectrum

Figuur 3-1: Stappenplan voor het plaatsen van verlichting

De stappen worden hierna besproken:

Stap 1: Het vermijden van verlichting

Niet verlichten is ecologisch gezien de meest wenselijke, eenvoudige, goedkoopste en effectiefste methode.

De vraag dient dus steeds gesteld te worden of verlichting werkelijk noodzakelijk is.

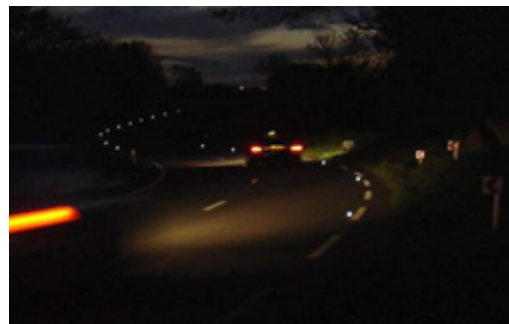
Voor gewestwegen wordt deze vraag beantwoord door de 'lichtvisie gewestwegen' (in herziening bij AWW). Voor fietsinfrastructuur is een 'Lichtvisie fiets' in opmaak die hier invulling zal aan geven.

Ieder specifiek project moet dus getoetst worden aan deze afwegingskaders om te beslissen of verlichting al dan niet nodig is.

- Als verlichting niet strikt noodzakelijk is, maar het aangeven van de weg toch gewenst is, bieden retroreflecterende markering of lichtkleuring op het wegdek goede alternatieven (Figuur 3-2).

Naast retro-reflecterende markering bestaan ook andere vormen van bebakening zoals wegdekreflectoren, glasbolreflectoren, markeringsnagels, reflectoren op afschermende constructies, katafootpaaltjes, ... Voor meer informatie over de verschillende toepassingen en technische richtlijnen wordt verwezen naar de lichtvisie.

- Een lichtgekleurd wegdek kan de rijloper zichtbaar(der) houden bij volledige duisternis onder het aanschijnen door koplampen of fietsverlichting.



Figuur 3- 2: voorbeelden van retro-reflecterende wegmarkering in combinatie met led wegdekreflectoren. In dit voorbeeld stralen deze nog wel actief licht uit in ongecontroleerde richtingen, ook naar boven.

Indien verlichting wel nodig is, bieden de volgende stappen een aantal maatregelen die het negatieve effect ervan op de natuurlijke omgeving verminderen

Algemene randvoorwaarden zijn:

- De regel is dat geen verlichting aangebracht wordt nabij faunapassages. Ter hoogte van ingangen tot onderdoorgangen moet een donkertezone gecreëerd worden. Wegverlichting mag eveneens de bovenzijde van ecoducten en ander natuurmaatregelen over de weg niet verstoren. Recreatieve fietspaden moeten donker blijven. Eventuele functionele fietspaden moeten een aangepaste verlichting hebben zodat ze de ecologische strook niet verstoren. De gevoeligheid voor licht kan eventueel wel ingezet worden als geleiding naar de faunapassage door het creëren van een donkertezone door het weglaten van een aantal verlichtingspunten aan weerszijden van de weg.
- Verlichting onder bruggen en in andere onderdoorgangen zal doorgaans verstorend werken voor vleermuizen en andere dieren die deze doorgangen gebruiken. Het is van groot belang dat er voldoende donkere plekken gehandhaafd blijven. In de onderdoorgangen waar een ecologische strook voorzien wordt is het verlichten van deze strook volledig te vermijden. Het is mogelijk om via een slimme plaatsing van de lichtpunten een donkere zone vrij te houden.
- In de buurt van kolonieplaatsen van vleermuizen moet ervoor gezorgd worden dat de dieren in het donker kunnen in- en uitvliegen.

Stap 2: Dynamische verlichting – verlicht enkel een deel van de nacht

Het uitschakelen van de verlichting op momenten dat ze niet nodig is, zorgt ervoor dat minstens een deel van de nacht donkere verbindingen mogelijk blijven.

Bij dynamische verlichting wordt enkel verlicht wanneer het nodig is.

Het beperken in de tijd kan op 3 manieren:

- Op basis van vaste tijdstippen, gebaseerd basis van verkeersintensiteiten (gebruik).
- Op basis van bewegingsdetectoren.
- Een combinatie van de twee. Beide systemen zijn ook combineerbaar.

Verlichting op basis van bewegingsdetectoren registreert de aanwezigheid van auto's, fietsers of wandelaars en stuurt de wegverlichting enkel aan wanneer mensen in de buurt zijn. Verlichting op basis van detectoren minimaliseert het meest de nadelige effecten van verlichting en is het meest afgestemd op het effectief gebruik, terwijl tijd-gestuurd aansturen eenvoudiger en goedkoper te implementeren is.

Gezien het aansturen op basis van detectoren de complexiteit van het aansturingssysteem sterk verhoogd, er bij de uitgevoerde projecten werd vastgesteld dat deze niet altijd optimaal werken en het de kostprijs van de verlichting sterk verhoogd gaat de voorkeur op dit moment uit naar een zuiver tijds-gestuurd aansturen.

Via een tijd-gestuurd systeem bestaat de mogelijkheid om de verlichting de eerste en laatste uren van de nacht aan te zetten, op het moment dat er ook veel mensen gebruik maken van de weg. Een groot deel van de nacht kan dan donker blijven wat intuïtief een goede oplossing lijkt. Voor vleermuizen blijkt dit echter niet altijd effectief aangezien deze dieren ook voornamelijk direct na zonsondergang en voor zonsopkomst actief zijn.

De beste oplossing voor vleermuizen is dat de verlichting enkel brandt wanneer ze echt nodig is, dus via het gebruik van bewegingsdetectoren die het licht aanschakelen wanneer voetgangers, fietsers of auto's passeren. Dynamische verlichting heeft dan ook vooral voordelen bij heel lage verkeersintensiteiten of aan fietspaden.

Het is eveneens van belang dat een te snelle verandering van de verlichtingssterkte voorkomen wordt aangezien dit schrikgedrag kan veroorzaken. Daarom is het belangrijk dat de lichtbronnen zo zijn ingesteld dat ze bij het inschakelen langzaam aangaan (geen 'flits') en bij uitschakelen zachtjes doven (fade in en fade out time). Bij nieuwe verlichtingssystemen wordt dit aangepast zodat de lichtintensiteit 2% per seconde zal toenemen of afnemen (fade in/fade out).

Meer uitgebreide informatie over het gebruik van dynamische verlichting wordt gegeven in de "lichtvisie gewestwegen".

Stap 3: Dynamische verlichting - beperken van de intensiteit van het licht

Het principe van tijd-gestuurd aansturen of detectie-gebaseerd aansturen is ook hier van toepassing, met dat verschil dat er niet uitgeschakeld wordt, maar gedimd.

Volgende klassen voor verlichting worden door het Agentschap Wegen en Verkeer gebruikt langs nieuwe fietspaden waar een aparte verlichting noodzakelijk is:

100% - zonsondergang tot 20u - tijdens de spits (P4/P5)

50% - 20u tot 23u (P5/P6)

20-25% - 23u tot 5u laagst mogelijke dimstand (bebouwde kom) of doven (buiten bebouwde kom)

50% - 5u tot 6.30u (P5/P6)

100% - 6.30 tot zonsopgang - tijdens de spits (P4/P5)

Bijkomende maatregelen om de omgeving zo donker mogelijk te houden zijn nodig zelfs bij lage lichtintensiteiten.

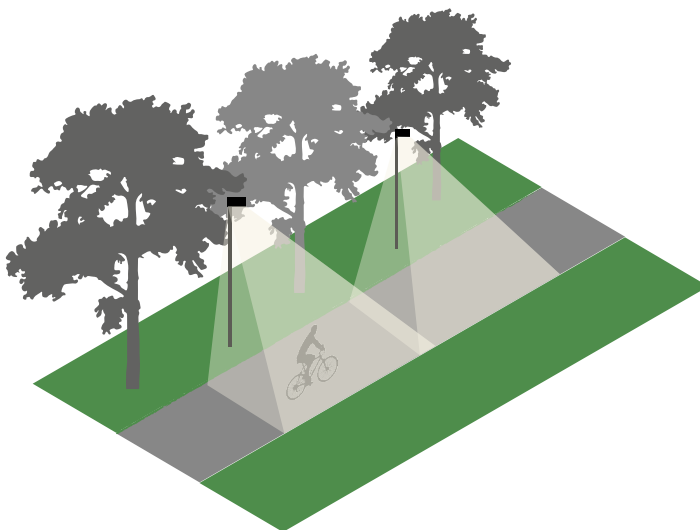
Stap 4: Beperken van strooilicht

Het licht dat de meeste impact heeft, is niet het licht dat op de weg valt maar het licht dat in de omgeving terecht komt, direct of door reflectie. Bijkomende maatregelen om niet functioneel licht te vermijden en op die manier de omgeving zo donker mogelijk te houden zijn daarom nodig.

Door te kiezen voor armaturen die zeer gericht de weg verlichten en niet de omgeving kan het effect van lichtverstrooiing verkleind worden. Door bij de keuze van de plaatsing, hoogte van de lichtmasten, keuze van de lenzen en type armatuur rekening te houden met belangrijke landschapselementen zoals bomenrijen en watergangen kunnen donkere corridors boven en naast de lichtpunten behouden blijven.

Binnen het wettelijk toegelaten kader (naar veiligheid toe) kunnen volgende natuurtechnische maatregelen worden toegepast (Figuur 3-3):

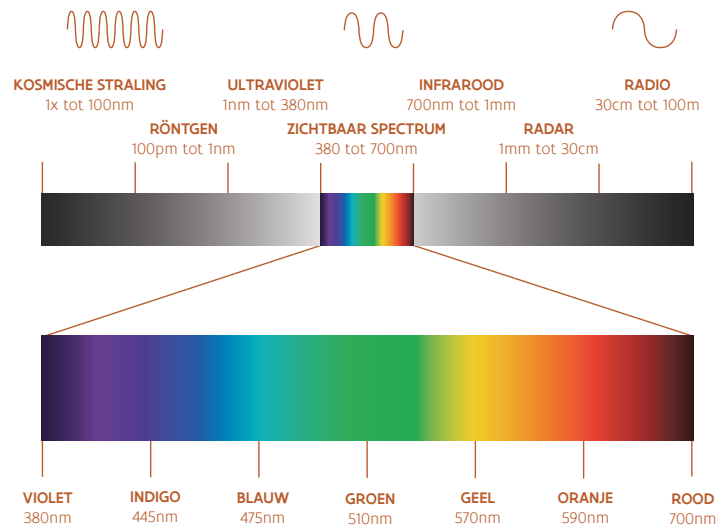
- Armaturen zouden geen licht naar boven toe mogen verspreiden. Dit kan met behulp van afgekapte armaturen of spiegels die het licht precies richten waar het nodig is.
- De verlichting wordt best zo laag mogelijk geplaatst. Door het beperken van de hoogte van de lichtmasten wordt de verlichte zone beperkt.
- Een donker wegdek heeft het voordeel dat er minder licht naar de omgeving weerkaatst wordt (terwijl een licht gekleurd wegdek voordelen biedt op plaatsen zonder verlichting).
- Met LED is het makkelijker om licht te richten, zodat enkel verlicht wordt wat verlicht moet worden.
- Bij verlichting van een weg omzoomd met bomen moeten de armaturen zodanig worden geplaatst dat zij het bovenste deel van de bomenrij niet verlichten.
- Lichtverstrooiing naar waterpartijen moet zeker vermeden worden.



Figuur 3- 3: Aangepast armatuur zonder lichtverstrooiing naar boven toe, op een hoogte zodat de boomkruinen niet mee verlicht worden, en enkel gericht de weg verlicht

Stap 5: aangepast kleurenspectrum

Daglicht, maar ook kunstlicht, is een mengsel van vele golflengtes oftewel vele kleuren. De samenstelling van het licht (kleuren) kan sterk verschillen tussen lichtbronnen. De gevoeligheid voor de verschillende delen van het kleurenspectrum zijn ook heel verschillend voor de verschillende diersoorten en voor de mens. Op Figuur 3-4 wordt het kleurenspectrum waarneembaar voor de mens getoond.



Figuur 3- 4: Het zichtbare kleurenspectrum voor de mens

De huidige kennis over de mogelijkheden om door spectrale aanpassing het licht minder natuuronvriendelijk te maken, is afhankelijk van de diergroep.

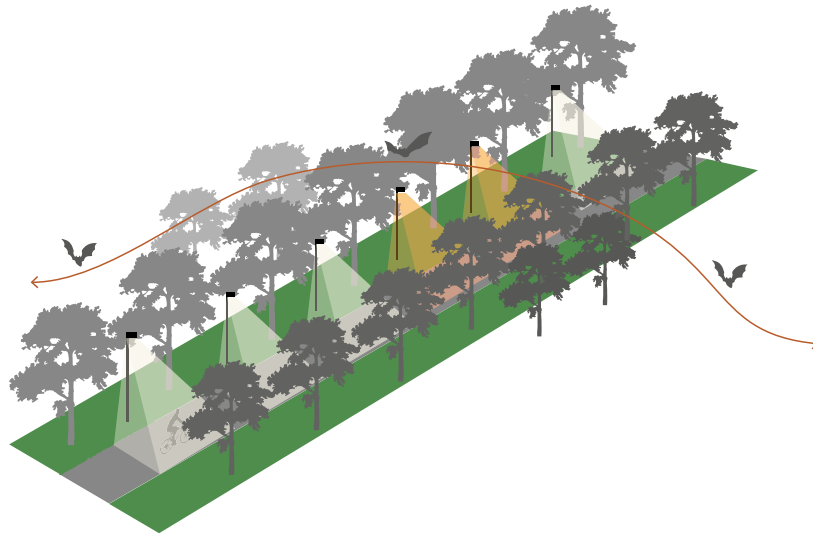
Veel diersoorten en zo ook vleermuizen zijn minder gevoelig voor langgolvig licht (wat resulteert in rood of oranje licht) dan voor kortgolvig licht (blauw of nabij UV). Blauw licht trekt insecten aan en verstoort de biologische klok van zowel mens als dier. Rood licht met een golflengtepiek rond de 625 nm blijkt de minste impact te hebben op o.a. vleermuizen. De verklaring dat de rode kleur niet verstorend is voor vleermuizen ligt vermoedelijk in het feit dat vleermuizen rood licht niet goed kunnen zien en het dus mogelijks niet ervaren als licht/gevaarlijk. Verder onderzoek hierover is wel nog noodzakelijk.

Om die reden kan rode verlichting op bepaalde plaatsen ook een ecologische val scheppen door het feit dat dieren denken dat ze veilig zijn terwijl dit niet het geval is. Uilen kunnen bijvoorbeeld wel rood licht zien. Roodkleurige verlichting is ook niet direct wenselijk om te gebruiken in stedelijk gebied. Mensen kunnen andere personen of objecten minder goed onderscheiden bij rood licht, wat als zeer onprettig wordt ervaren.

Maar het gebruik van oranjerode verlichting kan dus een gedeeltelijke oplossing zijn voor vleermuizen. Dit heeft geleid tot het ontwikkelen van de zogenaamde 'batlamp' in Nederland (amberkleurige LED-lamp) (Figuur 3-5).

Er bestaat momenteel nog veel discussie over het gebruik van rood of oranje licht als maatregel voor vleermuizen. Verder onderzoek om daarin meer duidelijkheid te scheppen is zeker noodzakelijk. De beste oplossing blijft de afwezigheid van licht. De toepassing van een aangepast spectrum is dus echt de laatste mogelijkheid voor plaatsen waar licht om veiligheidsredenen echt niet kan weggelaten worden.

Daarbij komt ook de hogere kostprijs van de armaturen met meer rood en amberkleurig licht zowel bij de aanschaf als bij het energieverbruik.



Figuur 3- 5: Schematische voorstelling waarbij een deel van de weg verlicht wordt met verlichting met een aangepast spectrum. De combinatie van aangepast spectrum en naar beneden gerichte lichtbundel vormt een betere oversteekplaats voor vleermuizen ten opzichte van de gangbare verlichte trajecten buiten de zone.

De voordelen van rood licht gelden ook niet voor alle dieren (bv. bosmuizen en marterachtigen worden aangetrokken door amber en rood licht). 's Nachts over zee trekkende vogels raken juist gedesoriënteerd door rood licht, mogelijk omdat dit hun interne kompas verstoort. Zo werden rood-arme spectra (met name groen) ontwikkeld voor gebruik op plekken waar veel vogels 's nachts langs trekken en snel gedesoriënteerd raken, zoals op boorplatforms op zee of aan de kust. Groen licht (dat relatief veel blauw in het spectrum heeft) heeft dan weer een sterk effect op lichtschuwe vleermuizen, mogelijk sterker dan wit licht.

De huidige kennis over de mogelijkheden om door spectrale aanpassing licht minder natuuronvriendelijk te maken, is dus afhankelijk van de diergroep.

Vermits het onderzoek naar het effect van de kleur van licht nog beperkt is, moet het gebruik van een aangepast kleurenspectrum als een laatste stap aanzien worden.

De boodschap blijft hoe minder kunstlicht hoe beter.

Het algemene beeld is dat de keuze voor lichtbronnen met relatief weinig blauw en UV zeer belangrijk is. Als wit licht gewenst is, dan worden leds met warm licht verkozen. Warm wit licht bevat veel minder van het blauwe spectrum. Licht dat een golflengten bevat kleiner dan 540 nm of licht met een kleurtemperatuur groter dan 3000 K moet zeker vermeden worden.

Fiche 3–B. Geluidsschermen en gronddammen

Algemene beschrijving

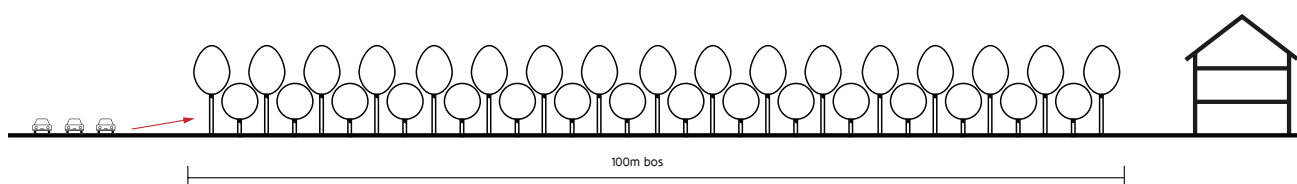
Langs wegen die sterke geluidshinder veroorzaken voor omliggende woonkernen worden dikwijls geluidsmilderende maatregelen genomen ([Wegen en Verkeer – Geluid en trillingen](#)). Hiertoe behoren onder andere geluidsschermen en gronddammen.

Op initiatief van terreinbeherende natuurverenigingen worden soms ook gronddammen aangelegd ter hoogte van natuurgebieden (E34/Zoerselbos, R4/Bourgoyen).

Beplanting als geluidswering

Naar aanleiding van het hakhoutbeheer dat wordt uitgevoerd langs wegen wordt dikwijls de opmerking gemaakt dat de omwonenden meer geluidshinder ervaren. Door het inkorten van de beplanting zijn de weg en het bijbehorende verkeer meer zichtbaar. Dan lijkt het ook alsof je het lawaai van de weg beter hoort (subjectieve waarneming). Ook wordt het geluid van de weg door het ritselen van de bladeren gemaskeerd. De ingreep heeft echter weinig invloed op het objectief gemeten geluidsniveau voor en na de beheerwerken omdat de houtkant daarvoor niet breed genoeg is.

Beplanting heeft slechts een zeer beperkt effect op geluidsdemping. Om een extra geluidsreducerend effect (ongeveer 3 tot maximaal 5 dB(A)) te bekomen, is een dicht bos van minstens 100 meter diepte, gesloten van bodem tot kruin, vlak naast de af te schermen weg noodzakelijk. Dit betekent een bos met een afwisseling van hoge en lage bomen, struiken en een dichte onderbegroeiing waardoor, op alle niveaus, slechts enkele meters ver kan worden gekeken. Dit effect wordt in de winter opnieuw gereduceerd door de afwezigheid van bladeren aan de bomen.



Figuur 3- 6: Breed gesloten groenscherm voor geluidsreductie.

Positie van artificiële geluidswerende maatregelen

Afhankelijk van geluidsoverlast wordt de locatie en dimensie van het scherm of de berm bepaald. Als hulpmiddel voor het plaatsen van geluidswerende constructies kan beroep worden gedaan op volgende documenten:

- [Standaardbestek 250 voor de wegenbouw - versie 4.1\(a\)](#). H 3.87 en 8.4.
- [Instructiebundel voor het plaatsen van geluidswerende constructies](#).

Vooraf de beschikbare ruimte in de berm is een beperkende factor voor de keuze tussen een geluidsscherm of een gronddam.

Geluidsschermen

Geluidsschermen worden het meeste geplaatst als geluidswerende maatregel ter hoogte van bewoning. Ze zijn het meest efficiënt en nemen het minste plaats in op de berm. Door de dikwijls vrij grote hoogte zijn het wel vrij dominante elementen in het landschap. Niet alleen voor de weggebruiker, die zo afgeschermd is van het omliggende landschap, maar ook voor de omgeving. Om dit effect te milderen worden geluidsschermen soms gecombineerd met beplanting.

Geluidschermen en klimplanten

- Sommige geluidsschermen zijn zo ontworpen dat klimplanten er zich gemakkelijk op kunnen vasthechten. Dit heeft echter wel een invloed op het geluiddempend karakter van het scherm. Zeker als ze over het scherm gaan groeien.

Aandachtspunt hier is dat er voldoende aandacht besteed wordt aan de groeiomstandigheden voor de planten. Er moet voldoende ondergrondse groeiruimte voorzien worden met zuivere gebiedseigen grond en connectie met de ondergrond.

- Grondsoort: in 't bijzonder het vochthoudend vermogen
 - Doorwortelbaar volume: diepe bodem belangrijk voor plantengroei > 6 m
 - Water en lucht: zowel drainage als capillariteit zijn belangrijke factoren bij de energie-uitwisseling
 - Meststoffen en humus: humusgehalte is maatstaf voor vochthoudend vermogen
 - Zout en pH(bodem): belangrijk voor bladhoudende klimmers (klimop, kardinaalsmuts) ivm opspattend zout
- Klimplanten moeten zo plat mogelijk tegen het scherm aan groeien zonder knik in de verticale richting. Ook moeten ze niet losgerukt kunnen worden door de rijwind van het verkeer. Dit betekent dat bij voorkeur zelfhechtende klimplanten moeten worden gebruikt. De beste keus in dit geval is *Parthenocissus*. Planten die slecht tegen veel wind kunnen (*Clematis*, *Fallopia*, *Hydrangea*), zijn voor zo'n locatie ongeschikt.
 - De richting van het scherm bepaalt hoeveel zonlicht de planten krijgen en op welke tijd van de dag. De hoeveelheid zonlicht die de planten krijgen tussen elf uur 's ochtends en vier uur 's middags is hierin bepalend, want die kan zo sterk zijn dat sommige planten er niet tegen kunnen. De zuidkant van een scherm dat oost-west staat heeft volle zon, de noordkant schaduw. Van een scherm dat noord-zuid staat hebben beide zijden halfschaduw.

Enkele algemene situaties:

- Tegen de zuid gerichte zijde van een scherm moeten planten geplaatst worden die tegen volle zon kunnen. Vaak moet ook voor droogteminnende planten worden gekozen afhankelijk van het aanwezige vocht in de grond en de hoeveelheid wind. *Parthenocissus quinquefolia* is de eerste keuze wanneer grote vlakken begroeid moeten worden zonder klimsteun. Er zijn verschillende zonminnende planten mogelijk zoals *Campsis* of *Periploca*, die wel een klimsteun nodig hebben.
- Tegen de noord gerichte zijde van een scherm moeten planten geplaatst worden die tegen schaduw kunnen. *Hedera helix* en *Parthenocissus tricuspidata* zijn de belangrijkste vullers van grote oppervlakten, die geen klimsteun nodig hebben. *Aristolochia*, *Euonymus fortunei* en *Hydrangea anomala* kunnen ter afwisseling worden gebruikt als de andere omstandigheden ter plaatse voor hen gunstig zijn. Sommige hiervan hebben een klimsteun nodig.
- Planten die tegen de westelijke zijde van een scherm groeien krijgen na de middag directe zonneschijn. De liefhebbers van halfschaduw tot volle zon komen in aanmerking. Omdat regen meestal bij westenwind valt, kan het hier op sommige grondsoorten in de winter vrij nat zijn. Planten als *Actinidia*, *Aristolochia* en *Vitis* kunnen daar niet goed tegen. Wel geschikt zijn bijvoorbeeld *Celastrus*, *Fallopia*, *Humulus* en *Rosa*.
- Aan de oostkant krijgen de planten alleen voor de middag directe zonneschijn. De liefhebbers van halfschaduw komen in aanmerking. Omdat regen meestal bij westenwind valt, is het aan de oostkant van een scherm vaak nogal droog. Vooral als de wortels van de planten niet onder het scherm door kunnen groeien, moet daarom voor meer droogtebestendige soorten als *Euonymus* en *Parthenocissus* worden gekozen. Voor een locatie met begroeiing op de noordoostkant van het scherm bestaat het volgende risico: doordat het doorwortelbare volume ook nog beperkt is vertonen de planten er dikwijls droogteschade.

Wintergroene planten kunnen het extra probleem hebben dat bij vorst het blad al door de zon beschenen wordt en gaat verdampen, terwijl de grond nog bevroren is. Zeker wanneer ze ook nog op een winderige plaats staan kan hierdoor de plant verdrogen. Op zo'n plaats liever bladverliezend plantsoen gebruiken.

- Kies voor hele hoge schermen voor de soorten die tot meer dan tien meter hoog kunnen worden, want dat zijn snelle groeiers. Voor lage schermen zijn *Euonymus fortunei*, *Hydrangea petiolaris*, *Lonicera* en *Clematis montana* geschikt. Ook is het verstandig om klimsteunen niet helemaal tot aan de bovenzijde van het scherm te laten doorlopen. Door het aanbrengen van horizontale of diagonale ribbels op het scherm, kunnen zelfhechtende planten gestimuleerd worden om meer in de breedte dan in de hoogte uit te groeien.

- Geluidsschermen kunnen uit een aantal **verschillende materialen** zijn opgebouwd. De aanvaarde materialen zijn opgenomen in het SB 250 H 3.87 en 8.4. Voorbeelden kunnen gevonden worden in het [Voorbeeldenboek geluidswerende maatregelen](#). Voor slinger- en rankplanten en steunklimmers is het soort materiaal geen belangrijke factor; zij hechten zich immers niet aan het scherm zelf, maar aan hun klimsteun. Voor zelfhechtende gewassen echter is de textuur van het materiaaloppervlak in grote mate bepalend. De meest voorkomende materialen voor geluidsschermen zijn:

- **Beton:** glad beton kan begroeid worden met een zelfhechter, mits het scherm niet te hoog is (tot ca 2,5 m). Beton met een poreuze structuur geeft voldoende houvast voor zelfhechtende gewassen, mits het niet broos is.

Houtvezelbeton geeft uitstekende hechtmogelijkheden voor klimplanten, maar zou op den duur kunnen gaan afbrokkelen.

Bij beton is het belangrijk dat er geen voor planten giftige stoffen uit vrijkomen, zoals zware metalen.

- **Staal:** gladde staalplaat is niet erg geschikt om te laten begroeien. Zelfhechtende gewassen hebben er weinig houvast aan en de temperatuur van een stalen scherm in de zon kan erg hoog oplopen. Boven de 42°C lopen planten schade op. Ook drogen de hechtworteltjes van de planten snel uit, waardoor ze gemakkelijker loslaten.

Geluidsschermen kunnen ook opgebouwd zijn uit staalcassettes bestaande uit geperforeerde staalplaat en een steenwolvulling (geluidsabsorberende cassette). Dit materiaal is dus niet geschikt voor begroeiing.

- **Hout:** hout wordt in verschillende vormen tot schermen verwerkt, bijvoorbeeld als horizontale of verticale schuttingplanken of als houtcassettes (houten tralies horizontaal of verticaal, met steenwolvulling). Hout is in het algemeen een goed materiaal voor klimplanten om zich aan te hechten. Het oppervlak is niet te glad, en het warmt niet extreem op in de zon. Het oogt bovendien natuurlijk, al ziet men het hout zelf niet het hele jaar door als er klimplanten op groeien. Om het hout te verduurzamen kunnen verschillende chemische of mechanische verduurzamingsmethoden worden gebruikt. Sommigen hiervan kunnen mogelijk voor klimplanten schadelijke stoffen afgeven. Verduurzamingsmethoden zoals die voor tuinhout (pergola's etc.) worden gebruikt blijken in de praktijk geen plantschade te geven.
- **Glas en transparant kunststof:** het doel van het gebruik van glas of kunststof is meestal dat men door het scherm heen kan kijken, en dan moeten er geen klimplanten op groeien.
- **Steenwolkorven** kunnen begroeid worden door zelfklimmers, mits er geen hoge trekkracht door de planten op de wand verwacht wordt. Dit houdt in dat ze voor lage schermen (tot 2 à 2,5 m hoog) gebruikt kunnen worden. Het helpt als het op de locatie niet vaak hard waait, en als er een vrij kleine plant wordt gekozen, zoals *Euonymus fortunei*. Hoge schermen van steenwolkorven kunnen ook met klimplanten begroeid worden. Er moet dan een aparte klimsteun worden aangebracht, waarop slingerplanten of rankplanten kunnen groeien. Zelfhechtende planten zijn in dat geval geen goede keuze.
- **Kokosvezelmatten** worden momenteel niet meer geplaatst vanwege de negatieve ervaringen met duurzaamheid en akoestische prestaties op langere termijn.



Figuur 3- 7: Rotswol begroeit met klimop

- Op **het oppervlak** van schermen kan reliëf aanwezig zijn, in de vorm van spleten en richels. Spleten en richels kunnen bedoeld of onbedoeld een klimsteun zijn voor zelfhechtende planten (hoofdzakelijk klimop).
- Een **klimsteun** is een constructie die voor een scherm wordt aangebracht, wanneer daarop slingerplanten,

rankplanten of steunklimmers moeten groeien. Klimsteunen worden meestal gemaakt van verticaal opgespannen kabels of een rasterwerk van metalen staven (bijvoorbeeld betongaas). Op lage schermen of op constructies met een korte levensduur kunnen ook verschillende soorten afrasteringsgaas of houten rasterwerk worden gebruikt. Voor uitvoering en het onderhoud van dergelijke klimsteunen over grotere afstanden kunnen de kosten vrij vlug oplopen. Dergelijke uitvoering wordt dus best vermeden.

Zelfhechtende planten groeien rechtstreeks op het scherm, en hebben geen losse klimsteun nodig. De keuze van het materiaal van het scherm, de kleur en de oppervlaktestructuur bepalen hoe goed dit type klimplant hecht. Hoewel ze geen klimsteun nodig hebben, zijn sommige zelfhechtende gewassen wel in staat om in een rasterwerk omhoog te klimmen.. Zelfhechtende planten als Campsis of Hydrangea anomala, die niet erg stevig aan een wand hechten, hebben wel een klimsteun nodig als ze hoge wanden moeten begroeien. De klimsteun kan bestaan uit horizontaal opgespannen draden, die de planten tegen de wand aan duwen en voorkomen dat ze naar voren vallen.

- Verschillende typen klimplanten
 - **Zelfhechtende planten.** Deze planten hechten zich met luchtwortels of hechtschijfjes direct aan de wand vast. De soorten die grote oppervlakken kunnen bedekken behoren tot deze categorie. Zelfhechtende planten groeien altijd naar de schaduw toe. Daarom zullen ze het beste klimmen wanneer het scherm verticale spleten of richels bezit. Wanneer het scherm een horizontale richel of overhang heeft, zullen ze de neiging hebben om daaronder te blijven hangen, of zelfs door de diktegroei van de stengels de constructie te ontwrichten. Wanneer het scherm licht van kleur is zullen deze planten er niet snel naartoe groeien, en slechter hechten. Ook een erg donkere kleur is echter ongunstig, omdat de temperatuur in de zon van zo'n scherm al snel boven de 42°C uitkomt, wat de planten beschadigt. Het oppervlak van het scherm mag niet te sterk zuigen bij soorten die luchtwortels bezitten. Hierdoor drogen namelijk de wortels teveel uit en houden zij de plant minder goed tegen de wand vast. Ook mogen uit het scherm geen schadelijke stoffen vrijkomen, zoals zware metalen. Een lagere pH (< 5) nl. een licht zure grond is voor de meeste klimmers gunstig.
 - **Niet-zelfhechtende planten.** Verticale geleiders of klimsteunen zijn nodig voor:
 - Slingerplanten: Deze planten slingeren of winden zich met hun stengels om een klimsteun heen.
 - Rankplanten: Deze planten bezitten ranken: gespecialiseerde (blad)steeltjes die zich als een kurkentrekker om een klimsteun heen kunnen wikkelen
 - Steunklimmers: Deze planten weven zich al groeiend door een klimsteun heen, waarbij ze zich vasthaken met behulp van dorens of stekels. Intensief (repetitief) onderhoud is nodig.

SPECIES	hoogte (m)	groeisnelheid	Licht-behoefte	Onderhoud	Inheems	Blad-verliezend	bodem-vereisten	Bijkomende opmerkingen
Klimop Hedera helix (Woerner / Thorndale)	20	Snel	Schaduw	Weinig	Ja	Nee	vruchtbaar + vochtig	langlevend = zwaar gewicht
Japanse Kardinaalsmuts Euonymus fortune (Silver queen)	3 tot 5	Traag	Halfschaduw-Schaduw	Weinig	Nee	Nee	bodemvaag (vochtig= +)	langzame groei!
Wilde wingerd Parthenocissus tricuspidata	8 tot 15	Snel	Halfschaduw-Schaduw	Weinig	Nee	Ja	Humusrijk + vochtig + diep	herfstkleur-zoutresistent-luchtzuiveraar
Wilde wingerd Parthenocissus quinquefolia	20	Snel	Zon – Halfschaduw	Weinig	Nee	Ja	Humusrijk + vochtig + diep	herfstkleur-zoutresistent-luchtzuiveraar;
Klimhortensia Hydrangea anomala petiolaris	6	Matig	Schaduw	Weinig	Nee	Ja	vruchtbaar + vochtig	verdraagt moeilijk wind/ steun = + nodig = breedte 3 -6 m!
Kamperfoelie Lonicera periclymenum Serotina	4 tot 5	Matig	Halfschaduw-Schaduw	Matig	Ja	Ja	zure + diep + vochtig	verdraagt luchtvervuiling/ steun = + wel zoutgevoelig!
Bosrank Clematis montana	5 tot 6	Snel	Zon - Halfschaduw	Matig	Nee	Ja	rijke + diep + vochtig	windgevoelig; Nodig = steun of raster

Figuur 3- 8: Geschiktheid planten voor begroeiing van geluidsschermen. Kolommen met rode titel vormen belangrijke criteria. Groen gemarkeerde vakken geven gunstige kenmerken weer, gele vakken geven minder gunstige kenmerken weer

Geluidsschermen met plantvakken

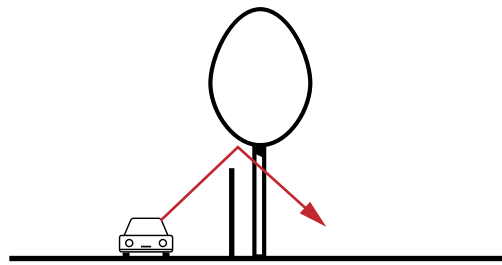
Er bestaan ook schermen waarin vaste planten kunnen worden aangebracht. Hier is een aandachtspunt dat de groeiomstandigheden voor de planten niet ideaal zijn en dat ze dikwijls afsterven door uitdroging. Het is dus belangrijk om hier te kiezen voor soorten die droogtebestendig zijn.



Figuur 3- 9: Betonnen en kunststoffen geluidsscherm met beplanting

Hogere vegetatie voor en achter geluidsschermen

Bomen vlak voor of achter een scherm, met kruin hoger dan de top van het scherm, kunnen de schermwerking verminderen door reflecties tegen de onderkant van het bladerdek zodat het geluid over de schermtop heen wordt gekaatst. Begroeiing vlakbij een scherm wordt bijgevolg best beperkt in hoogte tot die van de schermtop.



Figuur 3- 10: reflectie van geluid onder boomkruinen

Geluidsschermen en versnippering

Geluidsschermen vormen enerzijds een bijkomende barrière voor migrerende grondgebonden fauna. Anderzijds kunnen ze, in de nabijheid van ontsnipperende infrastructuur, de functie van een fauna-geleidend raster vervullen. Op die manier kunnen ze niet alleen geluid en licht milderden voor de mens maar ook voor de natuur.

Geluidsschermen in een meer natuurlijke omgeving moeten, net zoals ecorasters, steeds gecombineerd worden met faunapassages.

Geluidsschermen worden meestal op een stevige betonnen ondergrond gebouwd. Zo isoleren ze de wegbermen volledig van de omliggende leefgebieden. Voor kleine dieren, vooral ongewervelde dieren, vormen ze daarom een sterkere barrière dan ecorasters.

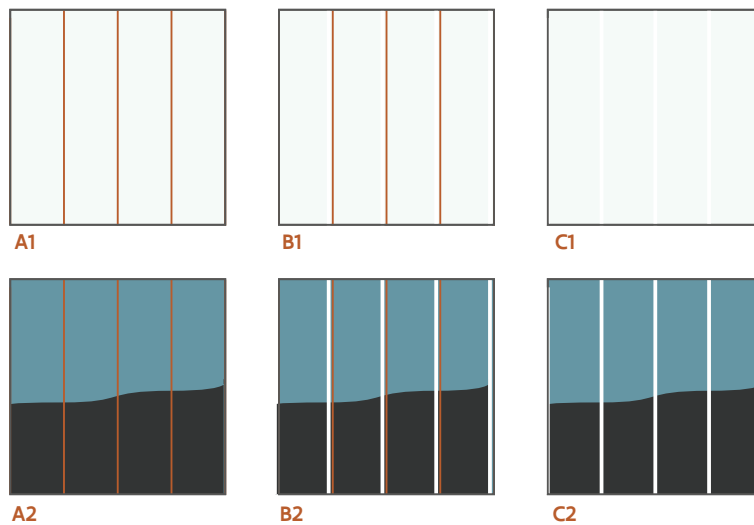
Geluidsschermen kunnen ook een positief effect hebben voor vogels en vleermuizen doordat ze de infrastructuur op die plaats hoger gaan kruisen en daardoor de kans op aanvaring met verkeer vermijden. Volledig transparante schermen moeten vermeden worden omdat die dodelijke aanvaringen van vogels veroorzaken (zie verder).

Andere aandachtspunten voor geluidsschermen

Volgende elementen zijn eveneens van belang bij het plaatsen van geluidsschermen.

- Geluidsschermen dienen voor het veilig overvliegen van vogels en vleermuizen een hoogte van minimaal 5 tot 6 meter te hebben. Zie ook [Fiche 1 F Hop-over](#).
- Vanuit ecologisch standpunt is het vooral belangrijk om **geen transparante schermen** te gebruiken op locaties waar veel vogels voorkomen of vogeltrek aanwezig is want deze vormen een hoog risico voor dodelijke aanvaringen van vogels die het scherm niet herkennen als een obstakel. Dit is vooral ook het geval op bruggen en viaducten langs waterlopen omdat veel vliegroutes de waterloop volgen. Als een transparant scherm omwille van andere redenen toch de voorkeur geniet, zijn er enkele aandachtspunten waarmee kan rekening gehouden worden om het aantal vogelslachtoffers zo laag mogelijk te houden:
 - Ontspiegelend materiaal gebruiken
 - Aan de verkeersluwe zijde van het scherm **verticale markeringen** aanbrengen. De kleur moet zoveel mogelijk contrasteren met de omgeving. Uit onderzoek blijkt dat een markering met wit en/of oranje goed werkt (dezelfde tinten die gebruikt worden in andere waarschuwingssystemen) (Figuur 3-11). Zelfklevende markeringen die vogelsterfte verminderen kunnen ook relatief eenvoudig aangebracht worden op al bestaande geluidsschermen.

MARKERINGSSTREPEN
dikte 2cm
onderlinge afstand 10cm



Figuur 3- 11: Verschillende combinaties van verticale markeringsstrepen. De kleuren moeten een maximaal contrast met de omgeving verzekeren tijdens de piek waarin vogels zich bewegen. De combinatie van oranje en wit (B1 en B2) geeft de beste resultaten onder verschillende situaties.

- Vermijden van beplanting dicht bij het transparante scherm, want dit verhoogt het risico op \$ aanvaringen. Als er zich toch bomen of houtkanten bevinden moet een transparant scherm vermeden worden.
- Een folie dat ultraviolet licht weerkaatst, waardoor het scherm voor vogels niet en voor mensen wel doorzichtig is, blijkt niet te werken.
- Het verspreid aanbrengen van stickers met (roof)vogels werkt niet.

Gronddammen

Een gronddam bestaat uit een trapeziumvormige ophoging bestaande uit zand, grond en steenachtige materialen. Het nadeel van een gronddam ten opzichte van een scherm is dat ze meer plaats innemen in de berm en dat een grotere hoogte vereist is om eenzelfde akoestische reductie te bekomen. Dit komt doordat het diffractiepunt van een gronddam verder van de geluidsbron verwijderd is dan de top van een geluidsscherm op dezelfde positie. Ook de schuine zijden van een gronddam zorgen ervoor dat de geluidsgolven makkelijker over de gronddam heen rollen.



Figuur 3- 12: Vergelijking werking gronddam versus geluidsscherm

Om de geluidswerende functie van een gronddam niet te verstoren mag deze aan de wegzijde niet begroeid zijn met struiken of bomen. Vegetatie aan de achterzijde van de gronddam mag niet boven de top uitkomen.

In gronddammen worden dikwijls grondoverschotten verwerkt. Het is van belang dat deze van goede kwaliteit zijn en niet vervuild met invasieve exoten. Indien vervuilde gronden worden gebruikt dan moeten deze in de kern van de gronddam verwerkt worden en verpakt in dichte materialen. Daarbovenop moet een voldoende dikke grondlaag worden aangebracht.

Een gronddam kan in zijn kern plaats bieden aan een vleermuizenkelder.



Figuur 3- 13: Vleermuizenkelder in gronddam van de A73 in Nederland

Onderhoud en beheer

Het is van belang rekening te houden met het latere beheer van de achterliggende berm. Deze moet steeds toegankelijk blijven. Vermits het beheer meestal van op de weg gebeurt is het noodzakelijk dat er in geluidsschermen **doorgangen worden voorzien aan het begin en/of het einde van het scherm, ofwel door (geschrante) doorgangen groot genoeg voor de beheertoestellen**. Het beste is nog dat er toegang is tot de achterliggende berm via een parallelle weg.

Indien het scherm dienst doet als geleiding naar een faunapassage is het belangrijk dat vegetatie langs de verkeersluwe zijde niet te hoog kan groeien zodat dieren via deze weg over het raster zouden kunnen geraken. Vegetatie die boven een scherm uitgroeit verstoort ook de geluiddempende functie. Regelmatig maaibeheer van een strook van 0,5 – 1 m langs het scherm is dan ook noodzakelijk. Het is dus belangrijk dat het scherm langs de verkeersluwe zijde minstens bereikbaar is voor maaibeheer.

De effectiviteit van een geluidsscherm dat een geleidende functie heeft kan enkel gegarandeerd worden wanneer het optimaal werkt. Hiervoor dient er een regelmatige inspectie ingepland te worden, minimum jaarlijks, maar bij voorkeur om de 6 maanden. Daarbij gelden dezelfde aandachtspunten als voor ecorasters ([Fiche 9. Geleiding langs de weg](#)), waarbij moet gecontroleerd worden of er nergens beschadigingen zijn.

Fiche 3-C. Stoepranden en straatkolken

Veel wegen zijn uitgerust met een stoeprand (of trottoirband) die de scheiding verzorgt tussen de rijbaan en de hoger gelegen stoep (of trottoir). De stoeprand zorgt ervoor dat water en vuil van de weg niet in de bermen of huizen terechtkomt, en tevens voorkomt dat motorvoertuigen op de stoep rijden. De rijbaan langs de stoeprand is ook uitgerust met straatkolken of afwateringsputten, die water van de rijbaan afvoert.

Een stoeprand kan voor amfibieën, reptielen, mollen en sommige soorten (spits)muizen een probleem vormen. Deze rand kan vaak als geleidende structuur

functioneren maar wanneer de rand recht en hoog is, vormt het voor bepaalde dieren een barrière om de weg te kunnen verlaten. De geleidende werking van stoepranden zorgt er ook voor dat dieren voortdurend straatkolken passeren als ze de stoeprand volgen. Dieren die in zo een put vallen komen daar vaak vast te zitten en sterven door verdrinking of van honger.

Om deze impact te beperken kunnen verschillende maatregelen genomen worden om enerzijds te voorkomen dat dieren in straatkolken belanden en anderzijds dat ze er terug kunnen uit ontsnappen.

Voorkomen dat dieren in straatkolken belanden

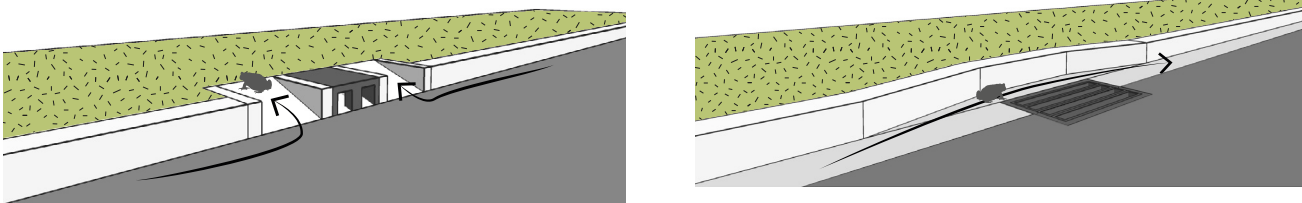
Afleidende voorzieningen

Er bestaan verschillende maatregelen om te zorgen dat kleine dieren de weg kunnen verlaten en het risico te verlagen dat ze in straatkolken terecht komen..

Een stoeprand met afgeschuinde rand heft de barrièrewerking en geleidende werking van de stoeprand gedeeltelijk op, en is steeds beter ten opzichte van een rechte rand.

- Als een rechte stoeprand toch wenselijk is, kan langs beide zijden van elke straatkolk de stoeprand sterk verlaagd worden of afgeschuind worden tot op het straatniveau (Figuur 3-14). Dit zorgt ervoor dat meer dieren van de weg geraken en minder kans hebben om in de straatkolk terecht komen.
- Een andere optie is **het verleggen van de stoeprand** achter de kolken, met een loopstrookje van ongeveer 10 cm tussen stoeprand en put (Figuur 3-14). Er werd al aangetoond dat dit een effectieve maatregel is en leidt tot een significante vermindering van het aantal amfibieën dat in (platte) straatkolken terecht komt. Verder kan deze maatregel gecombineerd worden met schuine ontsnapingsstoepranden om zo ook toe te laten dat de dieren van de weg kunnen geraken.

Het voordeel van bovenstaande maatregelen is dat de grootte van de openingen in het rooster van de straatkolken kan behouden blijven, en er dus geen risico bestaat van ophoping van vuil of belemmering van waterafvoer. Nadeel is wel dat dieren nog steeds in de straatkolken terecht kunnen komen.



Figuur 3- 14: Preventieve voorzieningen die helpen voorkomen dat dieren in straatkolken terecht komen

Preventieve voorzieningen

Preventieve maatregelen voorkomen effectief dat dieren in de kolken terecht komen en kunnen locatiegericht, al dan niet tijdelijk, worden toegepast.

- De “padstelling” is een geperforeerd (maaswijdte 1 cm) metalen of gazen voorzet dat verticaal tegen de opening van trottoirkolken geplaatst kan worden. Bepijng gebeurt door middel van slotbouten en twee metalen plaatjes aan de binnenzijde van de kolk of via tie-wraps. Het kan voorkomen dat de strips beschadigd worden door veegmachines of autobanden.
- Platte straatkolken kan men beschermen tegen invallende dieren door plaatsing op of onder het deksel van een geperforeerde of gazen metalen of kunststof plaat. Ook een nylon, waterdoorlatend doek onder het deksel is een mogelijkheid. Indien de maatregel bovenop het deksel wordt geplaatst mag het materiaal niet zo dik zijn dat het deksel verhoogd komt te liggen.

Een belangrijk nadeel van deze maatregelen is dat ze allemaal gevoelig zijn voor de opeenhoping van zwerfpuil of bladeren, en daarmee een belemmering vormen voor de waterafvoer. Dit kan zorgen voor een toename van water op de weg of zelfs wateroverlast.

Daarom worden deze maatregelen vaak slechts **tijdelijk toegepast** tijdens de voorjaarstrek van de amfibieën. Men moet dus rekening houden met het feit dat dit jaarlijks tijd vraagt bij plaatsing en demontage.

Nieuwe weg: duurzame oplossingen

Bij de aanleg van een nieuwe weg kan er nagedacht worden over meer duurzame oplossingen:

- het weglaten van kolken waar ze niet echt nodig zijn of waar het water op een andere manier afgevoerd kan worden, bijvoorbeeld via gootjes (met zeer smalle openingen) in de wegrand of door het water te laten infiltreren in een niet bestrate berm (zie [Fiche 2 Waterbeheer](#)).
- Rekening houden met de plaatsing van de stoeprand ten opzichte van de afwateringsputten of straatkolken.

Uitklimvoorzieningen

Door de steile wanden in de kolken is het voor amfibieën niet mogelijk om hieruit te klimmen. Wanneer een amfibie of ander klein dier toch in het afvoersysteem terechtkomt, zijn er nog enkele oplossingen voor handen zodat ze er zelf terug kunnen uitklimmen.

Bij padden moet er rekening gehouden worden met hun voorkeur om via de hoek uit de kolk te klimmen.

Bij alle uitklimvoorzieningen is het belangrijk dat de bovenkant uitkomt bij een opening in het rooster.

Amfibieëntrap

Een amfibieëntrap is ook functioneel voor andere soorten zoals muizen.

- Deze trapjes (of hellingen) bestaan uit een roestvaste stalen strip van 5-10 cm breed met aan de bovenkant een knik (Figuur 3-15).
- Ze zijn toepasbaar in diverse typen straatkolken, maar enkel in combinatie met platte deksels.
- De strip wordt schuin in de opvangbak geplaatst met de knik naar de opening in het kolkdeksel. Een goede aansluiting op de bodem is tevens van belang.
- Bij kolkreiniging moet de strip uitgenomen en weer teruggeplaatst worden. De rioolbeheerder moet hiertoe bereid zijn, maar het tijdsbeslag is echter gering.

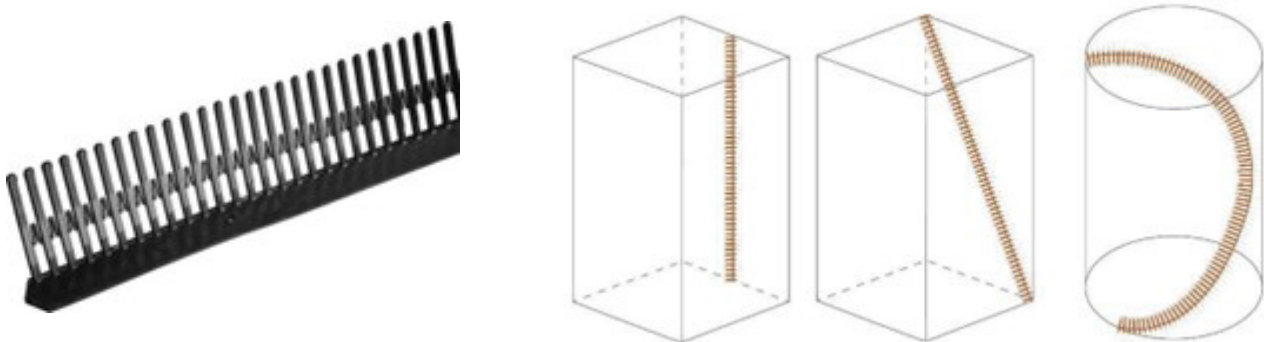


Figuur 3- 15: Voorbeeld van een amfibieëntrap

Vogelschroot

Vogelschroot is de benaming van een flexibele kunststof strip met dwarslammellen, die in de bouw gebruikt wordt onder dakranden. Deze bieden nestelplaatsen aan bijvoorbeeld huismussen en voorkomen dat de dieren verder dan de onderste dakrand komen.

- Als uitklimvoorziening in straatkolken is bij de bevestiging **de juiste hoek** tussen de lamellen van de vogelschroot en de kolkwand van belang.
- **Schuin van beneden naar boven** werkt vogelschroot het beste, maar door de hoek met de (kolk)wand en de lamellen die als houvast dienen, kunnen de dieren er ook uit komen als de vogelschroot **loodrecht** omhoog staat.
- De flexibiliteit maakt dit materiaal **in praktisch elk kolkmodel toepasbaar** en goed werkend. Het materiaal leent zich ook om **in een halve spiraal** tegen de wand van een ronde kolk bevestigd te worden.
- Het is robuust materiaal dat zowel gespijkerd als gelijmd (niet giftige lijm) kan worden.



Figuur 3- 16: voorbeelden van vogelschroot als uitklimvoorziening (van links naar rechts): loodrecht omhoog, schuin omhoog of in een halve spiraal omhoog.

Stuc-hoekbeschermer

- Deze strip bestaat uit twee in kruisvorm aan elkaar bevestigde stuc-hoekbeschermingsstrips.
- Door de overlangse hoek over de totale lengte van strip hebben omhoogklimmende dieren altijd houvast, zij kunnen zich klem zetten, waarbij de perforaties en het puntreliëf extra houvast geven.
- Dit model werkt goed in zowel een schuine als in een loodrechte verticale stand. De hoek waarin de strip in de kolk geplaatst wordt is van ondergeschikt belang want er is altijd wel een gunstige klimkant.
- De strip is eenvoudig te plaatsen en uit te nemen, en zolang het bovenste uiteinde maar bij de kolkopening komt.



Figuur 3- 17: Voorbeeld van twee in kruisvorm aan elkaar bevestigde stuc-hoekbeschermers die verticaal in een straatkolk werd geplaatst

Uitklimmat

Een uitklimmat bestaat uit een driedimensionale kunststof met een zeer open structuur op een geotextiel drager en kan verticaal aangebracht worden in een straatkolk. Ook een wand met ingebouwd reliëf kan dienst doen.

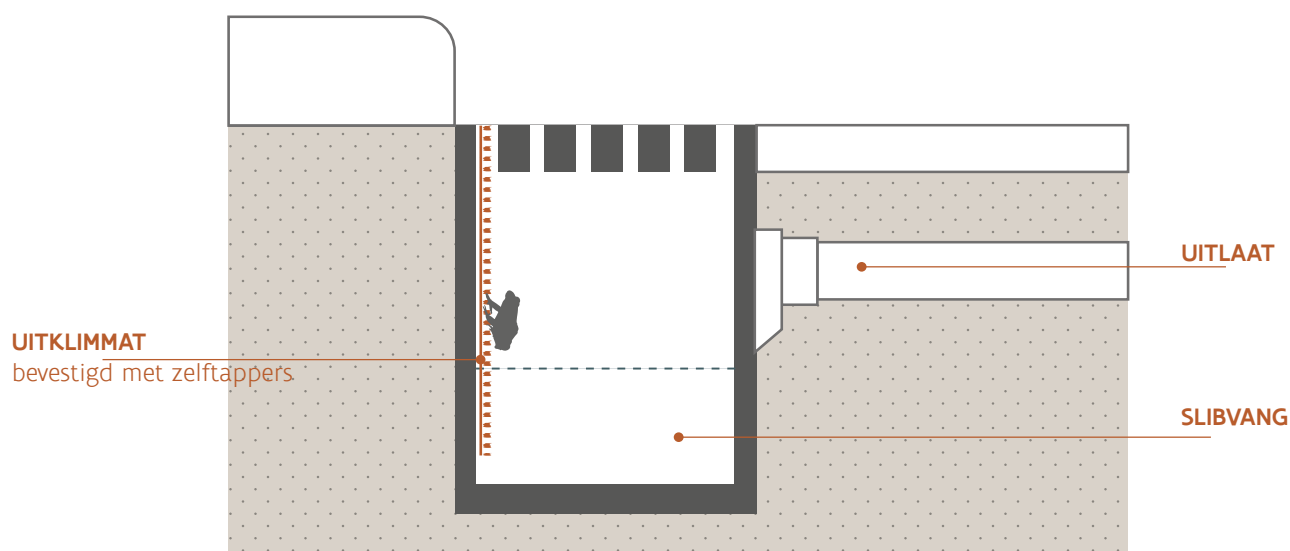
Het materiaal van de uitklimmat biedt een goede houvast voor omhoog klimmende dieren en het ruimtebeslag in de kolk is bovendien bijna nihil.

Figuur 3-18 toont de positionering van een klimmat in een straatkolk

- Het materiaal kan op maat worden uitgeknipt.
- Aan de onderzijde wordt een verzwaringstrips bevestigd (met behulp van bv. een RVS bout-moer combinatie).
- De kolkrand waarop gelijmd moet worden dient vooraf gereinigd en ontvet te worden.
- De mat wordt op de juiste hoogte vastgemaakt op de kolkwand (uitvoering is afhankelijk van het materiaal van de wand) en bovenaan wordt de mat gelijmd tegen het bovendee van de kolk (veelal gietijzer).

Dit type maatregel is vanwege de verticale positionering een meer duurzame oplossing bij machinale kolkreiniging en hoeft niet telkens uitgenomen en teruggeplaatst te worden.

De installatie vraagt wel wat meer tijd per kolk dan de losse maatregelen hierboven beschreven, maar kan daarna wel tijdsparing opleveren.



Figuur 3- 18: Schematische voorstelling van de positionering van een klimmat

Fiche 3–D. Waarschuwingssystemen

Waarschuwingssystemen hebben de bedoeling om aanrijdingen te verminderen zonder dat er door rasters barrières worden gecreëerd. Ze zijn vooral bedoeld om de weggebruikers te waarschuwen voor overstekend wild

Waarschuwingssystemen

Waarschuwingssystemen hebben tot doel om bestuurders erop attent te maken dat ze zich in een zone bevinden waar regelmatig wild de weg oversteeft. De bedoeling is dat de snelheid wordt verminderd en de kans op aanrijdingen zoveel mogelijk wordt voorkomen.



Enkel het bord A27 (SB250, H10-1) met de afbeelding van een overspringende ree heeft een officieel karakter en kan gebruikt worden om bij aanrijdingen te argumenteren dat de bestuurder op de hoogte kon zijn van het risico.

Dikwijls worden ook anderen, niet officiële borden gebruik met de afbeelding van amfibieën, watervogels of andere dieren.

Echter, onderzoek heeft aangetoond dat in de praktijk blijkt dat bestuurders permanente waarschuwingssystemen veelvuldig negeren en hun snelheid niet aanpassen.

Deze borden zouden dan ook enkel mogen geplaatst worden op locaties waar een hoog risico op aanvaring bestaat. Hoe meer wijdverspreid ze zijn, hoe minder mensen er aandacht aan besteden.

De borden enkel plaatsen tijdens kritieke seizoenen kan de aandacht ervoor mogelijk verbeteren. De borden combineren met een snelheidslimiet blijkt ook iets effectiever.

De effectiviteit wordt nog vergroot als borden worden gemarkeerd met knipperende lichten of een knipperend snelheidsbord die alleen branden tijdens perioden van hoog risico.

Wilddetectiesystemen

Het is aangetoond dat wildwaarschuwingssystemen in combinatie met wilddetectie wél effect hebben ([Rutten et al., 2021](#)).

In Vlaanderen werd een dergelijk systeem reeds op 2 plaatsen toegepast: langs de N73 Kamperbaan te Hechtel-Eksel (Leopoldsburg) en langs de N76 Weg naar Opglabbeek te Oudsbergen.

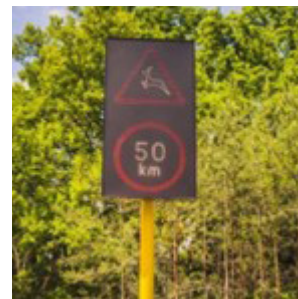
Beide systemen werken met rasters waarin uitsparingen zijn voorzien over een afstand van 30 à 50 meter waarbinnen ofwel een vlakdetectie met PIR sensoren (Passief InfraRood) ofwel een lijndetectie met AIR sensoren (Aktief InfraRood) werd aangebracht. Wanneer een dier een sensor passeert worden er dynamische borden geactiveerd die de weggebruikers aanmanen hun snelheid te verlagen. De borden zijn een combinatie van bord A27 met de overstekende ree en een bord B43 waarbij de snelheid gradueel van 90 over 70 naar 50 km/uur wordt gereduceerd. Normaal zien de borden er donker uit en zijn de lichtpunten alleen zichtbaar als ze geactiveerd zijn.



Figuur 3- 21: PIR sensor voor vlakdetectie



Figuur 3- 22: AIR sensor voor lijndetectie



Figuur 3- 23: Dynamische waarschuwingbord

De variabele borden moeten steeds voldoen aan de toepasselijke wetgeving, in het bijzonder:

- Koninklijk besluit van 1 december 1975 houdende algemeen reglement op de politie van het wegverkeer en van het gebruik van de openbare weg (B.S. 09.12.1975) en alle wijzigingen tot op heden
- Ministerieel besluit van 11 oktober 1976 houdende de minimum afmetingen en de bijzondere plaatsingsvoorwaarden van de verkeerstekens (B.S. 14.10.1976) en alle wijzigingen tot op heden.

Voor elektromechanische installaties zijn de technische voorschriften van het Standaardbestek 270 van toepassing.

Het plaatsen van een wildwaarschuwingssysteem kan een voordeel zijn voor het sensibiliseren van wegbestuurders in bijvoorbeeld beboste of afgelegen gebieden. In bossen waar everzwijnen en reeën leven, kunnen chauffeurs nogal eens verrast worden door plots opduikend wild. Het gaat om soorten die aanzienlijke schade aan voertuigen en zelfs inzittenden kunnen aanrichten. Een bord dat enkel oplicht wanneer er daadwerkelijk wild in de buurt is heeft meer effect dan de vaste waarschuwingborden. Dit systeem is effectief omdat het gebaseerd is op de aanwezigheid van een werkelijk risico en niet van een potentieel risico.

Om de effectiviteit van het systeem nog te vergroten worden best informatiepanelen geplaatst zodat de weggebruikers goed geïnformeerd zijn over de werking van het gecombineerde systeem. Pas als mensen zich realiseren dat er daadwerkelijk dieren in de buurt zijn, reageren zij voldoende op de signalen van een (elektronisch) waarschuwingssysteem.

Wildwaarschuwingssystemen kunnen ongelukken

voorkomen, maar zijn geen echte ontsnipperings-maatregel. De dieren moeten nog steeds een onbeschutte verharde weg oversteken met alle gevaren van dien. De systemen hebben de bedoeling om aanrijdingen te vermijden op plaatsen waar door de landschappelijke omstandigheden geen andere faunamaatregelen kunnen genomen worden. Door de beperktere kost kunnen dergelijke systemen ook meer toegepast worden als alternatief voor de grote dure maatregelen.

Waarschuwingssystemen met verschillende sensoren op een lange rij kunnen toegepast worden zonder raster op wegen met weinig of traag verkeer. Op de drukke Vlaamse gewestwegen wordt echter beter gekozen voor een waarschuwingssysteem in combinatie met een wildkerend en geleidend raster. Voor informatie over rasters zie [Fiche 9 Geleiding langs de weg](#).

Het systeem werkt enkel in open terreinen. Het vereist het verwijderen van alle visuele obstakels (zoals bomen) en is dus niet geschikt op plaatsen met dichte vegetatie. Indien noodzakelijk dan moet het teveel aan vegetatie verwijderd worden.

Het is van essentieel belang dat het systeemtechnisch goed werkt, want bestuurders beschouwen een niet oplichtend bord als het ontbreken van risico. Het is dus belangrijk dat het systeem frequent wordt gecontroleerd en onderhouden. Het systeem kan aangedreven worden door middel van zonne-energie, wat het ook kwetsbaarder maakt voor vandalisme.

Door middel van een gekoppeld registratiesysteem (dataloggings) en het installeren van camera's gekoppeld aan het systeem kan het gebruik van de faunapassage opgevolgd worden.

Fiche 3-E. Afschrikmiddelen

Kunstmatige afschrikmiddelen zijn bedoeld om zoogdieren weg te houden van wegen om zo het aantal aanrijdingen te verminderen. Ze zijn vooral gericht op reeën en ander grofwild.

Er bestaan verschillende systemen op basis van optische (reflectoren/wildspiegels), akoestische of olfactorische apparaten.

Optische maatregelen (wildspiegels)

Uitgebreide ervaring en onderzoek leert echter dat de effectiviteit van **optische maatregelen** doorgaans zeer beperkt is omdat er gewenning optreedt bij de dieren en omdat het onderhoud niet adequaat gebeurt, waardoor de werking uiteindelijk ineffectief blijkt.

- De plaatsing moet oordeelkundig gebeuren zodat de reflecterende lichtbundel effectief terecht komt op ooghoogte van het naderende wild. Vooral waar de weg niet gelijk ligt met de omgeving of in bochten is dit een probleem
- Reflectoren moeten regelmatig gereinigd worden omdat ze door algengroei hun reflecterend vermogen verliezen.
- Paaltjes waartegen de reflectoren bevestigd zijn worden dikwijls aangereden door het verkeer of door beheertoestellen. Ze moeten dan ook regelmatig opnieuw rechtgezet worden.

De kosten voor de inspecties en het onderhoud op zeer regelmatige basis zijn dus in verhouding tot de effectiviteit (gewenning) redelijk hoog. Het wordt dus afgeraden om optische afschrikmiddelen in de toekomst nog veel te gebruiken.

Akoestische afschrikmiddelen

Akoestische afschrikmiddelen hebben weinig effect in Vlaanderen door het alomtegenwoordige geluid van onder meer het verkeer. Onderzoek en ervaring met de werking toont dan ook aan dat deze maatregel ineffectief is mede door het optreden van gewenning na enkele maanden.

Olfactorische middelen

Het gebruik van **olfactorische middelen** is een relatief nieuwe maatregel om ongevallen te voorkomen waarbij vooral reeën betrokken zijn. Het betreft meestal een mengsel van geuren van mensen, wolven en andere gebiedseigen predatoren die in een bol van polyurethaan wordt gespoten en vervolgens worden aangebracht met een onderlinge afstand van 5-8 m op bomen, palen of de vangrails naast de weg. Een tweede parallelle rij dient aangebracht te worden op een afstand van ongeveer 10 m.

Het systeem heeft een hoge onderhoudskost omdat de geurstof manueel moet vervangen worden om de drie tot vier maanden (afhankelijke van het weer). Ook hier kan een conflict optreden met het maaibeheer van berm, waar extra palen in de berm ongewenst zijn. Tevens moet er ruimte zijn voor het plaatsen van een tweede parallelle rij palen.

De geur zou reeën afschrikken en/of alerter maken waardoor ze zich meer bewust worden van naderende auto's. Op korte termijn blijkt de maatregel effectief, maar beperkt onderzoek naar de werking op lange termijn toont aan dat ook bij deze maatregel gewenning optreedt. Daarom kan het systeem enkel ingezet worden in de meest kritieke periode, bijvoorbeeld tijdens de trekperiode. Over de mogelijke impact op niet-doelsoorten is niets bekend.

Figurenlijst

Figuur 3- 1: Stappenplan voor het plaatsen van verlichting	6
Figuur 3- 2: voorbeelden van retro-reflecterende wegmarkering in combinatie met led wegdekreflectoren. In dit voorbeeld stralen deze nog wel actief licht uit in ongecontroleerde richtingen, ook naar boven.	7
Figuur 3- 3: Aangepast armatuur zonder lichtverstrooiing naar boven toe, op een hoogte zodat de boomkruinen niet mee verlicht worden, en enkel gericht de weg verlicht	9
Figuur 3- 4: Het zichtbare kleurenspectrum voor de mens	10
Figuur 3- 5: Schematische voorstelling waarbij een deel van de weg verlicht wordt met verlichting met een aangepast spectrum. De combinatie van aangepast spectrum en naar beneden gerichte lichtbundel vormt een betere oversteekplaats voor vleermuizen ten opzichte van de gangbare verlichte trajecten buiten de zone.	11
Figuur 3- 6: Breed gesloten groenscherm voor geluidsreductie.	12
Figuur 3- 7: Rotswol begroeit met klimop	14
Figuur 3- 8: Geschiktheid planten voor begroeiing van geluidsschermen.	16
Figuur 3- 9: Betonnen en kunststoffen geluidsscherm met beplanting	16
Figuur 3- 10: reflectie van geluid onder boomkruinen	17
Figuur 3- 11: Verschillende combinaties van verticale markeringsstrepen. De kleuren moeten een maximaal contrast met de omgeving verzekeren tijdens de piek waarin vogels zich bewegen. De combinatie van oranje en wit (B1 en B2) geeft de beste resultaten onder verschillende situaties.	18
Figuur 3- 12: Vergelijking werking gronddam versus geluidsscherm	18
Figuur 3- 13: Vleermuizenkelder in gronddam van de A73 in Nederland	19
Figuur 3- 14: Preventieve voorzieningen die helpen voorkomen dat dieren in straatkolken terecht komen	20
Figuur 3- 15: Voorbeeld van een amfibieëntrap	22
Figuur 3- 16: voorbeelden van vogelschroot als uitklimvoorziening (van links naar rechts): loodrecht omhoog, schuin omhoog of in een halve spiraal omhoog.	22
Figuur 3- 17: Voorbeeld van twee in kruisvorm aan elkaar bevestigde stuc-hoekbeschermers die verticaal in een straatkolk werd geplaatst	23
Figuur 3- 18: Schematische voorstelling van de positionering van een klimmat	23
Figuur 3- 19: Verkeersbord A27	24
Figuur 3- 20: Niet officieel verkeersbord voor paddenoversteek	24
Figuur 3- 21: PIR sensor voor vlakdetectie	24
Figuur 3- 22: AIR sensor voor lijndetectie	24
Figuur 3- 23: Dynamische waarschuwingsbord	24





Natuur onder de weg



Fiche 4

Kleine fauna- onderdoorgangen



Foto: [pexels.com/Felix Rottmann](https://pexels.com/Felix_Rottmann)

Inhoudsopgave

Fiche 4. Kleine faunaonderdoorgangen	1
Algemene elementen	5
Fiche 4–A. Kleine ecotunnel	7
Algemene beschrijving en doelsoorten	7
Locatie en geleiding	7
Locatie	7
Geleiding	7
Technisch ontwerp en inrichting	8
Koker of buis?	8
Dimensies, tussenafstand en materiaalkeuze	8
Aanleg	9
De tunneltoegangen	11
Onderhoud en beheer	11
Voorbeelden en werking	12
Fiche 4–B. Ecoduiker	13
Algemene beschrijving en doelsoorten	13
Locatie en geleiding	13
Technisch ontwerp en inrichting	13
Dimensies	14
Nieuwe aanleg	14
Types ecoduikers	14
Aanpassen van een bestaande duiker	15
Onderhoud en beheer	17
Voorbeelden en werking	17
Fiche 4-C. Duikers aangepast voor watergebonden dieren	20
Algemene beschrijving en doelsoorten	20
Locatie	20
Technisch ontwerp en inrichting	20
Dimensies en helling	20
Hydraulisch ontwerp	22
Aanleg van nieuwe duikers	22
Aanpassen van bestaande duikers	22
Onderhoud en beheer	23
Voorbeelden en werking	23
Fiche 4-D. Amfibieëntunnel	24
Algemene beschrijving en doelsoorten	24
Locatie en geleiding	24
Locatiekeuze	24
Geleiding	25
Technisch ontwerp en inrichting	25
Dimensies en tussenafstand	25
Lichtinval en microklimaat	26
Grotere investeringswerken: gesloten tunnels	26
Aanleg in bestaande wegen: open tunnels	27
Maatregelen bij (haaks) toekomstige wegen en perceelstoegangen	28
Onderhoud en beheer	28
Voorbeelden en werking	29

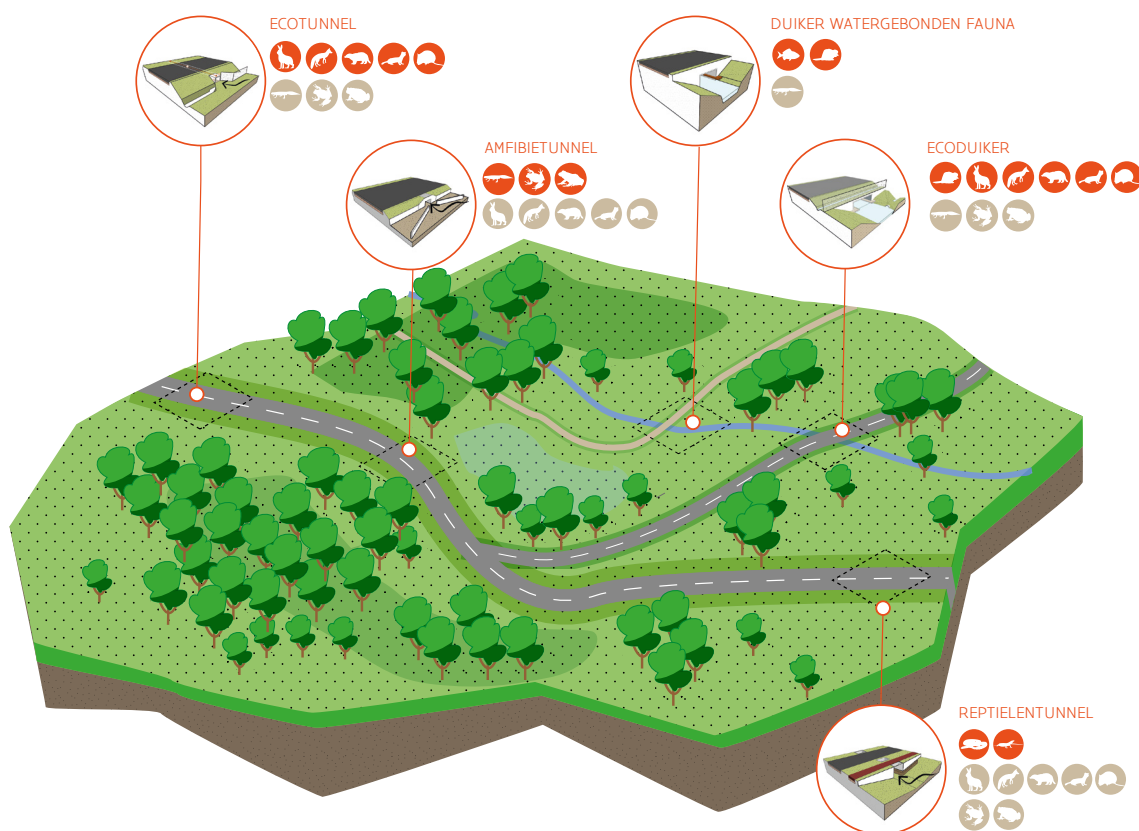
Fiche 4-E. Reptielentunnel	30
Algemene beschrijving en doelsoorten	30
Locatie en geleiding	30
Technisch ontwerp en inrichting	30
Dimensies	30
Ontwerp en inrichting	31
Onderhoud en beheer	31
Voorbeelden en werking	32
Figurenlijst	33

Algemene elementen

Kleine faunaonderdoorgangen zijn voorzieningen die bedoeld zijn voor de veilige passage van kleine dieren onder de weg.

Dieren volgen bij voorkeur lineaire landschapsstructuren (corridors) door een landschap zoals natuurlijke hagen, bomenrijen, bosranden, bospaden en zeker ook natuurlijke waterlopen. Ook andere kleine landschapselementen zoals bosjes, ruigere plekken, waterplassen en een natuurlijke berm bieden stapstenen door een voor de rest open landschap. Het biedt hen een beschutte route of rustplek. De plekken waar deze een weg kruisen of raken zijn bij voorkeur de locaties voor de aanleg van faunapassages.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op diverse maatregelen, geschikt voor verschillende doelgroepen van (relatief) kleine dieren (Figuur 4-1, Figuur 4-2).



Figuur 4- 1: De verschillende soorten kleine fauna-onderdoorgangen ingebed in een fictief landschap

Bij deze maatregelen hoort steeds een geschikt geleidingssysteem.

Dit is afhankelijk van de grootte van de maatregel en van de voornaamste doelsoorten. Bij elk van de maatregelen wordt hier verder op ingegaan. De technische informatie over deze systemen is terug te vinden in de [Fiche 9 Geleiding langs de weg](#).

Kleine faunaonderdoorgangen zijn maatregelen **die kunnen voorzien worden met een beperkt budget en met beperkte inspanningen zodat steeds overwogen kan worden of deze geïntegreerd kunnen worden bij de (her-)aanleg van een weg.**

Dit geldt in het bijzonder voor reeds aanwezige duikers. Dit zijn de prioritaire migratieroutes voor veel kleine landdieren en dus zouden steeds de passagemogelijkheden moeten bekeken worden van alle onderdoorgangen van waterlopen.

Specifieke informatie over de aanwezigheid van fauna kan opgevraagd worden bij de lokale betrokkenen (natuurwachter, natuurvereniging, gemeenten, ea...). Er dienen ook steeds vanaf het begin goede afspraken gemaakt te worden met de terreinbeheerders over de latere opvolging, het onderhoud en beheer van deze maatregelen zodat hun werking steeds gegarandeerd blijft (zie onderdeel "Onderhoud en beheer" bij iedere maatregel).

Fiche	Maatregel	Beschrijving
Fiche 4-A	Kleine ecotunnel	rechthoekige kokers of ronde buizen bedoeld voor de passage van kleine dieren onder de weg
Fiche 4-B	Ecoduiker	onderdoorgang van een waterloop die ook als passage voor kleine landdieren is ingericht
Fiche 4-C	Duikers aangepast voor watergebonden dieren	duikers met een voornamelijk watervoerende functie, aangepast voor goede passeerbaarheid van watergebonden dieren
Fiche 4-D	Amfibieëntunnel	tunnels speciaal ontworpen voor de migratie van amfibieën
Fiche 4-E	Reptielentunnel	tunnels speciaal ontworpen voor de passage van reptielen

Figuur 4- 2: De verschillende maatregelen opgenomen onder Kleine faunaonderdoorgangen

Fiche 4–A. Kleine ecotunnel

Algemene beschrijving en doelsoorten

Kleine ecotunnels zijn rechthoekige kokers of ronde buizen die zijn bedoeld voor de passage van kleine dieren onder een weg. Deze voorzieningen worden ook vaak klein-wildtunnels genoemd. Ze zijn niet alleen nuttig in zones met een hoge diversiteit aan diersoorten maar ook in de tussenliggende verbindende gebieden. De aanleg van ecotunnels vergt slechts kleine inspanningen, maar ze hebben wel een relatief groot ecologisch effect.

Bij elk wegenwerk, zowel groot als klein (onderhoudswerken) moet onderzocht worden of 1 of enkele kleine ecotunnels kunnen uitgevoerd worden tijdens de werken. Het is een kleine inspanning, zowel administratief als financieel, met een redelijke grote impact op migratiemogelijkheden van kleine dieren.

Afhankelijk van de afmetingen kunnen kleine ecotunnels gebruikt worden door diverse diersoorten, maar de voornaamste doelgroep zijn kleine zoogdieren, met doelsoorten zoals konijnen, dassen, marters, vossen, egels, muizen,.... Ook amfibieën kunnen gebruik maken van deze ecotunnels, maar meestal worden hiervoor de typische amfibieëntunnels aangelegd omdat de dieren speciale geleiding en klimatologische eigenschappen nodig hebben (zie [Fiche 4-D Amfibieëntunnel](#)).

Bij snelwegen is het soms mogelijk om deze tunnels in een iets grotere dimensionering uit te voeren (maximum 200cm x 200cm). Voor de grotere tunnels verwijzen we naar [Fiche 5 Grote faunaonderdoorgangen](#).

Locatie en geleiding

Locatie

De effectiviteit van een faunapassage hangt sterk af van de inpassing in het natuurlijke landschap.

De tunnels moeten

- zo goed mogelijk aansluiten op de aanwezige landschapselementen
- bij voorkeur aansluiten op bestaande wildwissels

Op die manier kunnen dieren de ecotunnel het gemakkelijkst vinden. Bij migraties, zullen dieren de passages enkel vinden als ze op hun mogelijke migratieroutes aansluiten. Dat is niet alleen belangrijk binnen een natuurgebied maar ook in de open gebieden tussen natuurgebieden in.

Het bepalen van een ideale locatie gebeurt dan ook het best met een eenvoudige landschapsanalyse. De beste locaties liggen ter hoogte van oevers van waterlopen (zie ook bij [Fiche 4-B Ecoduiker](#)), kleine valleitjes, bomenrijen, natuurlijke hagen, houtkanten, bosranden, poelen, vijvers en op gekende wissels.

De aanleg van kleine ecotunnels is het eenvoudigst op plaatsen waar de weg boven of op maaiveldniveau ligt. De plaatsing onder een weg op maaiveldniveau betekent wel dat er een toegangshelling dient aangelegd te worden en er dus eveneens ruimtebeslag is in de wegberm of buiten de weginfrastructuur.

De aanwezigheid van leidingen en riolen onder het wegdek en in de bermen is dikwijls de limiterende factor om de locatie verder te bepalen.

Geleiding

Bij een kleine ecotunnel hoort steeds een geleidend raster. Dit moet voorzien worden over de volledige zone waar overstekende dieren kunnen verwacht worden. Voor kleine dieren volstaat een laag raster. Als er ook bestaande of

nieuwe grote doorgangen aanwezig zijn binnen de zone dan kan een hoog geleidend raster voorzien worden zodat ook grotere soorten zoals reeën en everzwijnen de weg niet meer kunnen kruisen. Die hogere rasters moeten dan ook aansluiten op de grotere doorgangen. Voorzie geen hoog raster als dit niet nodig is want dan wordt de versnippering verhoogd voor de grotere dieren zoals ree. Voor meer informatie zie [Fiche 9 Geleiding langs de weg](#).

Technisch ontwerp en inrichting

Koker of buis?

Kleine ecotunnels worden uitgevoerd met rechthoekig kokers of ronde buizen.

Rechthoekige kokers verdienen altijd de voorkeur.

Een rechthoekige koker biedt:

- meer nuttige ruimte (loopoppervlak in verhouding tot de hoogte) dan een ronde buis.
- door de rechte wanden vormen ze betere geleiding
- het loopoppervlak is relatief groter
- de geleidende rasters en schermen kunnen er beter op aangesloten worden.

Rechthoekige kokers moeten steeds in open sleuf worden aangelegd (SB 250, H9-12). Ze kunnen onmiddellijk onder de wegkoffer en indien noodzakelijk vanaf de onderfundering worden gebouwd. Bovendien hebben de rechthoekige kokers een grotere openheid (cf. lichtinval) waardoor dieren er gemakkelijker passeren.

Indien er niet in open sleuf kan gewerkt worden dan kan een ronde buis onder een bestaande weg door worden geperst (SB 250, H7-1, H7-2).

- Het is duurder dan de aanleg van een rechthoekige koker in open sleuf.
- Het vraagt de tijdelijke inname van ruimte aan weerszijden van de weg voor uitvoering van de boring (persput en ontvangstput).
- Bovendien moet een ronde buis minstens 1,5 keer de diameter onder de wegkoffer worden aangelegd om opdrukking van het wegdek te voorkomen. Deze uitvoeringswijze is daarom beperkt tot wegen die voldoende hoog liggen ten opzichte van de omgeving.
- De nuttige ruimte binnen een ronde buis is vrij beperkt door de vorm en door het loopvlak dat nog moet aangebracht worden. Er moet dus met een grotere hoogte rekening gehouden worden dan strikt noodzakelijk voor de passage van dieren.

Dimensies, tussenafstand en materiaalkeuze

Inwendige afmetingen

De afmetingen van de ecotunnels

- dienen aangepast te worden aan de doelsoorten
- verschillen bij het gebruik van een buis versus koker.

Het liefst worden ecotunnels voorzien die niet op één enkele doelsoort zijn gericht maar wel werkzaam zijn voor meerdere soorten die specifiek voorkomen in de omgeving.

Echter enkele soorten hebben een voorkeur voor bepaalde afmetingen of vormen. Zo verkiezen dassen ronde buizen met afmetingen (diameter/breedte) van 40 cm tot 50 cm (de zogenaamde dassentunnel).

Een (inwendige) afmeting van 80 cm x 40 cm (B x H) is geschikt voor een grotere variatie aan kleine diersoorten, en wordt daarom als minimumafmeting bepaald indien de das niet als specifieke doelsoort wordt gesteld.

Kleine soorten (konijn, egel) die over het algemeen in kleine ruimtes leven, zullen minder problemen hebben met tunnels. Voor de andere, grotere doelsoorten (vos, marters,...) is het beter om tunnels te voorzien met meer openheid en dus een grotere afmeting/diameter.

Doelsoort	Lengte tunnel	Diameter ronde buis	B x H rechthoekige koker	Tussenafstand
Das	<15m	40 - 50 cm	80 x 40 cm	200 - 300 m
Kleine soorten	<15m	≥ 50 cm	≥ 80 x 40 cm	200 - 300 m
	15 - 30 m	≥ 150 cm	≥ 150 x 100 cm	200 - 400 m
	30 - 70 m	250 cm	200 x 200 cm	300 - 500 m

Figuur 4- 3: Verband tussen doelsoort, lengte tunnel en gewenste afmeting/diameter

Als er meer ruimte onder het wegdek beschikbaar is dan zijn ruimere kokers te verkiezen. Een grotere afmeting/diameter maakt tevens het onderhoud gemakkelijker.

De kritische hoogte van een koker wordt bepaald door de hoogteligging van de weg ten opzichte van de omgeving en door de beschikbare ruimte tussen de nutsleidingen en de wegkoffer. Daarna kan gekozen worden voor de breedste maat die daar standaard op aansluit.

Lengte

De lengte van de ecotunnel moet zo kort mogelijk zijn. Er is geen systematisch onderzoek gedaan naar de verhouding tussen de diameter/breedte van de ecotunnel en de lengte, maar men verwacht dat ook voor kleine ecotunnels geldt dat de inwendige afmeting dient toe te nemen bij een grotere lengte. In Figuur 4-3 worden enkele richtwaardes gegeven.

Bij tunnels met een lengte >70m worden in de middenberm best roosters in het dak ingewerkt, zodat er meer lichtinval is en de tunnel minder lang lijkt (zie ook "voorbeelden van werking" en aandachtspunten bij "Aanleg").

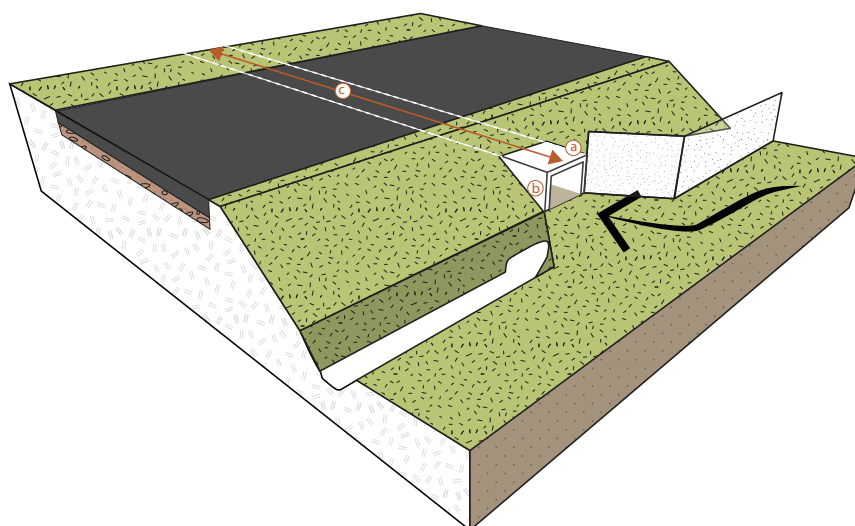
Tussenafstand

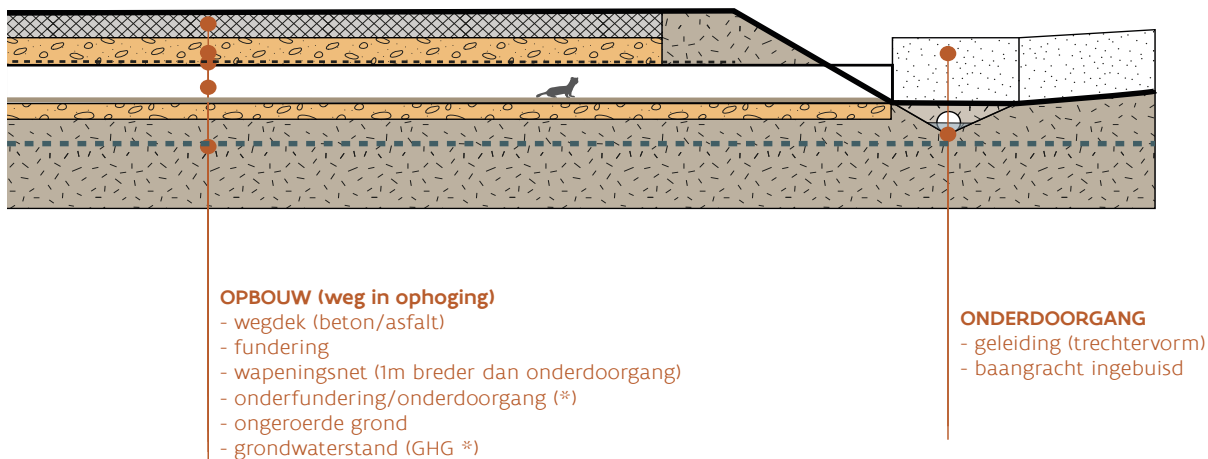
Bij voorkeur zijn meerdere tunnels op een regelmatige afstand van elkaar gelegen omdat dieren niet eindeloos naar een doorgang blijven zoeken. Enkele richtwaardes in functie van de grootte van de tunnel worden gegeven in Figuur 4-3. Meer informatie over tussenafstanden tussen maatregelen kan gevonden worden in het deel "[Planproces](#)".

Materiaal

Wat materiaal betreft is **beton de beste keuze** omdat het grondlaagje dat hierop wordt aangebracht beter blijft liggen (zie "Aanleg"). Kunststof en metaal zijn minder geschikt voor ecotunnels, gezien het gladde materialen zijn die vreemd zijn in een natuurlijke omgeving. Deze materialen worden dan ook meer geschuwd door de dieren (voornamelijk konijnen en sommige roofdieren) waardoor deze worden afgeraden.

Aanleg





Figuur 4- 4: Principe van een kleine ecotunnel, met een dwarsprofiel op de onderste tekening

- Bij aanleg **in open sleuf** wordt boven de tunnel een vlotplaat gelegd om vervorming van het bovenliggend wegdek te vermijden (SB 250, H9-12). Bij aanleg **door middel van doorpersing** of andere technieken is het belangrijk om voldoende afstand te houden van de wegebouw om opdrukking te vermijden (SB 250, H7-2).
- De kokers of buizen worden steeds in **één rechte lijn** en zonder knikken aangelegd.
- De tunnelelementen moeten naadloos en waterdicht op elkaar aansluiten om uitspoelen naar de ondergrond te vermijden.
- Een ecotunnel mag niet permanent onder water staan. Daarom moet voldoende rekening gehouden worden met de **grondwaterstand** en met de aangrenzende grachten en/of waterlopen. De bodem van de ecotunnel moet altijd boven de hoogste grondwaterstanden worden aangelegd.
- De tunnel wordt aangelegd **onder lichte helling** van minimaal 2% om stagnerend water binnen de tunnel te vermijden. De richting van de helling wordt zo gekozen dat instromend regenwater kan weglopen naar de gracht en/of naar de omgeving. Aan de tunnelmond kunnen maatregelen genomen worden om instromend regenwater te vermijden (schuin afzagen of lichte uitkraging bovenaan).
- Een andere optie is een overkapping of een gesloten grindkoffer bij de tunnelingang aanbrengen. Bij een droge omgeving kunnen open grindkoffers in inspectieputten geplaatst worden. Deze kunnen handmatig met behulp van een dompelpomp leeggepompt worden.
- Indien gebruik gemaakt wordt van **een ronde buis**, moet de bodem van de buis eerst met een dun laagje beton (20 à 30 cm) worden aangevuld om een groter loopvlak te krijgen. Het voordeel is dat deze laag niet kan wegschuiven. Bovendien verhoogt dit de stabilisatie van de aarde die er nadien wordt op aangebracht.
- **Op de bodem** van de ecotunnel, ook van de rechthoekige, wordt er **steeds een laagje aarde** (5 – 10 cm) aangebracht omdat dieren een tunnel gemakkelijker gebruiken wanneer er een laagje aarde aanwezig is. Door het zuigend effect van beton is dit laagje grond ook van belang om uitdroging van jonge amfibieën te vermijden.
- Bij de **aanwezigheid van een middenberm** (of tussen weg en fietspad) kan overwogen worden om onderbrekingen in de bovenkant van de koker te voorzien (best niet bij ronde buizen) waardoor de tunnel minder donker is en dus minder lang lijkt. Let wel dat er niets in de tunnel kan terecht komen (maaisel, zwerfvuil) en dat het verkeersveilig blijft door middel van het aanbrengen van een lichtdoorlatend rooster geschikt voor zware lasten (Figuur 4-5).
- Als er zich tussen de opening van de faunaonderdoorgang en de omgeving een dwarsende gracht bevindt, moet steeds een constructie voorzien worden zodat de gracht gemakkelijk overbrugd kan worden. De voorkeur gaat uit naar een koker/buis in de gracht, met grond daarover (Figuur 4-4). Kopmuren zijn daarbij niet nodig. Eventueel kan dit ook een houten of betonnen plaat zijn. Let wel dat het raster of de geleidende wand steeds goed aansluit op de onderdoorgang.

Groep	Belastingsklasse	Gebruik
Groep 1	Ten minste A 15	Gebieden die enkel door voetgangers en fietser kunnen gebruikt worden.
Groep 2	Ten minste B 125	Voetgangersgebieden en vergelijkbare gebieden, parkeerterreinen of parkeerdekken.
Groep 3	Ten minste C 250	Voor kolken, aangebracht in het gebied van trottoirkanalen die, gemeten vanaf de stoeprand, maximaal 0,5 m in de rijbaan en maximaal 0,2 m in het voetgangersgebied steken.
Groep 4	Ten minste D 400	Rijbaan, vluchtstroken en parkeerplaatsen voor alle types wegvoertuigen
Groep 5	Ten minste E 600	Gebieden met hoge wielbelastingen, b.v. dokken, vliegtuigverhardingen.
Groep 6	Ten minste F 900	Gebieden met bijzonder hoge wielbelastingen, bijv. bestrating voor vliegtuigen.

Figuur 4- 5: De belastingsklassen voor roosters gedefinieerd in EN 124-1 ([bureau voor normalisatie](#))

De tunneltoegangen

- Voor de afwerking van de tunneltoegangen worden best kopmuren vermeden om een zo natuurlijk mogelijke omgeving te bewaren. Er kan wel gewerkt worden met stortstenen of schanskorven om het talud rondom te versterken.
- Tunnelingangen moeten naadloos aansluiten op de geleidende rasters of wanden.
- De voorkeur gaat naar een rechte aansluiting van de tunnels naar de omgeving (Figuur 4-4). Indien er voldoende ruimte is kan deze ook gerealiseerd worden door middel van een lichte helling (max. 30%).
- Indien er niet voldoende plaats is kan de toegang, parallel aan de weg voorzien worden. Deze bestaat dan bij voorkeur uit een schuin oplopende helling of een gesloten buis/koker van dezelfde diameter als de ecotunnel en met een maximum helling van 30%. Een inspectieput met lichtdoorlatend deksel moet de overgang maken tussen de ecotunnel en de buis/koker.
- Om dieren de weg te wijzen naar de tunnels kan een zogenaamd 'lokstruweel' voorzien worden rond de tunnelingangen. Ook stronkenwallen of takkenrillen kunnen voor geleiding zorgen naar de ecotunnels. (Zie [Fiche 10 Landschappelijke geleiding](#)).
- Voor de in- en uitgang van de ecotunnel komt ook best een (semi)verharding of een grindkoffer om te veel overgroei van de toegang te voorkomen en uitstromend water op te vangen.
- Er mag geen verstoring voorkomen rond de ecotunnel door gebiedsvreemde obstakels, door kunstlicht (zie [Fiche 3 Weguitrusting](#)) of andere menselijke factoren.
- Op sommige locaties bestaat het risico dat kinderen in de ecotunnel kruipen. Door een rooster in de bovenste helft van de tunnelingang te plaatsen kan dit worden voorkomen. Dit kan echter het gebruik door sommige diersoorten verhinderen, en wordt dan ook enkel geplaatst indien dit soort problemen zich effectief voordoen.

Onderhoud en beheer

De aanleg van ontsnipperende maatregelen is belangrijk, maar als ze daarna niet onderhouden worden dan zullen ze na een tijdje niet meer (goed) functioneren.

- Om de investering maximaal te laten renderen worden van bij de aanleg de nodige afspraken gemaakt voor een regelmatige controle en onderhoud.
- Controle en onderhoud kan uitgevoerd worden door de beheerders van de omliggende terreinen of andere partners. Zorg voor goede werkafspraken. Inspectiedeksel moeten bijvoorbeeld steeds opnieuw gesloten worden.
- Voor elk project wordt daarom best een controlefiche opgemaakt om een vlotte controle en onderhoud te bevorderen.
- De tunnel en het bijhorende geleidingssysteem moet minimaal één keer per jaar geïnspecteerd worden, bij voorkeur tijdens de winterperiode. Beter nog wordt er in de loop van de zomer een tweede keer geïnspecteerd.

- Mogelijke problemen zijn zwerfvuil, opstapelend sediment/bladval, stagnerend water en vandalisme. Deze kunnen de tunnel ontoegankelijk of niet meer vlot doorloopbaar maken voor fauna.
- Ook de vegetatie rondom de tunnelingenangen moet goed onderhouden worden. De ingang van de tunnel moet open blijven terwijl er toch nog voldoende dekking rondom de toegang aanwezig blijft.

Voorbeelden en werking



Figuur 4- 6: Twee voorbeelden van ecotunnels in het Zoniënwoud. Op de linkse foto is er onvoldoende aansluiting van een geleiding naar de tunnel, waardoor de ingang moeilijk te vinden is. Op de rechtse foto sluit het raster mooi aan op tunnel, maar is er geen trechterende vorm naar de tunnel, waardoor ook deze moeilijk zal gevonden worden. (bron foto's: <https://www.sonianforest.be/>)



Figuur 4- 7: Voorbeeld van een ecotunnel waar het raster mooi aansluit en er een natuurlijke geleiding is naar de tunnel. Regelmatig onderhoud moet er voor zorgen dat de vegetatie niet te hoog oploopt.

Figuur 4- 8: Voorbeeld van een ecotunnel met een lichtrooster aangebracht tussen rijweg en fietspad



Figuur 4- 9: Voorbeeld van een grotere en lange tunnel onder een weg met 2x2 rijbanen. Omdat de lengte groter dan 70m is, werden in de middenberm roosters in het dak ingewerkt om licht in de tunnel te krijgen, en de lengte visueel in te korten. Het geleidingsraster trechtert mooi naar de tunnel. (Bron: <https://www.scherrenberg.com>)

Fiche 4–B. Ecoduiker

Algemene beschrijving en doelsoorten

Een ecoduiker is een onderdoorgang van een waterloop die ook als faunapassage voor landdieren ingericht is. Naast de “watervoerende” functie wordt er dus ook een “droge” faunapassage voorzien door middel van (artificiële) oeververbindingen/looprichels.

Er is aangetoond dat ecoduikers gebruikt worden door diverse kleinere tot middelgrote zoogdieren (vb. otters, marters, vos, ...).

Locatie en geleiding

Gezien waterlopen een belangrijke verbindende functie hebben in het landschap (groen-blauw netwerk) heeft de aanwezigheid van ecoduikers een zeer positieve invloed op ontsnippering voor de meeste kleine tot middelgrote diersoorten in het buitengebied.

Bij onderhoudswerken (overlaging,...) of kleinere investeringswerken (aanleg fietspaden,...) kan het omvormen van bestaande duikers naar ecoduikers altijd worden opgenomen. Het is een vrij eenvoudige en kostenefficiënte maatregel die kan uitgevoerd worden bij zowat alle wegenwerken.

Het voordeel van de ecoduiker met doorlopende oever of een looprichel is dat de feitelijke ruimte van de onderdoorgang groter is. Dit zorgt voor een groter ruimtegevoel dan enkel de breedte van de oever of de looprichel of dan een passage via een droge kleine ecotunnel. Ook het klimaat in de tunnel wordt er positief beïnvloed door de nabijheid van het water.

De geleiding naar een ecoduiker kan via een laag raster omdat de duiker ook enkel voorzien is voor kleinere soorten (zie [Fiche 9 Geleiding langs de weg](#)). Vermits de dieren de waterloop volgen volstaat een korter raster van minstens 10 m aan beide oevers aan de in- en uitgang van de ecoduiker (= 4 x 10 m). Doch, voor specifieke doelsoorten (bv. otters) kan een langere geleiding van bijvoorbeeld 75 m worden aanbevolen, maar dit is vaak langs relatief brede waterlopen en een vrij open omgeving. De lengte van de geleiding wordt dus eerder maatwerk, te bepalen per locatie, en mede afhankelijk van de eigenschappen van de waterloop, van de omgeving en de doelsoorten.

Technisch ontwerp en inrichting

De loopstroken in een ecoduiker moeten geplaatst worden boven het gemiddelde waterpeil van de waterloop. Het is geen probleem dat de loopstroken af en toe volledig onder water komen te staan omdat de periodes met hoge waterstanden (oktober, november, december) buiten de drukste migratieperiodes van dieren (maart tot september) vallen.

Een belangrijk aandachtspunt is de (naadloze) aansluiting op de oevers buiten de duiker

Dieren moeten vanuit de omgeving de looprichels binnen de duiker kunnen bereiken. Dit kan uitgevoerd worden door de natuurlijke oever te verlengen, door het loopvlak te verlengen tot de oevers buiten de duiker of door de aanleg van schanskorven. Als de looprichel in de duiker hoger wordt geplaatst dan de oever, kan een ramp worden aangebracht met een hellingsgraad van 30 graden (maximaal 45 graden).

Een ander aandachtspunt is om na te gaan dat de richel geen obstructie veroorzaakt voor de watervoerende laag. Te laag plaatsen van een looprichel kan er vb. voor zorgen dat er vuil achter blijft hangen.

Dimensies

De minimale ruimte die noodzakelijk is voor de faunapassage in de duiker (inrichting van een looprichel of doorlopende oever) is **50 cm breedte met daarboven 50 cm vrije ruimte**. In uitzonderlijke gevallen kan die kleiner zijn (minimaal 30 x 30) wat wel gevolgen heeft voor de functionaliteit voor bepaalde soorten.

Nieuwe aanleg

Bij alle grotere investeringswerken moet de aanleg van een ecoduiker voor de doorgang van waterlopen categorie 2 standaard in de plannen worden opgenomen. Enkel als er om (water-) technische redenen beter een gewone duiker aangelegd wordt, kan daarvan afgeweken worden.

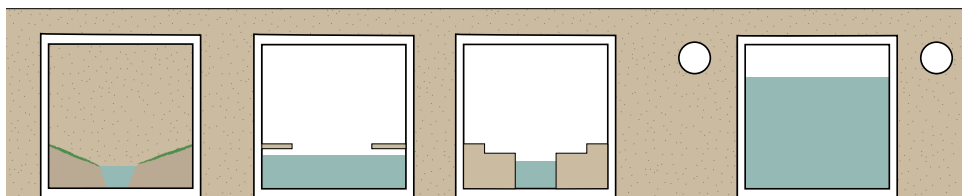
Voor de onderdoorgangen van grotere waterlopen categorie 1 en bevaarbare waterlopen wordt verwezen naar [Fiche 5 Grote faunaonderdoorgangen](#).

Doorgangen kunnen ook gerealiseerd worden aan waterlopen categorie 3, maar deze zijn meestal landschappelijk/ecologisch minder interessant.

Wanneer een nieuwe duiker geplaatst wordt, kan best voor **een rechthoekige vorm** gekozen worden. Hierin is naast ruimte voor een vlotte doorstroming van het water extra ruimte voor een droge oeververbinding voor landdieren.

Types ecodukers

Er bestaan verschillende manieren om een duiker functioneel op te waarderen tot een ecoduiker of de ecologische functionaliteit te integreren in een nieuwe ecoduiker. De verschillende types worden schematisch weergegeven in Figuur 4-10. De randvoorwaarden om te beslissen welk type best past bij welke situatie worden hieronder verder toegelicht.



Figuur 4- 10: Principe van verschillende types ecodukers. A. Ecoduiker met natuurlijke oevers; B. Ecoduiker met looprichel; C. Ecoduiker met volle oeververbinding; D. Ecoduiker met parallelle looprichels

Ecoduiker met natuurlijk doorlopende oevers

Dit type verdient de voorkeur omdat het de meest natuurlijke passagemogelijkheid biedt voor de dieren. Dit type ecoduiker kan aangelegd worden door ruimte te voorzien voor de oeverbreedte van de waterloop zelf. De bestaande oever kan dan ongestoord doorlopen onder de weg door. Dit type zal meer voorkomen bij grotere ecodukers (zie [Fiche 5 Grote faunaonderdoorgangen](#) voor ontwerp en voorbeelden) maar kan ook mogelijk zijn bij kleinere doorgangen. De constructie bestaat ook eerder uit brughoofden met een brugdek dan uit een koker.

Ecoduiker met volle oeververbinding

Net als de ecoduiker met doorlopende natuurlijke oevers biedt dit type een vlotte doorstroming tijdens droge perioden (met lage debieten) en overcapaciteit in natte perioden (met hogere debieten). In sommige gevallen is het echter gewenst dat de duiker in natte perioden de functie van een knijpconstructie vervult. De keuze van de uitvoering dient dan ook steeds in overleg te gebeuren met de waterbeheerder.

De oeververbinding kan uitgevoerd worden achter houten of betonnen verticale planken waarachter grond of stortstenen gestort wordt. Ze kan ook uitgevoerd worden door middel van schanskorven die bovenaan voorzien worden van een laagje grond.

Ecoduiker met looprichels

Kokers kunnen ook uitgerust worden met een zwevende looprichel. Het voordeel hiervan is dat het debiet van de waterloop behouden blijft, mits de koker dezelfde breedte heeft als de waterloop buiten de duiker.

Deze duikers worden ook als dusdanig prefab op de markt aangeboden.

- Bij de meeste fabrikanten is het mogelijk om in de wanden van duikers een aantal hechtpunten op de gewenste hoogte te laten voorzien om een looprichel aan te brengen
- Ook bestaan er prefab betonnen constructies of wordt de richel in beton gegoten. Hierbij is het terug belangrijk dat er een boordje voorzien wordt langsheen het loopvlak zodat het loopvlak zelf kan bedekt worden met enkele cm streekeigen grond/bodem. Het boordje voorkomt dan dat het bodemlaagje te snel wegspoelt (Figuur 4-11).

De looprichels kunnen ook bevestigd worden tegen de wanden van de koker.

- Deze kunnen bestaan uit betonnen of houten planken (FSC-keurmerk, duurzaamheidsklasse 1) met een stroeve bovenkant.



Figuur 4- 11: Voorbeeld van een duiker met betonnen looprichel. Let op het boordje aan de zijde van de looprichels om te voorkomen dat aangebrachte bodem te snel wegspoelt (Bron: Giverbo.nl)

- Het is belangrijk dat deze rechtstreeks in de wanden of tegen de bovenkant van de koker bevestigd worden. Nooit een richel bevestigen door middel van een driehoekige bevestiging onderaan de plank. Dit om obstructie door mee stromend vuil te vermijden. Het is belangrijk om ervoor te zorgen dat de looprichels anti-slip zijn en ook anti-slip blijven (mosvorming, algen, ...). Enkel een stroeve bovenkant zal al snel niet meer functioneel zijn. Een eenvoudige oplossing is het aanbrengen van kippengaas.

Ecoduiker met parallelle ecotunnels

Bij hoge waterstanden in de duiker, ten opzichte van de weg, waardoor er te weinig vrije ruimte boven het waterpeil overblijft voor de passage over een richel, kunnen droge kokers of buizen naast de duiker van de waterloop worden voorzien.

Deze droge parallelle kokers verliezen echter het effect van de onmiddellijke nabijheid van water en van de openheid van de duiker. Ze zijn wel werkzaam voor dieren die de oever volgen en zo de weg willen kruisen.

Een ecoduiker met parallelle tunnels is dus een minder optimale oplossing op plaatsen waar passage belangrijk is, maar waar het technisch niet anders kan.

Voor het technisch ontwerp van een parallelle ecotunnel wordt verwezen naar [Fiche 4-A Kleine ecotunnel](#).

Aanpassen van een bestaande duiker

Soms werden duikers overgedimensioneerd waardoor er regelmatig een oeverstrook of zelfs de hele duiker droog komt te staan. In dat geval kan deze perfect als faunapassage worden gebruikt en moet er weinig tot niets gebeuren.

Als de duiker permanent onder water staat, is er misschien ook een probleem met de doorvoercapaciteit. Dan kan best overwogen worden om een nieuwe duiker aan te leggen die dan ook ingericht kan worden met faunapassage. Dit natuurlijk steeds in overleg met de waterbeheerder.

Bestaande duikers kunnen aangepast worden wanneer deze ruim genoeg zijn. Het gebruik door dieren is afhankelijk van de soort en van de dimensies van de passage. Voor de verschillende types ecoduikers wordt verwezen naar de beschrijving bij "[Types ecoduikers](#)".

Het aanpassen van een bestaande duiker voor passage door dieren die de oevers volgen, is een eenvoudige maatregel die tijdens alle wegenwerken, ook de kleinere, meegenomen kan worden. Het is een maatregel die vlot uitvoerbaar is met een minimum inzet aan administratieve en budgettaire middelen en die bovendien een belangrijke bijdrage levert aan de ontsnippering van de weg.

In duikers kunnen langs de zijkanten droge passages, de zogenaamde looprichels, worden aangebracht door middel van houten planken, betonnen of HDPE platen die worden bevestigd tegen de wand of worden opgehangen aan het plafond (zie Types ecoduikers – ecoduikers met looprichel)

De richel en eventuele loopplank dienen stabiel genoeg te zijn voor dieren om over te lopen. Kopmuren kunnen best zoveel mogelijk vermeden worden, gezien deze landschapsvreemd zijn en dus niet aantrekkelijk zijn voor dieren. De richels moeten aansluiten tot voorbij eventuele kopmuren.

Het is belangrijk dat het materiaal anti-slip is en ook zo blijft, zodat de dieren grip hebben op de ondergrond. Indien het oppervlak van een looprichel te glad is, kan een kippengaas als antislip worden aangebracht.

Een duiker kleiner dan 2 m kan al aangepast worden voor das, otter en andere kleine en middelgrote zoogdieren. Voor de passage van grotere dieren zoals ree zullen de passages groter moeten (Zie hiervoor [Fiche 5 Grote faunaonderdoorgangen](#)).

Bestaande betonnen duikers

In betonnen duikers kan een losse (houten) plank met antislip aangebracht worden tegen de zijkanten. Hierop kan je meestal aflezen wat de gemiddelde waterstand omdat in droge periodes de waterlijn afgetekend staat op de wanden. De looprichel wordt best daar net boven aangebracht. Let wel dat er nog voldoende ruimte is tussen de richel en de bovenkant van de duiker (zie "[Dimensies](#)").

Indien de duiker groot genoeg is en er weinig debiet zit op de waterloop kunnen ook schanskorven worden aangebracht tegen de wanden.

Bestaande bakstenen duikers

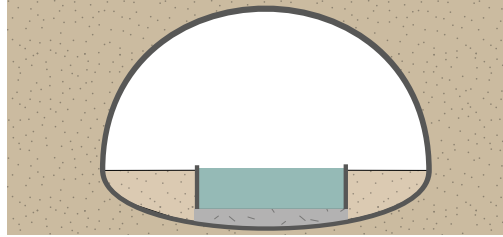
Net zoals in betonnen duikers kunnen ook in bakstenen duikers planken worden aangebracht net boven de gemiddelde waterstand.

Bakstenen duikers hebben een lange levensduur, maar oude bakstenen duikers zijn meestal in (zeer) slechte staat en worden best vervangen door nieuwe betonnen ecoduikers.

Bestaande metalen duikers (type Armco)

In metalen duikers is het niet aangewezen om planken te bevestigen (boren) in de constructie omdat dit de stabiliteit ervan aantast.

- De beste situatie is hier dat er bij lage waterstand oeverzones droogvallen zodat ze als passage kunnen dienen.
- Een optie is om een betonnen U-profiel neer te leggen op de (geëffende) ondergrond en de zijkanten op te vullen met aarde. Dit verkleint wel de dimensies van de waterdoorvoer en moet dus in overleg gebeuren met de waterloopbeheerder (Figuur 4-12)
- Een andere mogelijkheid is om naast de duiker, aansluitend op de oeverstrook, één of twee (beide oevers) droge tunnels te persen (zie "[types ecoduikers](#)").



Figuur 4- 12: Schematische voorstelling van een betonnen U-profiel in een metalen duiker

Onderhoud en beheer

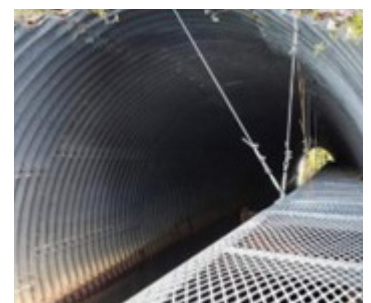
De aanleg van ontsnipperende maatregelen is belangrijk maar als ze daarna niet onderhouden worden dan zullen ze na een tijdje niet meer (goed) functioneren.

- Om de investering maximaal te laten renderen worden van bij de aanleg de nodige afspraken gemaakt voor een regelmatige controle en onderhoud.
- Voor elk project wordt daarom best een controlefiche opgemaakt om een vlotte controle en onderhoud te bevorderen.
- Bouwtechnische herstellingen worden uitgevoerd door de wegbeheerder.
- De duiker en geleidende rasters moeten geregeld geïnspecteerd worden. De beste periode hiervoor is net voor de voornaamste passages of migraties verwacht worden. Bijkomende inspecties dienen uitgevoerd te worden na perioden met hevige wind en/of regenval. Dit kan immers zorgen voor een blokkade, waardoor de droge passage onder water blijft staan.
- Verwijder alle materiaal dat de hydraulische capaciteit hypothekeert.
- Een richel of loopplank moeten toegankelijk en passeerbaar blijven. Indien er obstakels op liggen, dienen deze verwijderd te worden.
- Aansluiting op de oever moet naadloos zijn. Indien nodig moeten niveaunderschillen weggewerkt worden.
- Indien op het oppervlak van de richel of loopplank een antislip laag werd aangebracht dient deze hersteld te worden wanneer zijn functie niet meer kan vervullen.
- Rottende planken moeten vervangen worden. Deze kunnen vervangen worden door nieuwe houten planken of betonnen planken/platen om langer mee te gaan.
- Eventuele geleiding moet degelijk aansluiten aan de ingang van de duiker. Indien nodig moet deze worden hersteld.
- Indien blijkt dat de aanwezige faunapassage te lang en te vaak veel water komt te staan bij overstromingen, moet de passage herzien worden.

Voorbeelden en werking



Figuur 4- 13: Houten looprichel loopt ver genoeg door en sluit op de oever aan. Deze is echter hoog boven het wateroppervlak geplaatst waardoor dieren mogelijk de ingang niet zullen vinden.



Figuur 4- 14: Looprichels in metalen duikers. De aansluiting op de oever bij het linkse voorbeeld heeft een vrij steile ramp. Het loopvlak op het rechtse voorbeeld is geperforeerd waardoor niet alle soorten er gebruik van zullen maken. Het loopvlak bevindt zich bovendien zeer hoog boven de waterlijn.



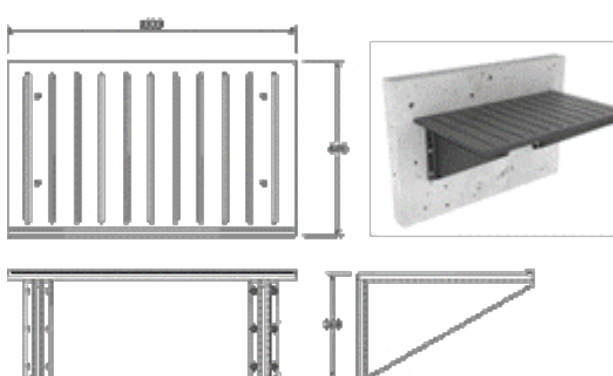
Figuur 4- 15: Duiker met prefab looprichel die helemaal niet aansluit op de oevers, waardoor passage onmogelijk is.



Figuur 4- 16: Ecoduiker waarbij rechts de oever niet mooi aansluit op de richel in de tunnel



Figuur 4- 17: Doorlopende oever aan een zijde met een loopplank als verbinding over de dwarsende gracht. Een aansluiting op beide oevers werd voorzien. Een antislip laag lijkt te ontbreken op de loopplank.



Figuur 4- 18: Voorbeelden van HDPE prefab-elementen voor looprichels.



Figuur 4- 19: Duiker met een looprichel en schuine aanloopplank. De hoek met de aansluiting op de oever is aan vervanging toe.



Figuur 4- 20: Een dubbele duiker waar één koker dienst doet als watervoerende duiker en de andere als faunapassage.



Figuur 4- 21: Voorbeelden van parallelle buizen langsheen een watervoerende duiker.



Figuur 4- 22: Voorbeeld van een parallelle ecotunnel. De ruime diameter daarvan maakt dat passerbaarheid veel groter zal zijn dan het voorbeeld van de buizen hierboven.



Figuur 4- 23: Voorbeeld van een ecoduiker met doorlopende oevers (Zwalm N454)

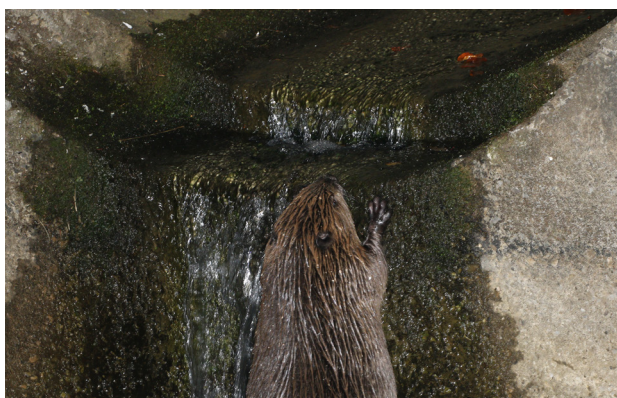
Fiche 4-C. Duikers aangepast voor watergebonden dieren

Algemene beschrijving en doelsoorten

Grote of kleine waterlopen, kanalen, beken, sloten en grachten vormen de basisstructuur van onze natuurlijke omgeving.

Daar waar het water onder de weg doorgaat, betekenen bruggen of duikers dikwijls een knelpunt voor de vrije doorgang van water en het daaraan verbonden natuurlijke milieu. Dit zijn dan ook optimale ontsnipperingslocaties voor watergebonden dieren (vissen, zoogdieren zoals bevers, en andere aquatische organismen zoals libellenlarven en andere waterinsecten). Vissen moeten zowel stroomop- als stroomafwaarts door de duiker kunnen passeren. Ook bevers moeten over een vrij doorstromende waterloop beschikken voor ze deze gaan gebruiken (Figuur 4-24).

De voornaamste functie van de duikers is de watervoerende functie. Bij de aanleg van duikers moet rekening gehouden worden met de passeerbaarheid, niet alleen van het water maar ook voor de watergebonden dieren. Bij bestaande duikers kan met enkele kleine aanpassingen en met een beperkte kost in veel gevallen de passage voor watergebonden dieren verbeterd worden.



Figuur 4- 24: Foto van een duiker waar zelfs een bever problemen heeft om te passeren (bron: Antea Group)

Locatie

De belangrijkste inspanningen om duikers passeerbaar te maken voor watergebonden soorten moeten geleverd worden aan **natuurlijke waterlopen (categorie 2 of 3)**. Het nemen van maatregelen aan onderdoorgangen van grotere waterlopen (categorie 1 of bevaarbare waterlopen) wordt besproken in [Fiche 5 Grote faunaonderdoorgangen](#). Smalle sloten of lokale grachten (bv. weggracht) herbergen dikwijls geen of minder migrerende soorten waardoor inspanningen ter hoogte van de eraan verbonden duikers minder primeert.

De verbindende capaciteit voor de migratie van soorten is beperkt als een duiker te smal en te lang is, of waar deze onder een te grote helling ligt. De hoogteligging van het waterpeil ten opzichte van de ruimte onder een brede weg is bepalend om een voldoende grote duiker te kunnen aanleggen.

Technisch ontwerp en inrichting

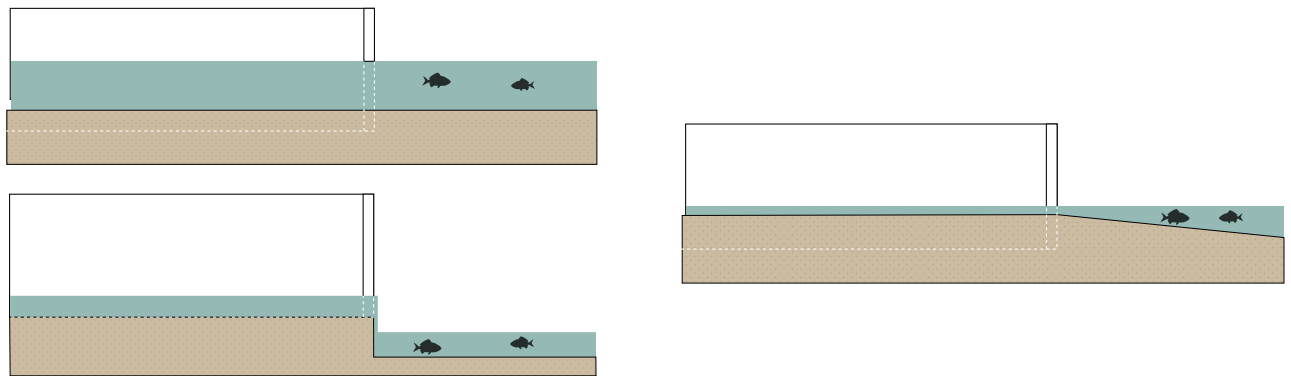
Dimensies en helling

Het beste ontwerp van een ecoduiker voor watergebonden dieren is er één waar de natuurlijke stroom van de waterloop zich ongestoord in de duiker verderzet. In het ideale geval kan afval (takken en bladmateriaal) ongehinderd mee door de duiker stromen, zodat deze niet geblokkeerd raakt en onderhoud tot een minimum wordt beperkt.

De **afmetingen** van de duiker worden vooral bepaald door de locatie en het debiet van de waterloop. De breedte is best zo breed als de waterloop zodat er geen opstuwingen en hoge stroomsnelheden worden veroorzaakt (zie hydraulisch ontwerp). Stroomopwaarts kunnen immers de oevers aangetast worden door opstuwing en de daaruit volgende wervelingen.

Idealiter is de duiker zelfs iets breder dan de waterloop zodat deze gecombineerd kan worden met een doorlopende oever voor landgebonden fauna (zie [Fiche 4-B Ecoduiker](#)).

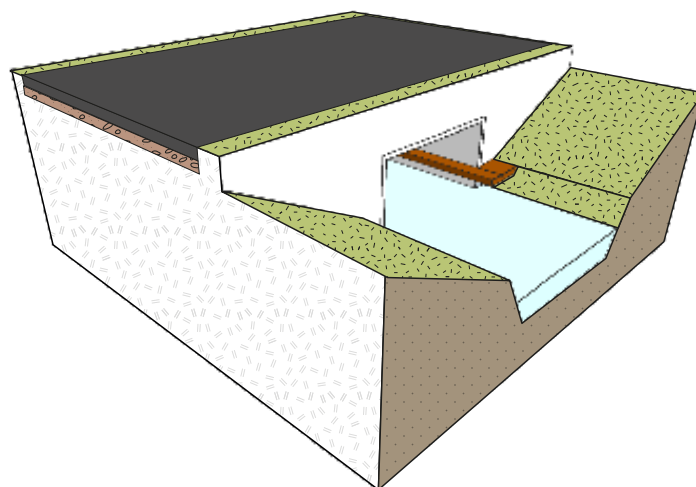
De duiker wordt **diep genoeg ingebed in de bodem en volgt de natuurlijke helling van de waterloop**. De bodem van de duiker (binnenzijde van de betonnen/stalen elementen) moet 15 tot 20 cm onder de bodem van de waterloop zitten (Figuur 4-25). Dit heeft tot gevolg dat de waterbodem in de duiker doorloopt (geen watervalletje bij de uitgang), de stroomsnelheid beperkt blijft en dat er geen onoverbrugbare hoogteverschillen binnen de duiker voorkomen. De bodem van de duiker zelf zal vanzelf aangevuld worden met natuurlijk sediment. Bij lage debieten moet er voldoende waterpeil (minimum 20-25 cm boven de bodem) aanwezig zijn (Figuur 4-25) en bij hoge debieten moet de stroomsnelheid laag genoeg zijn om vismigratie mogelijk te maken (zie hydraulisch ontwerp).

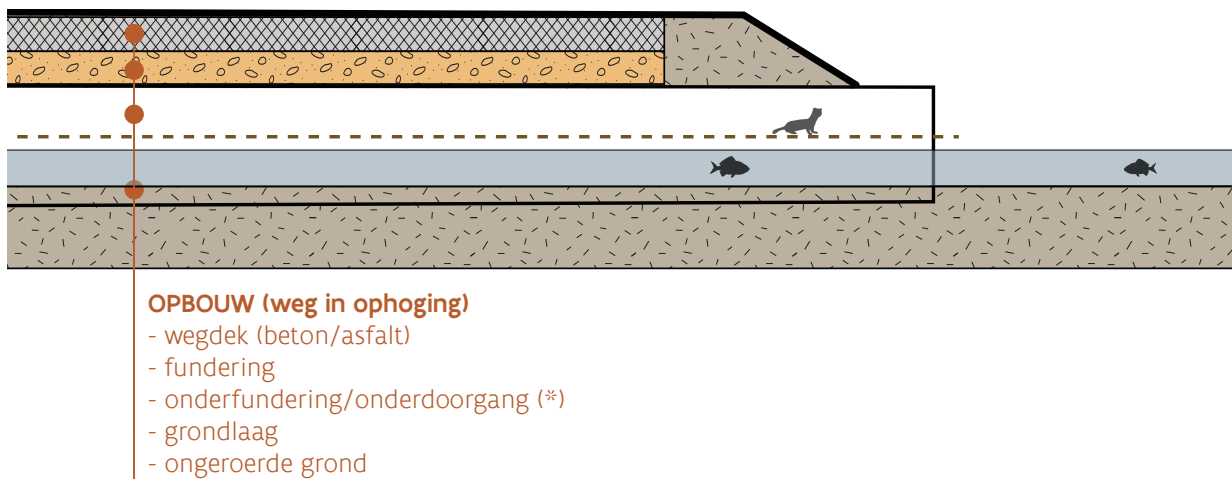


Figuur 4- 25: Dwarsdoorsnede van een ecoduiker aangepast voor watergebonden dieren. A. correcte plaatsing waarbij zowel de bodem als de waterloop zelf doorlopen in de duiker. B. en C. geven situaties aan die moeten vermeden worden aangezien de passeerbaarheid in het gedrang komt.

De **hellingsgraad** van de duiker is kleiner of gelijk aan de gemiddelde helling van het traject van de waterloop stroomopwaarts en stroomafwaarts. Om te steile hellingen op te vangen en lagere stroomsnelheden te verkrijgen kan de duiker in tegenhelling worden aangelegd. Een nadeel is wel dat, doordat stroomopwaarts meer substraat wordt voorzien, een deel van de beschikbare sectie verloren gaat voor de afvoer van het debiet.

Ook boven het water moet ruimte vrij blijven voor de nodige lichtinval in de koker. Om op eenvoudige manier onderhoud te kunnen uitvoeren is een hoogte van minimum 150 cm wenselijk. Deze hoogte moet eveneens volstaan om voor voldoende lichtinval te zorgen.





Figuur 4- 26: Principe van de werking van een ecoduker aangepast voor watergebonden dieren.

Hydraulisch ontwerp

Het hydraulisch ontwerp is gebaseerd op de **maximum stroomsnelheid** die voor de doelsoorten passeerbaar is.

Het bepalen van de maximale toegelaten stroomsnelheid is gebaseerd op de stroomsnelheid die verwacht wordt tijdens de voornaamste migratieperioden van de doelsoorten. De meest veeleisende doelsoort die wordt verwacht (of beoogd) in de waterloop moet de duiker kunnen passeren, en vormt dus de randvoorwaarde. De maximaal overbrugbare stroomsnelheid tijdens de migratieperiode van deze soort mag dus niet overschreden worden. Voor het onderzoeken van de maximale stroomsnelheden wordt verwezen naar het [handboek vismigratie](#).

De maximale snelheid houdt ook verband met de lengte van de duiker. Hoe langer de duiker hoe lager de maximale snelheid mag zijn. Vissen kunnen immers een korte sprint uitvoeren aan een hogere snelheid dan hun normale zwemsnelheid. Maar de afstand waarover ze dit kunnen is beperkt, en verschilt tussen de soorten.

Al te gladde bodems moeten vermeden worden om ervoor te zorgen dat de stroomsnelheid laag genoeg blijft. Te hoge stroomsnelheden kunnen bovendien zorgen voor het uitspoelen van sediment aan de uitgang, waardoor watervalletjes ontstaan. Een watervalletje van 5 tot 10 cm is voor veel vissoorten al een barrière. Turbulentie veroorzaakt door de structuur zelf of door eventueel opstapelend vuil of sediment, kan eveneens een obstakel vormen voor jonge dieren en kleinere vissoorten.

Indien de stroomsnelheid niet laag genoeg gehouden kan worden, kan er in de duiker met schotten gewerkt worden (zogenaamde vistrap) om de snelheid te reduceren (zie foto bij "Voorbeelden en werking"). Voor de principes wordt verwezen naar het [handboek vismigratie](#). Het nadeel van dergelijke schotten is wel dat ze de neiging hebben om "afval" te verzamelen en daardoor een blokkade kunnen vormen.

Aanleg van nieuwe duikers

Bij de (her-)aanleg van (nieuwe) wegen moet steeds aandacht besteed worden aan de correcte uitvoering van de waterdoorgangen van de dwarsende waterlopen en watergangen. Best worden deze aangelegd als ecodukers zodat de migratie van zowel watergebonden als landgebonden dieren verzekerd is.

Net als bij ecodukers is de beste uitvoering van waterdoorgangen één waarbij een doorlopende oever wordt gerealiseerd zodat de natuurlijke stroom, met bedding en oevers ongestoord verder kan lopen.

Aanpassen van bestaande duikers

Eventuele hoogteverschillen aan de uitgangen van bestaande duikers kunnen opgevangen worden door bijvoorbeeld aanvullingen met stortsteen. Zo wordt uitspoeling van het stroombed vermeden. Het aanbrengen van een "riffle" (losse stenen) stroomafwaarts van een duiker, kan er voor zorgen dat er een lichte opstuwung wordt veroorzaakt en kleine watervalletjes worden opgelost.

Aanpassingen zoals het plaatsen van schotten of het creëren van riffles moeten steeds met de waterbeherende instanties besproken worden, en mogen nooit de watervoerende capaciteit verhinderen.

Echter, vaak zullen de randvoorwaarden voor een goed functionerende duiker (zie Dimensies en Hydraulisch ontwerp) ertoe leiden dat het vervangen van de duiker door een aangepaste of correct geplaatste duiker de enige oplossing is.

De mogelijkheden voor het aanpassen van bestaande duikers voor aquatische organismen wordt bij elk wegwerk onderzocht. Het verbeteren van zelfs kleine niet te lange, bestaande duikers is een zeer waardevolle stap voor het mogelijk maken van passage door watergebonden dieren.

Onderhoud en beheer

- Bouwtechnische herstellingen worden uitgevoerd door de wegbeheerder. Watertechnische herstellingen of ingrepen aan de waterloop zelf worden opgenomen door de waterbeheerder.
- De aanwezigheid van watervalletjes aan de uitgang dient minimaal eenmaal per jaar gecontroleerd te worden, zodat deze vermeden of aangepast kunnen worden. Bijkomende inspecties dienen uitgevoerd te worden na perioden met hevige wind en/of regenval.
- Het voornaamste onderhoud komt neer op het verwijderen van materiaal dat zorgt voor een blokkade. Dit kan gaan over een te grote aanslibbing met sediment of bladmateriaal en takken. Voornamelijk na een periode met zeer hoge waterstanden is het noodzakelijk deze controle uit te voeren.
- Wanneer panelen/schotten worden geplaatst in de duiker, moeten deze regelmatig gecontroleerd worden om te zien of deze beschadigd zijn. Beschadigde panelen/schotten moeten vervangen worden.

Voorbeelden en werking



Figuur 4- 27: Voorbeeld van een duiker met daarin een vistrap (zie ontwerp en inrichting).



Figuur 4- 28: Duiker waar de natuurlijke stroom van de waterloop eveneens in de duiker voorkomt.



Figuur 4- 29: Voorbeeld van een recent aangelegde duiker waarin de natuurlijke stroom van de waterloop en de oevers doorlopen. Voor de tunnel is er door de werken een riffle ontstaan die mogelijk een te hoge stroomsnelheid heeft om passeerbaar te zijn voor sommige vissoorten.

Fiche 4-D. Amfibieëntunnel

Algemene beschrijving en doelsoorten

Amfibieëntunnels zijn tunnels die speciaal ontworpen zijn voor de migratie van amfibieën (kikkers, padden, salamanders). Het zijn elementen met een opening bovenaan zodat de dieren in contact blijven met de open lucht en die daarom aangelegd worden in het wegdek.

De meeste amfibieën verplaatsen zich, afhankelijk van de tijd van het jaar, tussen verschillende leefgebieden. In het voorjaar migreren volwassen dieren van hun winterverblijfplaats (vaak bosjes) naar de voortplantingswateren. In de zomer worden deze plassen door sommige soorten (zowel door volwassen dieren als jonge individuen) ingeruild voor hun zomerleefgebied, vaak op het land. In de herfst zoeken de soorten hun winterleefgebied weer op.

Van soorten als padden en bruine kikker is aangetoond dat ze vaak jaar na jaar terugkeren naar de locatie (plas) waar ze geboren zijn, zelfs wanneer deze plas niet meer bestaat. Andere soorten zullen zich eerder in tijdelijke plassen voortplanten (vb. rugstreeppad).

Dit gedrag in combinatie met de langzame voortbeweging in vergelijking met andere dieren draagt bij aan het hoge aantal verkeersslachtoffers.

Om amfibieën de mogelijkheid te bieden om zich veilig onder de weginfrastructuur te verplaatsen, worden amfibieëntunnels aangelegd. Deze tunnels zijn meestal open bovenaan, maar ook gesloten kokers kunnen werkzaam zijn (zie [Fiche 4-A Kleine ecotunnel](#)).

Tunnels voor amfibieën kunnen eveneens dienst doen voor verschillende kleine zoogdieren (vb. egels, muizen en marterachtigen, Figuur 4-30). In sommige gevallen werd zelfs vastgesteld dat vossen de onderdoorgang gebruikten.



Figuur 4- 30: Voorbeeld van een boomarter (links) en een wezel (rechts) die gebruik maken van een amfibieëntunnel om de Kerkedreef in Brasschaat te passeren (bron: Antea Group).

Locatie en geleiding

Locatiekeuze

Amfibieëntunnels moeten worden aangebracht op migratieroutes tussen de verschillende leefgebieden. Het kan gaan om algemene soorten waarvan veel individuen overreden worden of om zeldzame soorten. De tunnels worden dan geplaatst op de locaties waar op die weg de meeste dieren worden overreden.

Dergelijke amfibieëntunnels worden enkel aangelegd als er concrete aanwijzingen zijn van de aanwezigheid van amfibieën. Bij de aanleg van een nieuwe weg is het niet altijd even eenvoudig om vooraf te bepalen waar de eventueel aanwezige dieren de weg kunnen oversteken. Meestal wordt de locatie bepaald aan de hand van lokale informatie. Zo kunnen met een kleine studieopdracht aan de lokale natuurvereniging de migratieroutes van amfibieën ter plaatse in kaart worden gebracht.

De locatiekeuze wordt ook best opgehangen aan de landschapsstructuur. Vooral de aanwezigheid van plassen, vijvers of andere stilstaande waterlichamen binnen een straal van enkele meters tot enkele honderden meters (afhankelijk van de soort, zie ook de [Leidraad voor Faunavoorzieningen bij infrastructuur, p. 68-69](#)) zijn richtinggevend voor de mogelijke aanwezigheid van amfibieën. Elementen die mogelijk voor de geleiding van amfibieën zorgen, zoals heggen, houtkanten, rietkanten, taluds, holle wegen en bosranden, zijn ook richtinggevend.

Naast het bestuderen van de landschapsstructuur kan eveneens een tijdelijke wand worden opgesteld met vangemmers op regelmatige afstanden. Als de twijfel blijft, moeten voldoende tunnels op regelmatige afstanden in of onder het wegdek worden aangelegd (zie [Dimensies en tussenafstand](#)).

Geleiding

Amfibieën kunnen zich niet oriënteren richting de ingang van een tunnel, waardoor de effectiviteit ervan voor een zeer groot deel afhankelijk is van de structuren die hen geleiden naar de tunnels.

Amfibieëntunnels worden daarom altijd gecombineerd met specifieke tijdelijke (enkel in het voorjaar tijdens de seizoenstrek) of permanente geleidingswanden die amfibieën dwingen ('geleiden') om gebruik te maken van de voorziene onderdoorgang.

Geleidingswanden kunnen eveneens deel uitmaken van een laag ecoraster zodat ze niet alleen de amfibieën geleiden maar ook de kleine zoogdieren. Een zeer goede (naadloze) aansluiting op de tunnel is heel belangrijk. Meer informatie over de positie en het technisch ontwerp van geleidingswanden voor amfibieëntunnels wordt gegeven in de [Fiche 9-B Geleidingswanden](#).

Oudere systemen voor amfibieën in het buitenland bestonden soms uit een systeem met 2 tunnels (eenrichtingsverkeer), waarbij dieren aan één zijde in een val tot in de tunnel geraakten en verplicht werden om de weg over te steken. Bij dergelijk systeem werd aangetoond dat er in verschillende gevallen een grote sterfte bij vooral salamanders en jonge kikkers en padden optrad. Bovendien zijn de eenrichtingssystemen niet gepast voor kleine zoogdieren, waardoor deze toepassing niet gewenst is en we hier dus niet verder op ingaan.

Technisch ontwerp en inrichting

Dimensies en tussenafstand

Het aantal tunnels wordt afgestemd op de breedte van de migratiezone. Bij padden is vastgesteld dat ze enkel over beperkte afstanden geleidingswanden volgen. De afstand tussen de tunnels mag daarom niet te groot zijn. Een ideale afstand is **tussen de 30 tot 60 m**. Wanneer geleidende structuren in een V-structuur kunnen worden aangebracht (zie [Fiche 9-B Geleidingswanden](#)), kan de afstand tot 100 m zijn.

Voor amfibieëntunnels werd, in tegenstelling tot tunnels voor andere soortengroepen, de relatie tussen lengte en doorsnede reeds duidelijk aangetoond. Amfibieën neigen ertoe een tunnel enkel in te kruipen wanneer aan het uiteinde licht is te zien. Ze lopen er dan ook sneller en gericht doorheen. Hoeveel licht in de tunnel valt hangt nauw samen met de lengte en de maatvoering van de tunnel, en of het een open (lichtinval van bovenaf) of gesloten tunnel betreft. De aanbevolen maatvoering voor gesloten amfibieëntunnels wordt getoond in Figuur 4-32. Een kleinere dimensionering van de tunnels is enkel mogelijk wanneer van bovenaf licht in de tunnel valt (zie "[Aanleg in bestaande wegen: open tunnels](#)").

De maatvoering heeft verder vooral te maken met het benodigde microklimaat (temperatuur en vochtigheid lucht en bodem). Omdat amfibieën gevoelig zijn voor uitdroging (voornamelijk de jonge dieren) zijn lange tunnels minder aangewezen.

Lichtinval en microklimaat

Lichtinval en microklimaat (temperatuur en vochtigheid lucht en bodem) zijn belangrijk voor goed werkende amfibieëntunnels.

De vochtigheid moet hoog genoeg zijn, maar vermijd water in de amfibieëntunnels. Dit kan ervoor zorgen dat de grond aan de ingang wegspoelt, waardoor een drempel ontstaat die niet overbrugd kan worden door de dieren. De dieren verplaatsen zich ook steeds over land (en dus niet via water) tijdens de seizoenstrek. Voldoende drainage moet onderlopen van de tunnel voorkomen. Indien water toch moet worden afgevoerd via de tunnel moet er altijd een gedeelte droog blijven.

Alle elementen van afwateringssystemen waarin kleine dieren terecht kunnen komen moeten aangepast worden zodat ze er niet in kunnen vallen, of dat ze er terug uit kunnen klimmen (zie [Fiche 3-C Stoepranden en straatkolken](#)). Daarnaast dient het water uit het afwateringssysteem van de weg (run-off, hemelwaterafvoer,...) gescheiden te worden van de passages voor de dieren. Gezien het water van de weg vervuild is/kan zijn met strooizout, oliën, vetten e.d. is het niet de bedoeling dat dit water terechtkomt in de faunavoorziening, en al zeker niet in poelen in de nabijheid van de infrastructuur.

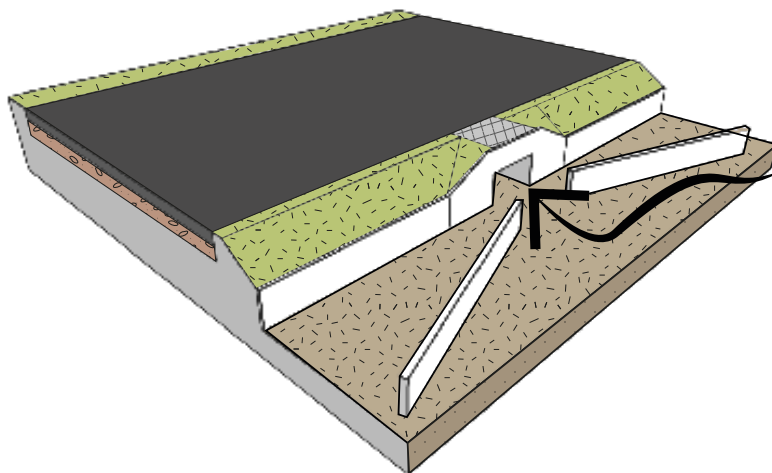
Een betonnen bodem is verder niet aan te raden omdat jonge amfibieën te veel uitdrogen bij passage. De bodem dient dus altijd afgedekt te worden met een laagje aarde.

Indien inspectieputten worden aangelegd is het aan te raden om voorzieningen als lichtdoorlatende putdeksels te gebruiken die zorgen voor extra lichtinval.

Afspelen van akoestische signalen kan de werking verhogen ([zie Testud et al. 2020 \(wetenschappelijke publicatie\)](#))

Grotere investeringswerken: gesloten tunnels

Bij grotere investeringswerken wordt er bij voorkeur gekozen voor een gesloten tunnel onder het wegdek. Gesloten tunnels zijn ook functioneel voor andere kleine diersoorten.



Figuur 4- 31: Principe van een gesloten amfibieëntunnel

Voor de aanleg van gesloten amfibieëntunnels gelden dezelfde ontwerprichtlijnen als voor “kleine ecotunnels” ([Fiche 4-A Kleine ecotunnel](#)). Hierbij geldt ook dat rechthoekige tunnels de voorkeur verdienen om de vernoemde redenen in [Fiche 4-A Kleine ecotunnel](#).

Door de grotere maatvoering kan de aansluiting met het aangrenzende landschap een knelpunt vormen (dieper onder wegdek betekent grotere ingreep naast de weginfrastructuur).

Een belangrijk aandachtspunt is dat grotere afmetingen noodzakelijk zijn wanneer amfibieën tot de doelsoort behoren, omdat de dieren gevoelig zijn voor de nodige lichtinval en het microklimaat (zie Figuur 4-32 voor de aanbevolen maatvoering)

Type constructie	Lengte van de tunnel				
	<20m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	50-60 m
Rechthoekige tunnel					
breedte	1,0 m	1,5 m	1,75 m	2,0 m	2,25 m
hoogte	0,75 m	1,0 m	1,25 m	1,5 m	1,75 m
Buis					
diameter	1,0 m	1,4 m	1,6 m	2,0 m	2,4 m
Prefab half rond					
breedte	1,0 m	1,4 m	1,6 m		
hoogte	0,7 m	0,7 m	1,1 m		

Figuur 4- 32: Een overzicht van de aanbevolen afmetingen voor gesloten amfibieëntunnels

Aanleg in bestaande wegen: open tunnels

Open tunnels worden ingebouwd in een bestaande weg en hebben een kleinere tunnelbreedte (30-50 cm). Om de kans voor gebruik door amfibieën te verhogen, worden ze voorzien van spleetvormige openingen (vb. (polyester)-betonnen prefab elementen) aan de bovenzijde, waar licht door kan binnenvallen.

De mogelijke voordelen van een vochtigere tunnelomgeving en een betere lichtinval in open tunnels staan evenwel tegenover nadelen zoals lawaai en de luchtwerveling door overrijdende voertuigen, en het inspoelen van dooizouten, oliën, rubberresten en ander materiaal. Ze moeten daarom regelmatig worden onderhouden.

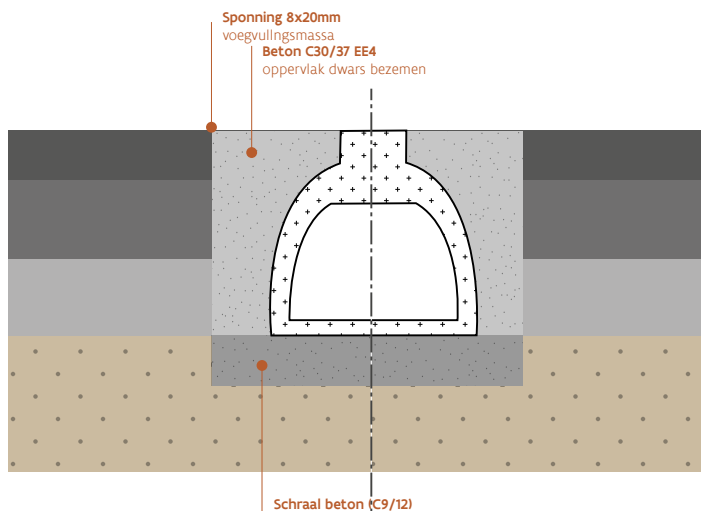
Gezien dergelijke tunnels een ingreep in het wegdek vragen, dient er voldoende aandacht besteed te worden aan de manier van aanleggen, vooral van de fundering (SB 250, H9-12). Dit opdat de tunnelementen niet zouden losgereden worden.

Open tunnels zijn niet bruikbaar langs autosnelwegen en zeer druk bereden wegen met zwaar verkeer. Tunnels met losse metalen roosters zijn enkel geschikt voor kleinere (lokale) wegen met een minimale verkeersdruk.

Voor het inbouwen van een open amfibieëntunnel in een bestaande weg bestaat de principiële oplossing uit het volgende (Figuur 4-33):

- Inzagen van de weg met twee dwarse zaagsneden. De tussenafstand tussen de dwarse sneden is de breedte van het element + 20 cm aan beide zijden van het element.
- Om praktische redenen kan het nodig zijn om trapsgewijs in te zagen/uit te breken om te vermijden dat de (onder)fundering afkalft onder de verharding. De breedte van de sleuf moet onderaan voldoen aan bovengenoemde tussenafstand.
- In de sleuf wordt een fundering van schraalbeton gegoten (i.e. een schraal beton [C9/12](#)), dikte 20 cm, breedte = tussenafstand. Gezien de hoogte van het element komt men normaal gezien minstens in de onderfundering van de weg terecht.
- Na voldoende uitharden van de fundering kunnen de tunnelementen centraal op de fundering geplaatst worden.
- De tunnelementen worden omhuld met stortbeton [C30/37 omgevingsklasse EE4](#).

- Het bovenoppervlak van het beton wordt dwars gebezemd om voldoende textuur en stroefheid te bekomen.
- Na uitharding van het beton wordt in de dwarsvoeg beton-asfalt een sponning gezaagd en gevoegvuld.
- De eisen op oneffenheden bepaald met de rei van 3 m zijn van toepassing.



Figuur 4- 33: dwarsdoorsnede van een amfibieëntunnel

Maatregelen bij (haaks) toekomstende wegen en perceelstoegangen

Als zijwegen of perceelstoegangen (landbouw of woningen) een onderbreking vormen in de geleidende infrastructuur, dienen geleidingstunnels aangebracht te worden in het verlengde en naadloos aan te sluiten op de geleidende structuren (zie ook [Fiche 9-C Geleidingswanden](#)).



Figuur 4- 34: Voorbeeld van een geleidend systeem voor een toekomstende weg.

Onderhoud en beheer

Veel amfibieënpassages werken niet door een gebrek aan onderhoud.

- Een inspectie moet minimaal éénmaal per jaar gebeuren voor de seizoenstrek, die zich meestal rond half januari tot begin februari situeert.
- Geleidingsstructuren moeten regelmatig gecontroleerd worden, zodat aansluiting op en geleiding naar de tunnel naadloos is.
- Obstructies (grond, bladmateriaal, afval) in of voor de tunnel en tegen de geleidingswanden moeten verwijderd worden. Erosie van aarde in tunnels komt op sommige locaties vrij snel. Dit kan zelfs tunnel specifiek zijn. Uitspuiten van de tunnel-infrastructuur is bij te sterke ophoping in tunnel nodig. Dit uitspuiten kan op sommige locaties zelfs een jaarlijks te controleren onderhoudspunt zijn.
- Gaten bovenin de tunnelinfrastructuur dienen ook vrij te blijven om licht door te laten; deze dienen ook gecontroleerd te worden aangezien deze na verloop van tijd soms stevig dicht geraken met aarde of steengruis, al naar gelang de lokale situatie.
- Vegetatie rond de tunnel en langs de geleidingswand moet kort gehouden worden.

Voorbeelden en werking



Figuur 4- 35: Voorbeeld van een tunnel waarvan de aansluiting niet voldoende verzekerd is door wegspoelen van grond.



Figuur 4- 36: Voorbeeld een tunnel uit prefab elementen met openingen in het dak (N437 Kruisem/Lozer). Hierbij zijn duidelijk barsten te zien als gevolg van verzakkingen door inconsistentie van de funderingen in het wegdek.



Figuur 4- 37: Gaten in het dak van de tunnel zorgen voor een lichte onderdoorgang.



Figuur 4- 38: Een tunnel uit prefab-elementen met gaten in het dak, mooi aangesloten aan de geleidende structuren. De geleiding is van dien aard dat dieren die toch op de baan geraakt zijn, kunnen terugkeren.



Figuur 4- 39: Een gesloten tunnel met extra geleidende structuren aan de mond, om een betere trechtering te bekomen.



Figuur 4-40: Gesloten koker met mooi aangesloten geleidingsstructuur, met een stopwand ter hoogte van de tunnelingang.

Fiche 4-E. Reptielentunnel

Algemene beschrijving en doelsoorten

Reptielentunnels zijn een variant van de kleine ecotunnels, met dat verschil dat ze vrij open zijn. Het is belangrijk dat deze doorgangen aangepast zijn voor warmtegevoelige dieren zoals reptielen.

De meeste reptielen zijn weinig mobiel. Ze leggen in een jaar vaak niet meer dan enkele honderden meters af. Tijdens de trek naar andere gebieden kunnen slangen wel afstanden afleggen van 3 tot 5 km, maar hagedissen houden het bij enkele honderden meters. Vanwege hun geringe mobiliteit zijn reptielen erg gevoelig voor versnippering door infrastructuur.

Reptielen zijn koudbloedige dieren die voor hun lichaamswarmte afhankelijk zijn van de omgevingstemperatuur. Spijsvertering en activiteiten zoals paren en foerageren zijn afhankelijk van de (zon)warmte die zij op kunnen nemen. Daardoor gaan de meeste soorten niet door een gesloten buis. De voornaamste uitzondering hierop is de ringslang, waarvan werd aangetoond dat deze zelfs door de kleinere gesloten tunnels kruipt.

De beste optie voor reptielen is om een verbinding over de weg te maken (zie deel "Natuur over de weg"), wat echter niet overal haalbaar is.

Een reptielentunnel bestaat daarom uit een maximaal open en ruime structuur (volledig open tunnel, of afgedekt met een rooster). Daardoor is de tunnel ook bruikbaar voor amfibieën en kleine zoogdieren.

Locatie en geleiding

Reptielen vertonen geen gebundelde migratie (i.e. zeer veel dieren in een heel korte periode), zoals het geval is bij amfibieën. Slangen komen ook in veel kleinere dichtheden voor. Daarom is het belangrijk dat al aandacht wordt besteed aan mogelijke maatregelen bij de vaststelling van slechts enkele overreden dieren.

De beste locatie voor een reptielentunnel is verbonden aan de landschapsstructuur. Elementen die mogelijk voor de geleiding zorgen, zoals randen van zonbeschenen heggen, houtkanten, taluds, holle wegen en bosranden, stroken heiden en valleitjes met (droge) graslanden zijn daarbij richtinggevend.

De geleidende structuur voor reptielen is vergelijkbaar met die voor amfibieën; met dat verschil dat hier hogere geleiding noodzakelijk is. Reptielen kunnen redelijk gemakkelijk tegen ruwe structuren op klimmen. Zelfs voor slangen is dit bijvoorbeeld tegen ruwe beton mogelijk tot een hoogte gelijk aan hun lengte. Reptielen zullen zich bovendien niet alleen op de weg begeven om zich te verplaatsen, maar ook om er te zonnen (op te warmen).

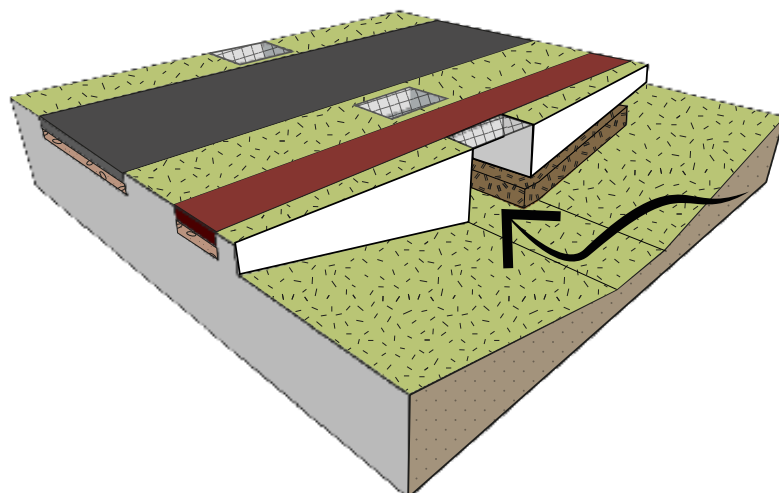
Een degelijke geleidingsstructuur is dan ook uitermate belangrijk om ervoor te zorgen dat de dieren niet de weg op geraken (zie [Fiche 9-B Geleidingswanden](#)). De aansluiting aan de tunnel moet naadloos zijn.

Technisch ontwerp en inrichting

Dimensies

Reptielen kruipen in holletjes en (muizen)gangen onder de grond. Toch lijken ze voor het kruisen van wegen of andere obstakels geheel gesloten tunnels te mijden, mogelijk door het verschil in temperatuur met de omgeving.

- Door het gebruik van een rooster tot vlak tegen de weg en een extra rooster in de middenberm kan de gesloten lengte beperkt worden. Volledig open tunnels zijn uiteraard de beste oplossing, maar meestal niet haalbaar.
- De lengte van een reptielentunnel wordt best beperkt tot 25 m.
- In het optimale geval is een reptielentunnel best zo ruim mogelijk
 - 2 (tot zelfs 3) meter breed x 1 à 2 meter hoog
 - Ruime gesloten onderdoorgangen van B 1,0 m x H 0,6 m bij zeer korte lengtes (van maximaal 5 m) kan voor sommige soorten ook werken.



Figuur 4- 41: Principe van een reptielentunnel. De openingen: afsluiten met een rooster of raster voor de veiligheid.

Ontwerp en inrichting

Gezien reptielen zeer verstoringsgevoelige dieren zijn, die zich vaak schuilhouden of wegvluchten tussen vegetatie is het belangrijk dat hun leefgebied mee wordt doorgetrokken zowel in de directe omgeving, de tunnelingang als in de tunnel zelf.

- De tunnelingang kan aantrekkelijk gemaakt worden door een droge greppel met bladmateriaal en stobben loodrecht op de tunnel te laten aansluiten
- In de tunnel moeten op regelmatige afstand stapstenen met geschikt leefgebied/vegetatietypes/zonneplaatsen ingericht worden.
 - Schuilplaatsen: het aanbrengen van takken (vb. takkenril) of stenen
 - Beschutte zonneplaatsen: dik stamhout in een piramidevorm stapelen. Het ronde stamhout heeft een basislengte van 1 meter en wordt in een verband van vier (basis)- drie (2de laag)- twee (3de laag) en één balk bovenaan (4de laag) hoog gestapeld. Positionering van de piramide moet zo zijn dat ze zowel 's morgens als 's avonds dwars in/op de zonrichting ligt.

De dieren liggen meestal boven op een dergelijke piramide (ter hoogte van de 3de en 4de laag). Daar zijn ze extra beschermt en genieten van extra flankwarmte. Stapels die al enkele jaren liggen en wat rotting kennen, hebben meer succes.

- Voldoende drainage moet aanwezig zijn en onderlopen van de tunnel moet ten alle tijden vermeden worden. Zelfs soorten van vochtigere habitats (zoals ringslang) prefereren een drogere tunnel.

Andere richtlijnen voor de aanleg worden gegeven in [Fiche 4-A Kleine ecotunnel](#).

Onderhoud en beheer

- De geleidingsstructuren verdienen de grootste aandacht. Deze moeten regelmatig gecontroleerd worden, zodat aansluiting aan de tunnel naadloos is.
- Afval en obstructies in of voor de tunnel moeten verwijderd worden.
- Vegetatie rond de tunnel moet kort gehouden worden om een open en warme omgeving te creëren.

Voorbeelden en werking



Figuur 4- 42: De faunatunnel bij Elspeetsche Heide waarvan aangetoond werd dat dit wel degelijk gebruikt wordt door reptielen (waaronder adder). Deze is 3m breed en 1,75m hoog. Schuilgelegenheid wordt voorzien door balken en takken.



Figuur 4- 43: Een adder werd gefotografeerd in reptientunnel, en de grazende schapen maken eveneens gebruik van de passage.



Figuur 4- 44: Recent aangelegde tunnel met open structuur en goede aansluiting aan de geleidingsstructuur. De tunnelingang en tunnel zelf moeten nog ingericht worden en de werking ervan moet nog worden aangetoond.



Figuur 4- 45: Een extreem kleine tunnel in het natuurgebied Easterskar (open structuur afgedekt met rooster) waarvan werd aangetoond dat adder en ringslang deze gebruiken. De lengte is beperkt tot 4 m.

Figurenlijst

Figuur 4- 1: De verschillende soorten kleine fauna-onderdoorgangen ingebed in een fictief landschap	5
Figuur 4- 2: De verschillende maatregelen opgenomen onder Kleine faunaonderdoorgangen	6
Figuur 4- 3: Verband tussen doelsoort, lengte tunnel en gewenste afmeting/diameter	9
Figuur 4- 4: Principe van een kleine ecotunnel, met een dwarsprofiel op de onderste tekening	10
Figuur 4- 5: De belastingsklassen voor roosters gedefinieerd in EN 124-1 (bureau voor normalisatie)	11
Figuur 4- 6: Twee voorbeelden van ecotunnels in het Zoniënwoud. Op de linkse foto is er onvoldoende aansluiting van een geleiding naar de tunnel, waardoor de ingang moeilijk te vinden is. Op de rechtse foto sluit het raster mooi aan op tunnel, maar is er geen trechterende vorm naar de tunnel, waardoor ook deze moeilijk zal gevonden worden. (bron foto's: https://www.sonianforest.be/)	12
Figuur 4- 7: Voorbeeld van een ecotunnel waar het raster mooi aansluit en er een natuurlijke geleiding is naar de tunnel. Regelmatig onderhoud moet er voor zorgen dat de vegetatie niet te hoog oploopt.	12
Figuur 4- 8: Voorbeeld van een ecotunnel met een lichtrooster aangebracht tussen rijweg en fietspad	12
Figuur 4- 9: Voorbeeld van een grotere en lange tunnel onder een weg met 2x2 rijbanen. Omdat de lengte groter dan 70m is, werden in de middenberm roosters in het dak ingewerkt om licht in de tunnel te krijgen, en de lengte visueel in te korten. Het geleidingsraster trechtert mooi naar de tunnel. (Bron: https://www.scherrenberg.com)	12
Figuur 4- 10: Principe van verschillende types ecoduikers. A. Ecoduiker met looprichel; B. Ecoduiker met volle oeververbinding; C. Ecoduiker met parallelle looprichels	14
Figuur 4- 11: Voorbeeld van een duiker met betonnen looprichel. Let op het boordje aan de zijde van de looprichels om te voorkomen dat aangebrachte bodem te snel wegspoelt (Bron: Giverbo.nl)	15
Figuur 4- 12: Schematische voorstelling van een betonnen U-profiel in een metalen duiker	17
Figuur 4- 13: Houten looprichel loopt ver genoeg door en sluit op de oever aan. Deze is echter hoog boven het wateroppervlak geplaatst waardoor dieren mogelijk de ingang niet zullen vinden.	17
Figuur 4- 14: Looprichels in metalen duikers. De aansluiting op de oever bij het linkse voorbeeld heeft een vrij steile ramp. Het loopvlak op het rechtse voorbeeld is geperforeerd waardoor niet alle soorten er gebruik van zullen maken. Het loopvlak bevindt zich bovendien zeer hoog boven de waterlijn.	17
Figuur 4- 15: Duiker met prefab looprichel die helemaal niet aansluit op de oevers, waardoor passage onmogelijk is.	18
Figuur 4- 16: Ecoduiker waarbij rechts de oever niet mooi aansluit op de richel in de tunnel	18
Figuur 4- 17: Doorlopende oever aan een zijde met een loopplank als verbinding over de dwarsende gracht. Een aansluiting op beide oevers werd voorzien. Een antislip laag lijkt te ontbreken op de loopplank.	18
Figuur 4- 18: Voorbeelden van HDPE prefab-elementen voor looprichels.	18
Figuur 4- 19: Duiker met een looprichel en schuine aanloopplank. De hoek met de aansluiting op de oever is aan vervanging toe.	18
Figuur 4- 20: Een dubbele duiker waar één koker dienst doet als watervoerende duiker en de andere als faunapassage.	18
Figuur 4- 21: Voorbeelden van parallelle buizen langsheen een watervoerende duiker.	19
Figuur 4- 22: Voorbeeld van een parallelle ecotunnel. De ruime diameter daarvan maakt dat passeerbaarheid veel groter zal zijn dan het voorbeeld van de buizen hierboven.	19
Figuur 4- 23: Voorbeeld van een ecoduiker met doorlopende oevers (Zwalm N454)	19
Figuur 4- 24: Foto van een duiker waar zelfs een bever problemen heeft om te passeren (bron: Antea Group)	20
Figuur 4- 25: Dwarsdoorsnede van een ecoduiker aangepast voor watergebonden dieren. A. correcte plaatsing waarbij zowel de bodem als de waterloop zelf doorlopen in de duiker. B. en C. geven situaties aan die moeten vermeden worden aangezien de passeerbaarheid in het gedrang komt.	21
Figuur 4- 26: Principe van de werking van een ecoduiker aangepast voor watergebonden dieren.	22
Figuur 4- 27: Voorbeeld van een duiker met daarin een vistrap (zie ontwerp en inrichting).	23
Figuur 4- 28: Duiker waar de natuurlijke stroom van de waterloop eveneens in de duiker voorkomt.	23
Figuur 4- 29: Voorbeeld van een recent aangelegde duiker waarin de natuurlijke stroom van de waterloop en de oevers doorlopen. Voor de tunnel is er door de werken een riffle ontstaan die mogelijk een te hoge stroomsnelheid heeft om passeerbaar te zijn voor sommige vissoorten.	23
Figuur 4- 30: Voorbeeld van een boomarter (links) en een wezel (rechts) die gebruik maken van een amfibieëntunnel om de Kerkedreef in Brasschaat te passeren (bron: Antea Group).	24
Figuur 4- 31: Principe van een gesloten amfibieëntunnel	26
Figuur 4- 32: Een overzicht van de aanbevolen afmetingen voor gesloten amfibieëntunnels	27
Figuur 4- 33: dwarsdoorsnede van een amfibieëntunnel	28

Figuur 4- 34: Voorbeeld van een geleidend systeem voor een toekomstige weg.	28
Figuur 4- 35: Voorbeeld van een tunnel waarvan de aansluiting niet voldoende verzekerd is door wegspoelen van grond.	29
Figuur 4- 36: Voorbeeld een tunnel uit prefab elementen met openingen in het dak (N437 Kruisem/Lozer). Hierbij zijn duidelijk barsten te zien als gevolg van verzakkingen door inconsistentie van de funderingen in het wegdek.	29
Figuur 4- 37: Gaten in het dak van de tunnel zorgen voor een lichte onderdoorgang.	29
Figuur 4- 38: Een tunnel uit prefab-elementen met gaten in het dak, mooi aangesloten aan de geleidende structuren. De geleiding is van dien aard dat dieren die toch op de baan geraakt zijn, kunnen terugkeren.	29
Figuur 4- 39: Een gesloten tunnel met extra geleidende structuren aan de mond, om een betere trechtering te bekomen.	29
Figuur 4- 40: Gesloten koker met mooi aangesloten geleidingsstructuur, met een stopwand ter hoogte van de tunnelingang.	29
Figuur 4- 41: Principe van een reptielentunnel. De openingen: afsluiten met een rooster of raster voor de veiligheid.	
Figuur 4- 42: De faunatunnel bij Elspeetsche Heide waarvan aangetoond werd dat dit wel degelijk gebruikt wordt door reptielen (waaronder adder). Deze is 3m breed en 1,75m hoog. Schuilgelegenheid wordt voorzien door balken en takken.	31
Figuur 4- 43: Een adder werd gefotografeerd in reptielentunnel, en de grazende schapen maken eveneens gebruik van de passage.	32
Figuur 4- 44: Recent aangelegde tunnel met open structuur en goede aansluiting aan de geleidingsstructuur. De tunnelingang en tunnel zelf moeten nog ingericht worden en de werking ervan moet nog worden aangetoond.	32
Figuur 4- 45: Een extreem kleine tunnel in het natuurgebied Easterskar (open structuur afgedekt met rooster) waarvan werd aangetoond dat adder en ringslang deze gebruiken. De lengte is beperkt tot 4 m.	32



Fiche 5

Grote fauna- onderdoorgangen



Inhoudsopgave

Fiche 5. Grote faunaonderdoorgangen	1
Algemene elementen	5
Fiche 5-A. Grote ecotunnel	6
Algemene beschrijving en doelsoorten	6
Locatie en geleiding	6
Locatie	6
Geleiding	7
Technisch ontwerp en inrichting	7
Dimensies	7
Aanleg	8
Inrichting	9
Onderhoud en beheer	10
Voorbeelden van werking	11
Fiche 5-B. Grote ecotunnel met medegebruik	12
Algemene beschrijving en doelsoorten	12
Technisch ontwerp en inrichting	12
Onderhoud en beheer	13
Voorbeelden en werking	14
Fiche 5-C. Ecovallei	15
Algemene beschrijving en doelsoorten	15
Locatie en geleiding	15
Locatie	15
Geleiding	15
Technisch ontwerp en inrichting	16
Onderhoud en beheer	17
Voorbeelden van werking	17
Figurenlijst	18



Algemene elementen

Grote faunaonderdoorgangen worden vooral aangelegd als veilige oversteekplaatsen voor middelgrote tot grotere zoogdieren zoals grote carnivoren (lynxen en wolven), ree en everzwijn. Kleinere zoogdieren kunnen deze onderdoorgangen ook gemakkelijk gebruiken, evenals amfibieën (als het microklimaat in orde is) en grondgebonden insecten zoals loopkevers. Daarnaast zullen lopende vogels zoals patrijzen eveneens een doorgang vinden. Onderdoorgangen zijn minder geschikt voor warmteminnende soorten, vogels en voor soorten die in hun bewegingen door licht worden geleid. Maar vleermuizen gebruiken deze onderdoorgangen wel vrij gemakkelijk.

Grote onderdoorgangen zijn vooral een geschikte oplossing in heuvelachtige gebieden, waar de weg een waterloop kruist of infrastructuur op een talud is gebouwd. Vaak vergen deze maatregelen een specifieke ontwerpstudie en zal de dimensionering dikwijls afhankelijk zijn van civieltechnische randvoorwaarden, de verkeersfunctie, de bodem en dergelijke meer.

Belangrijk is dat verstoring door menselijke activiteiten zoveel mogelijk wordt vermeden in de buurt van de onderdoorgang, en jacht moet zelfs verboden worden in een straal van minimaal 500m rondom de tunnel. In dit hoofdstuk maken we een onderscheid tussen de verschillende grote onderdoorgangen in functie van hun dimensie en mate van medegebruik door de mens (Figuur 5-1).

Fiche	Maatregel	Beschrijving
Fiche 5-A	Grote ecotunnel	Rechthoekige kokers, type voetgangers- fietstunnel. Het gebruik door grote soorten is beperkt. Het gebruik door kleinere soorten is in een grote ecotunnel beter dan in een kleine ecotunnel
Fiche 5-B	Grote ecotunnel met medegebruik	onderdoorgang van een weg of waterloop die ook als passage voor landdieren is ingericht
Fiche 5-C	Ecovallei	Viaduct of brug met grote overspanning over droge valleien of riviervalleien ingericht als faunapassage

Figuur 5- 1: De verschillende maatregelen opgenomen onder Kleine faunaonderdoorgangen

Fiche 5-A. Grote ecotunnel

Algemene beschrijving en doelsoorten

Grote ecotunnels kunnen uitgevoerd worden zowel onder nieuwe wegen als onder bestaande wegen. Het is minder optimale oplossing dan de aanleg van een brug op pijlers of viaduct. Een grote ecotunnel komt qua vorm en dimensies overeen met een normale verkeerstunnel, maar in plaats van asfalt of beton bestaat de grondlaag uit aarde.

Bestaande onderdoorgangen kunnen ook ingericht worden als grote ecotunnel, meestal met medegebruik of beperkt lokaal verkeer ([Fiche 5-B Grote ecotunnel met medegebruik](#)).

Mits een goede dimensionering (lengte/breedte/hoogte) zijn grote ecotunnels zeer effectief als faunapassage. In tegenstelling tot een ecovallei worden de leefgebieden aan weerszijden echter meer onderbroken omdat ze door gebrek aan licht en water, minder geschikt zijn om de bestaande vegetatie te laten doorlopen.

De doelsoorten zijn voornamelijk (gemiddeld grote) zoogdieren zoals reeën, wilde zwijnen en grotere roofdieren (vb. lynx en wolf). Ook kleinere zoogdieren zullen de doorgangen gemakkelijk passeren, evenals amfibieën (als het microklimaat in orde is) en grondgebonden insecten zoals loopkevers. Daarnaast kunnen lopende vogels zoals patrijzen een doorgang vinden.

Ze zijn minder geschikt voor warmteminnende soorten als reptielen en dagvlinders. Veel vliegende insecten laten zich meer door licht leiden, en zullen minder gebruik maken van tunnels. Indien de afmetingen groot genoeg zijn kunnen ook vogels en vooral vleermuizen de doorgang gebruiken.

Locatie en geleiding

Locatie

Praktisch gezien is de locatie van de ecotunnel vooral afhankelijk van de hoogteligging van de weg, en wordt deze best geplaatst waar de lokale topografie of vegetatie de dieren naar de doorgang leidt.

Een ecotunnel onder een nieuwe weg wordt best aangelegd aansluitend op bestaande migratieroutes die traditioneel door de doelsoorten worden gebruikt.

Bij aanleg van een grote ecotunnel onder bestaande wegen zijn deze migratieroutes vaak reeds lang verstoord, en is het belangrijk om ervoor te zorgen dat de passage verbonden wordt met de landschappelijke structuur die voor geleiding zorgt (bv. depressies, bosranden, houtkanten, edm).

Voor een optimale en louter natuur verbindende werking mogen de tunnels niet verstoord worden door menselijke activiteiten en mogen ze zeker niet gebruikt worden door gemotoriseerd verkeer. Verlichting in de omgeving vermindert het gebruik door de dieren en moet dus gemeden worden.

Dus is er best geen bewoning, economische activiteit, (wandel)wegen of jacht in de buurt van de tunnelmond. Jacht moet zelfs verboden worden in een straal van minimaal 500 m rondom de tunnel. De tunnel kan ook visueel afgeschermd worden van menselijke activiteiten (zoals nabije wandelpaden) door middel van bijvoorbeeld vegetatie. Een ander belangrijk aandachtspunt bij de locatiekeuze is dat het licht en de vegetatie aan de beide uiteinden van de tunnel altijd waarneembaar moet zijn voor de dieren. Het is dus best om een locatie te kiezen waar de vegetatie in de buurt bestaat uit een lage kruid- en struiklaag, omzoomd door struikvegetatie (bv. bosrand, houtkant, heg) waarlangs de dieren automatisch naar de tunnel worden geleid. In dat opzicht is een locatie in een dicht bos of een geheel open landbouwgebied minder geschikt.

Geleiding

Voor een optimale geleiding naar de onderdoorgang is het in de eerste plaats belangrijk om de juiste locatie te kiezen en voor een goede landschappelijke inpassing te zorgen. Hierbij wordt rekening gehouden met bestaande en potentiële migratieroutes, lijnvormige landschapsstructuren (bosrand, bomenrijen, houtkanten) en met een minimale menselijke verstoring (zie [Fiche 10 Landschappelijke geleiding](#)). Langs de weg moet een bijkomende geleiding voorzien worden door middel van ecorasters (zie [Fiche 9 Geleiding langs de weg](#))

Technisch ontwerp en inrichting

De mogelijkheden voor de aanleg van grote ecotunnels zijn eerder beperkt. Het best worden ze geïntegreerd in het ontwerp van een weg. Voor aanleg onder een bestaande weg moet bijna altijd de weg zelf plaatselijk worden onderbroken (aanleg in open sleuf) en bijgevolg het verkeer omgeleid. Voor drukke wegen is dit zeer moeilijk te realiseren.

Technieken om grote tunnels aan te leggen zonder impact op de weg erboven zijn vrij duur, zoals speciale pers- of trektechnieken, het toepassen van een buizendak of het inschuiven van het tunneldak. Hierdoor zijn het overgrote deel van de gerealiseerde ecotunnels in Vlaanderen grote onderdoorgangen met medegebruik ([Fiche 5-B Grote ecotunnel met medegebruik](#))

Dimensies

De dimensies van een grote ecotunnel worden bepaald door de hoogte, breedte en lengte. De lengte komt in principe overeen met de breedte van de weg die ondertunneld wordt, inclusief de taluds, en ligt dus vast.

De breedte en in mindere mate de hoogte kunnen echter gekozen worden in functie van het landschap en de doelsoorten. Algemeen moet de tunnel voldoende groot zijn om geen te grote verschillen in temperatuur en vochtigheid te creëren en om lichtinval toe te laten zodat geen donker tunneleffect ontstaat.

Om de optimale dimensies van een grote ecotunnel te bepalen wordt vaak gebruik gemaakt van de openheidsindex. Deze index wordt als volgt berekend (Figuur 5-2):

$$\frac{(\text{Breedte (B)} \times \text{Hoogte (C)})}{(\text{Lengte (A)})} > 1,5$$

Deze index geeft aan hoe langer de weg is die ondertunneld moet worden, hoe breder en hoger de tunnel moet zijn. Voor een autosnelweg van ongeveer 30m breed wil dit zeggen dat een tunnel met een hoogte van 4 meter, minimaal 12 m breed moet zijn.

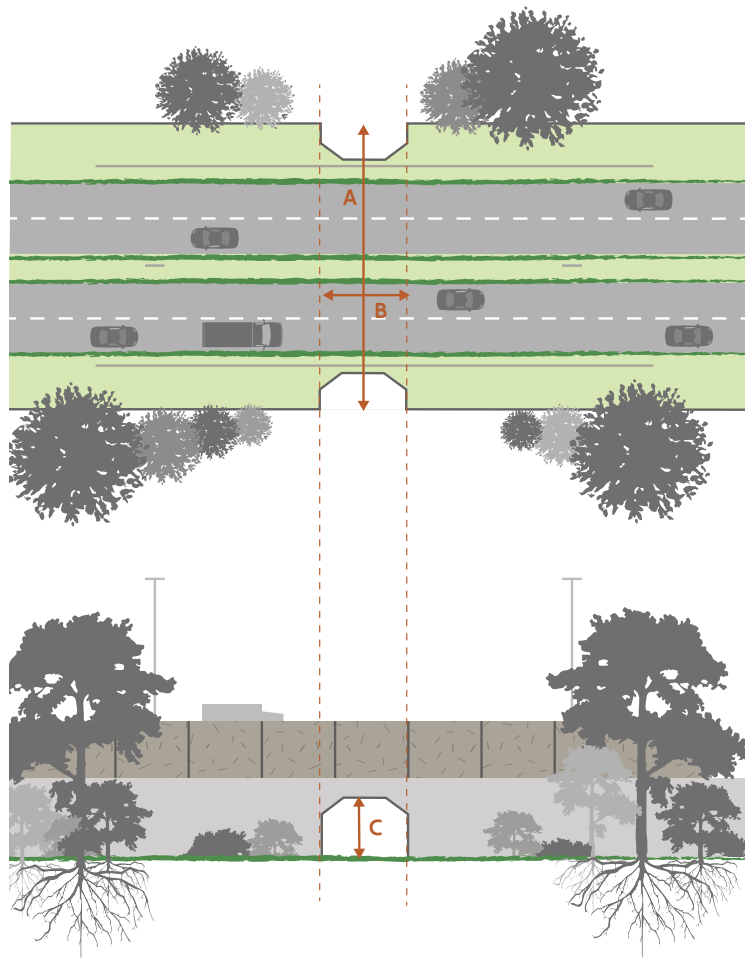
Het loont steeds de moeite om ook bestaande tunnels die niet voldoen aan bovenstaande minimum/optimale dimensies en waar weinig verstoring optreedt door menselijke activiteiten (recreatie) aan te passen voor gebruik door wilde fauna.

Er zijn wel minimumvereisten wat de breedte en hoogte betreft om de passage functioneel te maken voor de grotere doelsoorten (bv. ree, everzwijn).

De algemene aanbevelingen voor de dimensie van grote ecotunnels zijn:

- Minimale breedte 15 m (absoluut minimum 7 m)
- Minimale hoogte 3-4 m (absoluut minimum 3 m)

Wanneer eveneens grote zoogdieren zoals edelherten moeten kunnen passeren, moet de breedte minimaal 30 m zijn. Voor kleinere holen bewonende zoogdieren en vleermuizen is de 'openheid' van minder belang. Zij gebruiken, net als vele andere soorten, de tunnel vooral bij valavond of 's nachts. Het is vooral de inrichting van de aanloopgebieden naar de ecotunnel die van belang is.



Figuur 5- 2: Schematische voorstelling van de verschillende dimensies van een grote ecotunnel (gebruikt om de openheidsindex te berekenen)

De optimale afmeting van de tunnel moet altijd locatie specifiek bekeken worden en in functie van de doelsoorten. Grotere afmetingen zijn zeker aan te bevelen als er een belangrijke migratieroute aanwezig is, of als het omliggende landschap ecologisch minder optimaal is. In landschappen met weinig of geen verstoring en geschikt leefgebied aan beide zijden van de tunnel, kan een (iets) kleinere tunnel volstaan.

Uit onderzoek blijkt dat zoogdieren een onderdoorgang gemakkelijker gebruiken binnen het eigen leefgebied. Onervaren, en voornamelijk jonge dieren die op zoek gaan naar een nieuw territorium of naar een partner, en dieren die een tunnel zelden gebruiken, zullen eerder de grotere tunnels prefereren.

Om het lengtegevoel van een tunnel te beperken, bijvoorbeeld bij een lange passage onder een zeer brede weg, kunnen openingen in het plafond voorzien worden. Deze openingen of 'vensters' kunnen aangebracht worden ter hoogte van de middenberm. Dergelijke 'vensters' kunnen ook een negatief effect hebben door het weergalmende geluid in de tunnel, lichtflitsen die ontstaan door voorbijrijdende wagens en afval dat in de tunnel terecht kan komen. Het toepassen van dergelijke 'vensters' wordt dus best beperkt tot de echt lange tunnels waarbij eventueel een grote opening kan voorzien worden ter hoogte van de (zeer) brede middenberm van de weg.

Aanleg

Het technisch ontwerp van een grote ecotunnel is in grote mate vergelijkbaar met dat van normale, rechte verkeerstunnels. Het betreft dus een groter investeringsproject waarbij grondige studies vooraf gaan aan het ontwerp (zie Hoofdstuk [Planproces](#)).

- De grote ecotunnel is meestal een gesloten **kokerconstructie**. De bodem is dan niet waterdoorlatend.
- De tunnel kan ook uitgevoerd worden **in een U-profiel of als brug met brughoofden en een brugdek**. Hier is de bodem wel waterdoorlatend. Meestal worden deze toegepast als er ook een waterloop doorheen moet.
- Er bestaan ook **boogconstructies** met als voordeel dat de lichtinval aan de uiteinden van de tunnel bevordert wordt. Dergelijke bestaande boogtunnels zijn in Vlaanderen meestal uitgevoerd als Armco-constructie.

Aandachtspunten om het ecologisch functioneren te optimaliseren zijn:

- De helling van de toegang tot de tunnel dient zo klein mogelijk te zijn, en bij voorkeur vlak. Voor grote zoogdieren bijvoorbeeld, mag deze hooguit 10% zijn (een grotere helling vermindert een makkelijke toegang tot de tunnel). Bij grotere hoogteverschillen of in een reliëfrijke omgeving kan het werken met tussenbanketten een voordeel bieden (ook in functie van het grondverzet).
- De bodem van gesloten kokerconstructies bestaat uit een laag gebiedseigen aarde van minimaal 20 cm dik. De voorkeur bestaat dan ook uit een brugconstructie met open bodem.
- Bij aanleg in open sleuf wordt boven de tunnel een vlotplaat gelegd om vervorming van het bovenliggend wegdek te vermijden. Bij aanleg door middel van doorpersing of andere technieken is het belangrijk om voldoende afstand te houden van de wegopbouw om opdrukking te vermijden (zie ook [Fiche 4-A Kleine ecotunnel](#)).
- De tunnel moet zo aangelegd worden dat langdurig stagnerend regenwater in de tunnel geen kans krijgt. Een vochtige omgeving of tijdelijk beperkte wateroverlast is geen probleem, maar de tunnel verliest zijn functionaliteit als passage indien deze permanent onder water staat. Er bestaan verschillende mogelijkheden om wateroverlast te vermijden, afhankelijk van het type tunnel:
 - **Tunnel onder brugconstructie:** het aanleggen van een greppel in de tunnel verbetert de kans voor vegetatieontwikkeling aan de toegangen en bevordert het gebruik door fauna (door het geleidend effect) en zorgt bijkomend voor afwatering. De greppel loopt tot ruim buiten de beide tunneluiteinden verder in het landschap. Er moet wel op gelet worden dat er zelfs in de natste omstandigheden een voldoende brede droge strook is, zodat de dieren kunnen passeren.
 - **Tunnel als gesloten kokerconstructie:** de tunnel wordt aangelegd onder een flauwe helling (2%) en de bodem van tunnel wordt boven het grondwaterniveau aangelegd.
- Degelijke geleidende rasters naar de faunapassage zijn noodzakelijk. Deze moeten nauw aansluiten op de tunnelmonden of keerwanden ([Fiche 9 Geleiding langs de weg](#)).
- De keermuren aan de tunneltoegangen worden niet te groot uitgevoerd.
- Medegebruik is in regel verboden (voor tunnels met medegebruik zie [Fiche 5-B Grote ecotunnel met medegebruik](#))

Inrichting

- Rond de tunnelingang worden maatregelen getroffen die de plek aantrekkelijk maken voor de doelsoorten bijvoorbeeld door:
 - De aanleg van een poel of vochtige greppel
 - De aanleg van (lok)struweelvegetatie (die ook de keermuren gedeeltelijk verbergt).
 - Hierbij moet er wel rekening gehouden worden met de schaduwval. De opening van de tunnel moet zo open mogelijk blijven zodat de omgeving aan de andere kant ten allen tijde duidelijk waarneembaar is voor de dieren. Beplanting aan de “zonnkant” wordt dan ook best laag gehouden.
 - Voor beplanting wordt steeds gebiedseigen plantmateriaal gebruikt. Voedselplanten (bloemrijk/ besrijk) kunnen een positief effect hebben. Spontane ontwikkeling heeft tijd nodig waardoor het positief effect op het gebruik van de tunnel langer duurt, maar verdient de voorkeur omdat de integratie in het landschap natuurlijker zal zijn. De mogelijke ontwikkeling van invasieve exoten moet daarbij wel opgevolgd worden.
 - Stronkenwallen die aansluiten op aanwezige landschapselementen kunnen geleidend werken
 - Door gebruik te maken van de techniek van de gewapende grond ('terre armée') voor de constructie van de keerwanden worden mogelijkheden gecreëerd voor begroeiing om zo een betere landschappelijke inpassing te garanderen (Figuur 5-3).



Figuur 5- 3: Voorbeeld van een tunnelingang waar gebruik werd gemaakt van gewapende grond waartegen klimplanten vlot groeien en zo de landschappelijke inpassing verbeteren

- Het aanbrengen van licht- en/of geluidsschermen (zie [Fiche 3-B Geluidsschermen en gronddammen](#)) langsheen (drukke) verkeersinfrastructuur boven de tunnel zorgt voor een rustige zone rond de tunnelmond, en vermijdt dat de dieren worden verstoord door de impact van koplampen en het geluid van de wagens.
- Er wordt geen verlichting aangebracht in de tunnel.
- De toegang van de tunnel moet vrij zijn van obstakels (bv. geen extra omheiningen), ook voor kleine dieren.
- In de tunnel kan door gebrek aan licht en water geen vegetatie tot ontwikkeling komen. Er moet dus dekking aangebracht worden voor de kleinere soorten onder de vorm van (kleine) stobben, een takkenrichel of een rand met (grote) keien. Deze geleidende en dekking biedende structuren uit natuurlijke materialen worden bij voorkeur aan weerszijden van de tunnel over de volledige lengte aangelegd, aansluitend op de geleiding naar de tunnelmond.

Onderhoud en beheer

Om de investering maximaal te laten renderen en functioneel te houden worden er van bij de aanleg de nodige afspraken gemaakt voor een regelmatige controle en onderhoud. Controle en onderhoud worden bij voorkeur uitgevoerd door de beheerders van de omliggende terreinen of andere partners.

De tunnel en het bijhorende geleidingssysteem moet minimaal één keer per jaar geïnspecteerd worden, bij voorkeur tijdens de winterperiode. Beter nog wordt er in de loop van de zomer een tweede keer geïnspecteerd.

Volgende aandachtspunten zijn aan de orde:

- Controle of de tunnel niet gebruikt wordt voor andere ongewenste doelen (bv. mountainbiken, landbouwvoertuigen, stockageplaats door landbouwers). Dit kan tegengegaan worden door de strategische plaatsing van obstakels (grote keien, stronken) zonder dat dit het gebruik door fauna verhindert.
- De aanwezige takkenrillen of stronkenwallen moeten regelmatig aangevuld worden (zie [Fiche 10 Landschappelijke geleiding](#))
- De tunnelingang moet obstakelvrij worden gehouden. Zwerfvuil en andere obstakels voor een goed gebruik door de dieren dienen verwijderd te worden.
- Beheer van vegetatie rond de tunnelingang en lokstruweel is soms nodig. Overmatige vegetatie moet verwijderd worden, in die mate dat voldoende dekking aanwezig blijft en lichtinval en doorzicht door de tunnel gegarandeerd is.
- Bij vastgestelde wateroverlast moet het probleem verder bekeken worden en mogelijk een oplossing gezocht worden (grond aanbrengen, waterloopje creëren, ...).
- Controle van de aanwezige ecorasters (zie [Fiche 9 Geleiding langs de weg](#)).
- Als grote ingrepen moeten gebeuren aan de voorziening, dan worden deze best gepland in de maanden november tot en met januari = periode met een verminderde activiteit van de dieren (vb. winterslaap).

Voorbeelden en werking



Figuur 5- 4: Grote onderdoorgang onder een spoorlijn in Nederland, die door de korte lengte zeer open is. Voorbeeld van een goede aansluiting van de ecorasters en de geleidende stronkenwal.



Figuur 5- 5: Een grote onderdoorgang in Nederland (A27 – Hilversum – Utrechtse Heuvelrug) met een natte zone en aangelegde stronkenwal. De smalle opening tussen de wegbanen kan zorgen voor een geluidsverstoring.



Figuur 5- 6: Bovenaanzicht van de grote onderdoorgang in Nederland ((A27 – Hilversum – Utrechtse Heuvelrug). De stobbenwanden zijn ver genoeg doorgetrokken om de dieren naar de onderdoorgang te leiden. De vegetatie moet zich nog ontwikkelen.



Figuur 5- 7: Onderdoorgang (A12/E35 – Odijk Nederland) met waterdoorlatende bodem en een aangelegde greppel die zorgt voor waterafvoer en extra geleiding.



Figuur 5- 8: Grote onderdoorgang aangelegd als koker (E314, tussen DenTeut en Tenhaagdoornheide, Zonhoven). De onderdoorgang wordt gebruikt door zowel diverse zoogdiersoorten als door tal van spinnen- en insectensoorten (bron: Lambrecht & Janssen, 2003)

Fiche 5-B. Grote ecotunnel met medegebruik

Algemene beschrijving en doelsoorten

Vlaamse fauna leeft in een sterk versnipperd landschap. Migrerende dieren komen daarbij dikwijls in contact met menselijke activiteiten en hebben soms hun gedrag er op aangepast. Zo wordt er regelmatig waargenomen dat sommige soorten gebruik maken van bestaande bruggen of tunnels met een verkeersfunctie.

Een bestaande tunnel die aangelegd werd voor menselijk gebruik kan in een aantal gevallen aangepast worden om ook dienst te doen als faunapassage. De onderdoorgang behoudt dus (gedeeltelijk) de oorspronkelijke gebruiksfunctie, maar wordt tevens bruikbaar als faunapassage.

Enkel bestaande tunnels met beperkt menselijk gebruik komen in aanmerking.

Het betreft meestal lokale wegen met heel beperkt auto – of landbouwverkeer, die vooral gebruikt worden door wandelaars en fietsers of bijvoorbeeld voor het oversteken van vee. Als de tunnel 's nachts niet door mensen of vee wordt gebruikt, kunnen zelfs grotere nachtactieve zoogdieren er gebruik van maken. Een tunnel gecombineerd met een recreatief fietspad dat vooral overdag gebruikt wordt is daar de beste combinatie.

Het redelijk grote aantal bestaande onderdoorgangen met een beperkt menselijk gebruik biedt een opportuniteit om deze met een relatief laag budget om te vormen met een grote meerwaarde voor het opnieuw verbinden van leefgebieden.

Ook nieuwe tunnels kunnen zo ingericht worden dat ze medegebruik door fauna mogelijk maken.

De doelsoorten zijn dezelfde als die voor grote ecotunnels (afhankelijk van de dimensies), maar vaak zullen ze eerder geschikt zijn voor kleinere dieren en weinig schuwe soorten die vertrouwd zijn met menselijke aanwezigheid.

Technisch ontwerp en inrichting

De aanpassing omvat meestal het aanleggen van een onverharde (groene) strook in de tunnel die kan ingericht worden als faunapassage. In de tunnel en in de eerste meters buiten de tunnel wordt de aanwezige verharding verwijderd.

Hierbij gelden volgende aandachtspunten:

- Voor het technisch ontwerp wordt steeds beroep gedaan op experts voor het ontwerp en onderhoud van kunstwerken. Voor de Vlaamse Overheid is dat EBS.
- De breedte van de onverharde strook is sterk afhankelijk van de resterende verkeersfunctie, maar is minimaal 1,5 – 2 meter. Hoe breder de strook, hoe meer geschikt ze is voor het gebruik door dieren.
- De strook wordt best aan één zijde van de tunnel aangelegd waar deze het beste aansluit op de leefgebieden. Zo ontstaat een berm, waar (indien er voldoende licht en vocht is) zelfs beperkte vegetatie kan ontwikkelen ter hoogte van de toegangen.
- Het verwijderen van de aanwezige wegverharding verdient de voorkeur op het aanbrengen van een grondlaag bovenop de verharding (minimum 20 cm dik). Er dient steeds aandacht te worden geschonken aan de zone waar de grondlaag de tunnelwand of vloer raakt.
- Een verhoogde rand tussen onverharde strook en de resterende verharde strook verhindert het uitspoelen van grondsubstraat naar de verharding en geeft ook een grens aan om betreding door mensen van het faunagedeelte te ontmoedigen.

- De afscheiding tussen verharde en onverharde strook kan uitgevoerd worden door een betonnen geleidingsconstructie, een houten wand of schanskorvenwand tussen de weg en de ecostrook op te richten. Let wel dat deze niet te hoog is en enkel wordt toegepast als de natuurzone breed genoeg is omdat een (hoog) scherm de openheid van de doorgang reduceert. Mogelijk kan een geleidingswand voor amfibieën aangewezen zijn.
- Als de onverharde strook voldoende breed is (2 à 3 m), laat dit toe om de tunnel verder in te richten door het aanbrengen van geleiding en dekkingsmogelijkheden voor kleinere soorten. Zo kunnen (kleine) stronken, een takkenril of een rand met (grote) keien geplaatst worden. Deze dekking biedende structuren worden bij voorkeur over de volledige lengte van de tunnel aangelegd, aansluitend op de geleiding aan de tunnelmond.
- Belangrijk in het ontwerp is dat de onverharde strook goed aansluit op de vegetatie of de geleiding buiten de tunnel. Mogelijk moet de tunnelingang heringericht worden.
 - Het wat verder doortrekken van de stronkenwal (tot buiten de tunnel) kan bijvoorbeeld extra aansluiting geven.
 - Aan de tunnelmond kan ook lokstruweel aangeplant worden. Daarbij dient rekening gehouden te worden met schaduwval. Het licht aan het einde van de tunnel moet te allen tijde waarneembaar zijn voor de dieren.
 - Kruisende wegen aan de in- en uitgang moeten vermeden worden.
- Het aanbrengen van licht- en/of geluidsschermen (zie [Fiche 3-B Geluidsschermen en gronddammen](#)) langsheen (drukke) verkeersinfrastructuur boven de tunnel zorgt voor een rustige zone rond de tunnelmond, en vermijdt dat de dieren worden verstoord door de impact van koplampen (lichtflitsen, beweging) en het geluid van de wagens.
- Verstoring wordt tot een minimum beperkt. Dit houdt in: verwijderen van verlichting waar mogelijk of een aanpassing van het verlichtingsregime (zie lichtvisie), extensivering van het verkeer, snelheidsbeperkende maatregelen, misbruik vermijden door te sensibiliseren (bv. informatieborden, lokaal infoblad),...

Onderhoud en beheer

Om de investering maximaal te laten renderen en functioneel te houden worden er van bij de aanleg de nodige afspraken gemaakt voor een regelmatige controle en onderhoud. Controle en onderhoud worden bij voorkeur uitgevoerd door de beheerders van de omliggende terreinen of andere partners.

De tunnel en het bijhorende geleidingssysteem moet minimaal één keer per jaar geïnspecteerd worden, bij voorkeur tijdens de winterperiode. Beter nog wordt er in de loop van de zomer een tweede keer geïnspecteerd.

Volgende aandachtspunten zijn aan de orde:

- De aanwezige takkenrillen of stronkenwallen moeten regelmatig aangevuld worden (zie [Fiche 10 Landschappelijke geleiding](#))
- De toegang tot de onverharde strook moet obstakelvrij worden gehouden. Zwerfvuil en andere obstakels dienen verwijderd te worden.
- Beheer van vegetatie rond de tunnelingang en lokstruweel is soms nodig. Overmatige vegetatie moet verwijderd worden, in die mate dat voldoende dekking aanwezig blijft en lichtinval en doorzicht door de tunnel gegarandeerd is.
- Controle van de mogelijk aanwezige geleidende structuren ([Fiche 9 Geleiding langs de weg](#) en [Fiche 10 Landschappelijke geleiding](#)).

Voorbeelden en werking



Figuur 5- 9: Een bestaande onderdoorgang aangepast voor medegebruik door fauna in het Zoniënwood.



Figuur 5- 10: Pipaenshoek - ecotunnel met medegebruik in het Hallerbos onder de R0/E19 te Halle © Google Maps



Figuur 5- 11: Tunnel Hellegat onder E314 in Holsbeek



Figuur 5- 12: Ecotunnel Lauwe-Kortrijk E403 © Google Maps



Figuur 5- 13: Een grote onderdoorgang waarbij de faunapassage ondergeschikt is aan de wegfunctie

Fiche 5-C. Ecovallei

Algemene beschrijving en doelsoorten

In meer heuvelrijke omgevingen moet een weg soms natuurlijke laagtes in het landschap (bv. droge valleien of waterlopen) overbruggen. Meestal wordt de weg hiervoor op een grondtalud aangelegd om de hoogteverschillen op te vangen.

Waterlopen worden daarbij gekruist door middel van een gewone brug met zijn brughoofden op de waterlijn. Een betere manier om een valleigebied te kruisen is het aanleggen van een langere brug op pijlers of viaduct, waarbij het onderliggende natuurlijke gebied of minstens de oeverzones onverstoord kunnen doorlopen. Vanuit ecologisch standpunt noemen we dit een 'Ecovallei'.

Dergelijke ecovallei biedt voor een groot scala aan diersoorten mogelijkheden om zich ongestoord te verplaatsen binnen hun leefgebied. Bij een ecovallei waar de vegetatie onafgebroken doorloopt biedt het ook belangrijke voordelen voor invertebraten (ongewervelden zoals insecten, spinnen, slakken,...) gezien zij dikwijls afhankelijk zijn van doorlopende vegetatie om zich te verplaatsen. Valleien met een (kleine) waterloop en onverstoorde oeverstroken zijn belangrijke lineaire landschapsstructuren omdat deze door verschillende soorten gebruikt worden bij hun verplaatsingen. Ook watergebonden organismen zoals vissen en otters zullen van deze quasi onverstoorde verbinding kunnen genieten.

Het bouwen van een viaduct, zelfs als deze laag is, verdient altijd de voorkeur voor het overbruggen van een landschappelijke depressie boven het aanleggen van een verhoogd weglichaam op een artificieel talud. Ook bruggen met landhoofden tot tegen de waterlijn bieden geen doorgang meer voor fauna (zie ook [Fiche 4-B Ecoduiker](#)).

Wanneer belangrijke structuren of potentiële overstromingsvlakten worden gepasseerd, zal de kostprijs van een viaduct zeker gecompenseerd worden door de ecologische winst.

Locatie en geleiding

Locatie

Overal waar lager gelegen (droge en vochtige terreinen) moeten worden overbrugd kunnen viaducten gebouwd worden. Ze worden echter vooral aanbevolen daar waar een waterloop moet worden gekruist. Daarbij wordt dan best de winterbedding overbrugt (zie voorbeeld ecovallei/viaduct over de Kleine Nete Kasterlee/Geel N19g).

Ter hoogte van waterverzadigde gronden verdient een viaduct zeker de voorkeur. Dit zijn voor de natuur belangrijke gebieden en een ecovallei zal het onderliggende ecologische systeem minder aantasten.

Geleiding

Vermits de landschappelijke structuur van valleigebieden, lager gelegen terreinen en vochtige gebieden op zich al plaatselijk zijn waar wilde organismen bij voorkeur verblijven, is een extra geleiding voor ecovalleien niet altijd nodig.

Plaatselijk kan een ecoraster nog meer geleiding geven naar de onderdoorgang van de ecovallei (zie [Fiche 9 Geleiding langs de weg](#))

Technisch ontwerp en inrichting

Een viaduct is altijd een groot investeringsproject waarbij grondige studies vooraf gaan aan het ontwerp.

Bij het ontwerpen van een ecovallei moet gezocht worden naar **een optimale verhouding tussen de afstand tussen de pijlers en de dikte van de constructie**, en moet rekening gehouden worden met de ondergrond. Het type bodem bepaalt immers de stabiliteit van het bouwwerk.

Indien een waterloop wordt gekruist moet tijdens het ontwerpproces steeds voldoende rekening gehouden worden met **de waterstanden en mogelijke natuurlijke overstromingen**.

Bij het ontwerp van een viaduct of brug op pijlers kan met volgende aspecten rekening gehouden worden zodat de onderliggende ecovallei zo optimaal mogelijk werkt als ecologische verbinding.

Uitgangspunt hierbij is dat de bestaande landschapsstructuur en vegetatie onder het viaduct zo goed mogelijk behouden blijven.

- Om een rivierlandschap te verbinden dient er voor gezorgd te worden dat zowel de waterloop als de oevervegetatie in hun natuurlijke staat bewaard blijven en niet onderbroken of vernauwd worden. De oevers moeten de vrije beweging van oeverdieren mogelijk maken. In het beste geval wordt de volledige winterbedding van de waterloop overbrugd. Afhankelijk van de grootte van de ecovallei dient er best minimaal een strook van 10 meter langs beide zijden van de waterloop gevrijwaard te worden. In het geval er pijlers moeten geplaatst worden, moet er minimaal een strook van 5m ononderbroken oevervegetatie zijn langs de waterloop.
- Om een doorlopende begroeiing in de ecovallei mogelijk te maken, dient het bovenliggend viaduct een minimale vrije hoogte te garanderen van 5 meter. In beboste gebieden is dit zelfs best 10 meter, al moeten bomen regelmatig gesnoeid worden zodat ze de constructie niet kunnen aantasten (zie onderhoud en beheer). Onder een brug lager dan 5 meter groeit meestal geen of weinig vegetatie door gebrek aan licht. Dan wordt de grond best bedekt met aarde en niet met grind, stenen of asfalt. Stronkenwallen, takkenrillen of steenhopen (zie [Fiche 10 Landschappelijke geleiding](#)) kunnen dekking bieden voor kleine dieren en een verbindende/geleidende functie vervullen tussen struiken of heggen aan weerszijden van het viaduct.
- Ook bij de overspanning van droge valleien zijn openheid en lichtinval voor veel diersoorten belangrijk. Als het om een zeer breed viaduct gaat (lange onderdoorgang) is het mogelijk om tussen de rijbanen een brede opening te voorzien, zodat er meer licht en warmte (voor reptielen) tot op de bodem geraakt. Smalle openingen dienen wel vermeden te worden aangezien deze kunnen zorgen voor versturende geluidseffecten door het verkeer.
- Verstoring van dieren door verkeer kan worden verminderd door de aanleg van licht- en geluidschermen (zie [Fiche 3-B Geluidsschermen en gronddammen](#))
- Bij het uitvoeren van de werken moeten maatregelen genomen worden om de bestaande vegetatie en zeker waardevol habitat zoveel mogelijk te vrijwaren. Indien vernieling van bestaande habitats onvermijdelijk is, moet ingezet worden op het herstellen van het originele landschap. Dit kan door het eventueel heraanplanten met gebiedseigen planten en het heraanleggen van oeverzones om habitattherstel in de hand te werken. In heidegebieden kan het aanbrengen van plagsel of choppermateriaal een goede startvegetatie creëren.
- De aanleg van wegen doorheen de ecovallei, onder het viaduct, moet vermeden worden. Is dat toch noodzakelijk, dan wordt deze weg best naast één van de landhoofden voorzien. Een natuurlijk scherm met inheemse vegetatie of een artificieel scherm kan verstoring door het verkeer in de vallei verminderen.

Naamgeving

In Vlaanderen is het de gewoonte om grote ontsnipperingsinfrastructuren zoals ecovalleien een naam te geven. Dit verhoogt de herkenbaarheid van het bouwwerk zelf en de oriëntatie van de weggebruiker in het landschap. Daarom wordt steeds gewerkt met een toponiem of een andere naam die refereert naar het gebied dat het ontsnippert. Een voorbeeld is Ecovallei Vossenbergh (N771 Dilsen-Stokkem).

Onderhoud en beheer

Aangezien de natuur doorloopt in een ecovallei is het onderhoud ervan meestal minimaal. Een check van de vallei om de paar jaar is wel aangewezen.

- Bij opslag van bomen moet tijdig een snoeibeurt worden voorzien om aantasting van de constructie te voorkomen.
- Afval dat mogelijk via de rijbaan in de vallei terecht komt wordt opgeruimd.

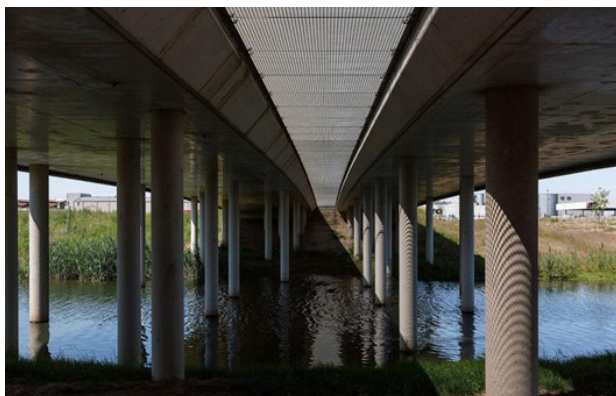
Voorbeelden van werking



Figuur 5- 14: Ecovallei over de Kleine Nete - N19g Kasterlee/Geel



Figuur 5- 15: Ecovallei over de Kleine Nete - N19g Kasterlee/Geel



Figuur 5- 16: Ecovallei over de Kleine Nete - N19g Kasterlee/Geel



Figuur 5- 17: De droge ecovallei Vossenbergh aan de N771 te Dilsen-Stokkem

Figurenlijst

Figuur 5- 1: De verschillende maatregelen opgenomen onder Kleine faunaonderdoorgangen	5
Figuur 5- 2: Schematische voorstelling van de verschillende dimensies van een grote ecotunnel (gebruikt om de openheidsindex te berekenen)	8
Figuur 5- 3: Voorbeeld van een tunnelingang waar gebruik werd gemaakt van gewapende grond waartegen klimplanten vlot groeien en zo de landschappelijke inpassing verbeteren	10
Figuur 5- 4: Grote onderdoorgang onder een spoorlijn in Nederland, die door de korte lengte zeer open is. Voorbeeld van een goede aansluiting van de ecorasters en de geleidende stronkenwal.	11
Figuur 5- 5: Een grote onderdoorgang in Nederland (A27 – Hilversum – Utrechtse Heuvelrug) met een natte zone en aangelegde stronkenwal. De smalle opening tussen de wegbanen kan zorgen voor een geluidsverstoring.	11
Figuur 5- 6: Bovenaanzicht van de grote onderdoorgang in Nederland ((A27 – Hilversum – Utrechtse Heuvelrug). De stobbenwallen zijn ver genoeg doorgetrokken om de dieren naar de onderdoorgang te leiden. De vegetatie moet zich nog ontwikkelen.	11
Figuur 5- 7: Onderdoorgang (A12/E35 – Odiijk Nederland) met waterdoorlatende bodem en een aangelegde greppel die zorgt voor waterafvoer en extra geleiding.	11
Figuur 5- 8: Grote onderdoorgang aangelegd als koker (E314, tussen DenTeut en Tenhaagdoornheide, Zonhoven). De onderdoorgang wordt gebruikt door zowel diverse zoogdiersoorten als door tal van spinnen- en insectensoorten (bron: Lambrecht & Janssen, 2003)	11
Figuur 5- 9: Een bestaande onderdoorgang aangepast voor medegebruik door fauna in het Zoniënwoud.	14
Figuur 5- 10: Pipaenshoek - ecotunnel met medegebruik in het Hallerbos onder de R0/E19 te Halle	14
Figuur 5- 11: Tunnel Hellegat onder E314 in Holsbeek	14
Figuur 5- 12: Ecotunnel Lauwe-Kortrijk E403	14
Figuur 5- 13: Een grote onderdoorgang waarbij de faunapassage ondergeschikt is aan de wegfunctie	14
Figuur 5- 14: Ecovallei over de Kleine Nete - N19g Kasterlee/Geel	17
Figuur 5- 15: Ecovallei over de Kleine Nete - N19g Kasterlee/Geel	17
Figuur 5- 16: Ecovallei over de Kleine Nete - N19g Kasterlee/Geel	17
Figuur 5- 17: De droge ecovallei Vossenbergh aan de N771 te Dilsen-Stokkem	17



Natuur over de weg



Fiche 6

Kleine maatregelen over de weg



Inhoudsopgave

Fiche 6. Kleine maatregelen over de weg	1
Algemene elementen	5
Fiche 6-A. Boombrug	6
Algemene beschrijving en doelsoorten	6
Locatie en geleiding	6
Locatie	6
Geleiding	7
Technisch ontwerp en inrichting	7
Dimensies en materiaalkeuze	7
Types boombruggen	8
Nieuwe aanleg, heraanleg / bevestiging	10
Inrichting	10
Onderhoud en beheer	11
Fiche 6-B. Vleermuispassage	12
Algemene beschrijving en doelsoorten	12
Locatie en geleiding	12
Technisch ontwerp en inrichting	12
Voorbeelden van werking	13
Figurenlijst	14



Algemene elementen

Kleine maatregelen over de weg zijn specifieke voorzieningen over de weg die bedoeld zijn om boombewoners (boombrug) of vleermuizen (vleermuispassage) over de weg te geleiden.

Boombewoners en ook vleermuizen volgen bij voorkeur lineaire landschapsstructuren (corridors) door een landschap zoals natuurlijke hagen, bomenrijen, bosranden en houtwallen, en vermijden vaak open gebied. Wegen verstoren de beweegroute van deze dieren en specifieke maatregelen over de weg moeten hen helpen deze barrière te overbruggen.

Fiche 6-A. Boombrug

Algemene beschrijving en doelsoorten

Wanneer een bomenrij of boszone doorsneden worden door een weg, komen in het beste scenario de boomkruinen langs beide zijden van de weg tot bij elkaar waardoor ze een natuurlijke overbrugging vormen (zie [Fiche 1-F Hop-over](#)). Als dit echter niet mogelijk is, kunnen kunstmatige boombruggen een oplossing bieden om de kruinen van de bomen met elkaar te verbinden over een drukke en/of gevaarlijke weg (Figuur 6-1).

Een boombrug kan uit een eenvoudig touw bestaan, een portiek of nog een andere constructie. Door het aanbrengen van een boombrug kunnen boombewonende soorten op de hoogte van de boomkruinen de oversteek maken en hoeven ze niet de veilige omgeving van de bomen te verlaten om over de grond een weg te kruisen.

De doelsoorten worden dan ook gevormd door boombewoners of klimmers zoals de eekhoorn, eikelmuis, hazelmuis, relmuis, bosmuis, rosse woelmuis en steenmarter. De boomarter vormt eveneens een doelsoort maar is erg moeilijk te geleiden naar een faunavoorziening doordat hij zich niet laat tegenhouden door rasters en hekken. Van de boomarter is enkel bekend dat hij gebruik maakte van een faunaportaal en voor zover geweten nog niet van een eenvoudig touw.

Ook voor vleermuizen kan een boombrug nuttig zijn om als geleidend element te functioneren op hun vliegroute. Er werd al vastgesteld dat ze ook de portalen van verkeersborden gebruiken als geleidend element.

Uitgebreide gedetailleerde informatie over de functionaliteit en technische aandachtspunten bij de aanleg van boombruggen kan gevonden worden in het document van Natuurpunt "[Eekhoornbruggen aanleggen](#)".

Locatie en geleiding

Locatie

Een boombrug wordt aangebracht ter hoogte van bomenrijke locaties waar (een) doelsoort(en) voorkomen. Een boombrug kan de verbindende functie van een bomenrij herstellen of behouden wanneer deze doorkruist wordt door een weg.

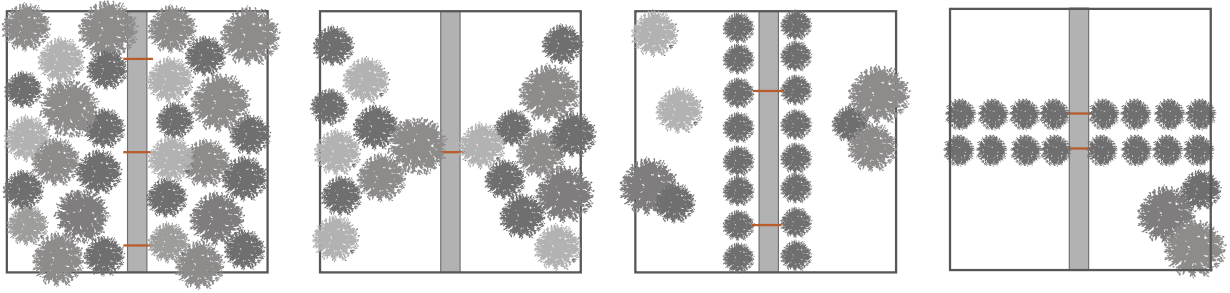
Ook ter hoogte van een aaneengesloten bos of bosfragmenten die doorsneden worden door een weg zijn boombruggen zinvol.

Het is belangrijk dat de kruinen van de bomen aan weerszijden van de weg niet te ver uit mekaar staan. Indien dit niet het geval is moet de overspanning zo natuurlijk mogelijk gemaakt worden.

Aantal of afstand tussen boombruggen:

- Enkele bomenrij of smalle strook bos: één enkele boombrug volstaat
- Grotere boszone wordt doorkruist door een weg over langere afstand: meerdere boombruggen installeren om de $\pm 100\text{m}$.

Bijvoorbeeld eekhoorns vertonen territoriaal gedrag binnen hun eigen leefgebied. Indien de boombrug binnen het territorium van één eekhoorn komt te hangen, zullen de andere eekhoorns nog steeds over de grond de weg kruisen. Daarom is het wenselijk om in een grotere boszone meerdere boombruggen te voorzien.



Figuur 6-1: Verschillende vormen van omliggende bosstructuren bepalen het aantal nodige bruggen. Boombrug = bruine streepjes (bron: Criel, 2009)

Geleiding

De boombrug wordt op hoogte van de boomkruinen bevestigd zodat ze makkelijk bereikbaar is voor de doelsoorten. Als de doelsoort eerst naar de grond moet om dan op de brug te klimmen, is de kans groot dat ze alsnog over de grond de straat oversteken.

Als het niet mogelijk is om de boombrug op kruinhoogte te hangen, moet ze toch zo makkelijk mogelijk bereikbaar zijn eventueel door het plaatsen van een aparte paal. Aangezien de doelsoorten van de boombrug goede klimmers zijn, is het niet eenvoudig om ze weg te houden van de rijbaan. Dit kan bijvoorbeeld door het verbinden van de boom of paal door middel van touwen vanuit omstaande bomen, door inkepingen, door begroeiing van de paal met klimplanten, door opgaande paal met boomstamfragmenten, ...

Het is ook mogelijk om de toegang tot de weg te bemoeilijken door een glad scherm aan te brengen op de aanwezige ecorasters (Zie [fiche 9 Geleiding langs de weg](#)). Hierbij dient wel aandacht besteed te worden aan bijvoorbeeld overhangende takken.

Technisch ontwerp en inrichting

Dimensies en materiaalkeuze

Er bestaan verschillende types boombruggen met op elk type nog verschillende varianten (zie [types boombruggen](#)). Bij de keuze van het materiaal van zowel de brug als de verankeringspunten moet met verschillende zaken rekening worden gehouden:

- De boombrug moet op minstens 6 m boven de grond hangen zodat er geen of weinig turbulentie veroorzaakt door het passerende verkeer voelbaar is voor de doelsoorten op de brug.
- De constructie moet bestand zijn tegen allerlei harde weersomstandigheden. De veiligheid van weggebruikers moet steeds gegarandeerd blijven.
- De bomen of palen die als verankeringspunten gebruikt worden moeten zeer sterk zijn en beschermd worden tegen de trekkrachten van de brug bij ruige weersomstandigheden. De constructie mag zeker niet omwaaien en op de weg (of voet/fietspad, gebouwen, edm) vallen. Er moet ook rekening gehouden worden met mogelijke omvallende bomen of zware vallende takken in de omgeving die de constructie kunnen meenemen zodat ook andere bomen worden meegesleurd.
- Er dient gebruik gemaakt te worden van materialen die slijtvast zijn en een hoge rot- en UV-bestendigheid hebben.
- Er mag geen verlichting op of rond de boombrug aanwezig zijn. Nachtactieve soorten zoals sommige soorten vleermuizen zijn lichtschuw en worden hierdoor afgeschrikt. De brug kan zo ver mogelijk van verlichting geplaatst worden, de straatverlichting kan in de buurt van de boombrug gedoofd of verwijderd worden of de brug kan afgeschermd worden van de verlichting.
- Er mogen geen gladde materialen gebruikt worden, maar ruwe materialen die voldoende grip bieden. Hoe meer de gebruikte materialen natuurlijk aanvoelen hoe groter de kans dat de boombrug effectief gebruikt wordt.
- Van belang voor het gebruik door boommarters is dat de constructie via naaldbomen wordt verbonden met het achterland, aangezien deze ook in de winter voldoende dekking bieden in tegenstelling tot bladverliezende loofbomen..

- Bij het ontwerp en de inrichting moet rekening zijn gehouden met inspectie, onderhoud en monitoring (camera's) in de gebruiksfase.
- Wanneer een grotere afstand overbrugd moet worden (> 70 m) kan een extra steunpaal worden aangebracht in bijvoorbeeld de middenberm voor extra stabiliteit. Door een metalen of kunststof kraagconstructie aan te brengen wordt verhinderd dat de doelsoorten ter hoogte van deze steunpaal naar beneden kunnen klimmen. Deze lange bruggen worden best op een windluwe locatie gehangen of extra gestabiliseerd door een bijkomende verankering d.m.v. stalen spandraden in de grond.

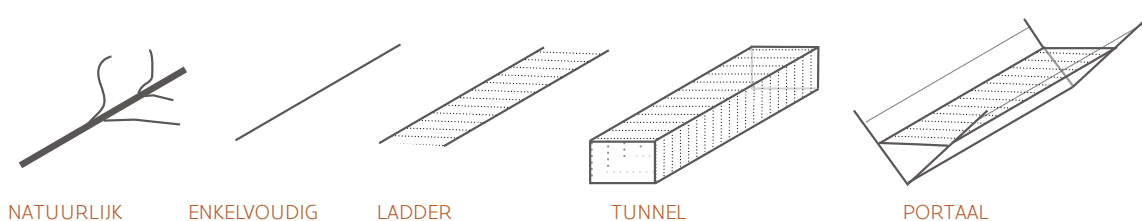
Afhankelijk van de te overspannen lengte, worden stevigere constructies gebruikt. Voor kleinere, lokale wegen volstaat een touw, touwladder of netwerkconstructie. Om een grotere afstand tussen de boomkronen te overbruggen, is een meer stabiele constructie nodig (zie [types boombruggen](#))

- Op snelwegen en zeer brede wegen worden nooit touwconstructies voorzien. Hier kan een verbinding gerealiseerd worden via een aangepast portiek voor signalisatie. Aandachtspunt is hier de goede verbinding met de omliggende bomen.

Types boombruggen

Hieronder worden de meest gangbare typevoorbeelden boombruggen besproken. Gezien het eenvoudige principe van een boombrug zijn er dus op gebied van materiaalkeuze ook nog andere mogelijkheden zolang de algemene, voorgaande principes in acht worden genomen.

Natuurlijk



Figuur 6-2: Verschillende typevoorbeelden van boombruggen (bron: Criel, 2009)

Het beste is dat de boomkruinen elkaar raken over de weg. Dit is echter niet dikwijls het geval vanwege de breedte van de weg en de locatie van de bomen. Bomen staan niet altijd mooi tegenover elkaar en zijn ook niet altijd even groot. Bovendien worden overhangende takken, zeker als ze te laag hangen, dikwijls gesnoeid in functie van de verkeersveiligheid (takbreuk, vallende takken).

Enkelvoudige touwbrug

Deze eenvoudige en goedkope boombrug bestaat uit touw gemaakt van natuurlijke of kunstmatige vezels. De boombrug moet stevig zijn, niet rekbaar (doorhangen vermijden) en bestand zijn tegen gure weersomstandigheden. De ervaring leert dat de touwen na verloop van tijd beginnen doorhangen. Er moet dus naar touwen uitgekeken worden die deze eigenschap minder hebben. Regelmatige controle en opnieuw opspannen van de touwen zal noodzakelijk zijn.

De touwen hebben volgende specificaties:

- Dikte: 48 mm
- Lengte overspanning + minimum 10 m aan elke zijde (tot aan de stam van de eerste stevige boom)
- Materiaal: natuurlijke vezels zoals sisal of hennep/vlas. Spleitex is ook toegelaten. Geen andere synthetische materialen.

De materialen zijn:

- Rotbestendig
- Waterafstotend
- UV-bestendig



Figuur 6- 3: Touwbrug over de N111 te Kalmthout (Kalmthoutse Heide)

Vaak wordt scheepstouw gebruikt. Eventueel kan het touw ook vervangen worden door een houten balk of plank.

Het touw of houten plank/balk wordt aan beide zijden van de weg bevestigd aan een boom. Als alternatief kan de brug ook aan verticaal geplaatste houten palen bevestigd worden. Deze dienen dan eveneens verbonden te worden met de omringende bomen door middel van touwen.

Er dient voldoende spanning op het touw te staan. Anders zijn de doelsoorten minder geneigd om de boombrug te gebruiken. Anderzijds mag de boombrug ook niet te strak gespannen staan zodat de bomen niet overbelast worden en er voldoende beweegruimte is voor de bomen wanneer ze uit elkaar worden getrokken bij ruwe windomstandigheden.

Ladderbrug

Een ladderbrug bestaat uit een eenvoudige touwladder of een variatie hierop. Ook een kabelnet waarbij een net gespannen wordt tussen twee evenwijdige stalen kabels kan goed dienst doen als boombrug. Het net moet wel stevig genoeg zijn en lichtjes meerekken zodat de doelsoorten niet verstrikt geraken. Het voordeel van een ladderbrug ten opzichte van een eenvoudige touwbrug is dat deze breder is (min. 30 cm) waardoor deze ook bruikbaar is voor grotere soorten zoals boommarters of waardoor twee dieren elkaar kunnen kruisen.

Tunnelbrug

Een tunnelbrug kan zowel uit een touwtunnel als kokertunnel bestaan. De afmeting van een tunnelbrug bedraagt 20 x 30 cm. Een tunnelbrug biedt bescherming tegen predatoren maar in de praktijk lopen veel dieren bovenop de tunnel.

Portaal of boomgoot

Een portaal of boomgoot vormt een afgesloten, complexere structuur die gebruikt wordt om grotere afstanden te overbruggen. Doordat dit type doorgaans een gesloten onderkant en opgaande randen heeft, worden de doelsoorten beschermd tegen verstoring van het passerende verkeer en kunstlicht. Dit type boombrug is eenvoudig te installeren op bestaande signalistieportieken over de weg. Indien gebruik gemaakt wordt van onnatuurlijke materialen (metalen koker) dan worden deze best afgewerkt met hout.



Figuur 6- 4: Boomgoot bovenop portiek over de R0 in Groenendaal (Zoniënwoud)

Nieuwe aanleg, heraanleg / bevestiging

Bij de installatie van een boombrug is het belangrijk dat de bomen niet beschadigd worden.

Het gebruik van scheepstouw, eventueel in combinatie met een extra rubberen hoes, voorkomt schade aan de bomen. Boombruggen die een langere afstand overspannen of andere types boombruggen (ladder, tunnel, portaal) worden vaak bevestigd met staaldraad. Hierbij kunnen houten draagbaren aan beide zijden van de boom druk en wrijving wegnemen.

Ook kan er geopteerd worden om een houten paal te gebruiken als ophangpunt voor de boombrug. Hier kan in geboord worden en kan de verankering op een stevige manier gebeuren zonder een boom te beschadigen. Wel wordt deze houten paal best zo dicht mogelijk bij bomen geplaatst zodat de (doel)soorten de constructie makkelijk kunnen bereiken via de bomen of eventueel een extra touw.

Voor de installatie van een eenvoudige boombrug wordt best een boomverzorger, boomsnoeier, het klimteam van de gemeente of eventueel de brandweer ingeschakeld. Bij complexere installaties kan een externe firma worden geraadpleegd.

Het aanbrengen van een boombrug is doorgaans een eenvoudige ingreep welke weinig invloed heeft op de bestaande weguitrusting. Een boombrug kan dan ook ten allen tijde geïnstalleerd worden, los van een eventuele heraanleg of nieuwe aanleg van de weg.

Inrichting

Om de boombrug aantrekkelijker en veiliger te maken voor de doelsoorten kunnen enkele maatregelen getroffen worden.

- Het gebruik van natuurlijke materialen verhoogd de kans dat dieren de passage gebruiken. Bijvoorbeeld de tunnelbrug of boomgoot bekleden met hout, takken neerleggen in de goot, slingerplanten voorzien langs de onnatuurlijke palen.
- Beschutting vormt een belangrijk aandachtspunt om het gevoel van veiligheid voor de doelsoorten te verhogen.
 - Een extra dun touw boven de effectieve boombrug kan de doelsoorten beschermen tegen een aanval van predatoren (roofvogels).
 - meerdere boombruggen op kortere afstand plaatsen.
 - een donkerkleurige brug laat de doelsoorten minder opvallen.
 - Inzetten op natuurlijke bescherming door het zo ver mogelijk laten dichtgroeien van de boomkruinen en andere vegetatie. Naaldbomen bieden ook in de winter beschutting aangezien ze – in tegenstelling tot loofbomen - hun naalden behouden. Wanneer de keuze zich aandient, wordt er dan ook beter voor naaldbomen geopteerd om de boombrug aan te bevestigen.
- Het aanplanten van voedselbomen rond de toegang van de boombrug kan dienen als aantrekkelijk element en de doelsoorten geleiden naar de boombrug.
- Het is ook zeer belangrijk dat er een goede aansluiting is tussen de boombrug en de bomen of struiken aan beide zijden van de weg.

Onderhoud en beheer

Het is van groot belang dat de veiligheid van dier en mens gewaarborgd wordt. Er is dan ook een regelmatige controle (meermaals per jaar) nodig zodat er geen elementen van de boombrug naar beneden kunnen vallen met alle gevolgen van dien.

Bij een controle en eventueel onderhoud dient aandacht te gaan naar volgende aspecten:

- Loshangende takken op en rond de boombrug verwijderen.
- De toegang tot de brug moet vrijgehouden worden waardoor de doelsoorten makkelijk op de brug kunnen geraken. Dit kan simpelweg gebeuren door takken die een belemmering zouden kunnen vormen te verwijderen.
- De verankering aan het portaal en aan de bomen moet onderhouden worden en hersteld indien nodig.
- De constructie moet stabiel blijven en eventueel extra verankerd worden voor extra stevigheid.
- Het materiaal moet gecontroleerd worden op slijtage en indien nodig vervangen worden.
- Doorhangende touwen moeten opnieuw aangespannen worden.
- Er moet ook gecontroleerd worden op loshangende onderdelen aangezien deze kunnen vallen en de veiligheid van zowel dier als mens in gevaar kunnen brengen.

Fiche 6-B. Vleermuispassage

Algemene beschrijving en doelsoorten

Een vleermuispassage of vleermuisportaal is een constructie naast of over een weg waarbij vleermuizen veilig wegen kunnen oversteken.

Een vleermuispassage dient als geleiding voor vleermuizen en moet voorkomen dat deze aangereden worden bij het oversteken van een brede weg. Een dergelijke passage kan bestaan uit een constructie die door vleermuizen als een obstakel wordt waargenomen door middel van echolocatie. Door de constructie op de correcte plaats te installeren kunnen geleidende landschapselementen vervuld worden en kunnen de dieren hoogte houden bij het kruisen van de weg. Uit monitoringsonderzoek blijkt echter dat vleermuispassages niet erg effectief zijn en weinig worden gebruikt (Berthinussen & Altringham, 2012, Claireau et al. 2019).

Locatie en geleiding

Het is belangrijk dat de passage aansluit op vliegroutes die vleermuizen volgen, zoals dwarsende bomenrijen, houtkanten en andere verticale structuren aan beide zijden van de (snel)weg. Vleermuizen passeren ook dikwijls ter hoogte van waterlopen. Om de weg over te steken kunnen vleermuispassages er voor zorgen dat ze voldoende hoogte houden om niet in aanraking te komen met het verkeer.

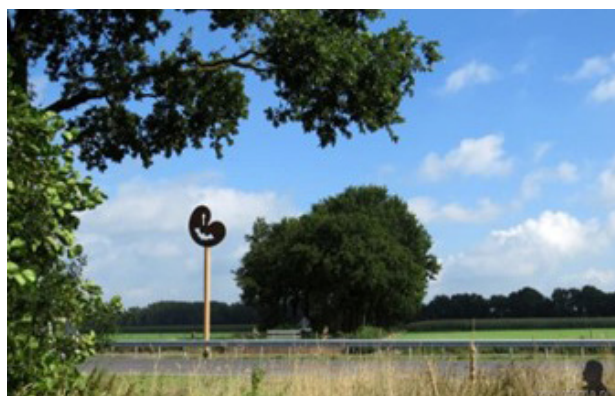
Technisch ontwerp en inrichting

De vleermuispassage kan bestaan uit een portaal speciaal gebouwd voor de vleermuizen, veelal van staal, dat de gehele weg overspant. De constructie is vergelijkbaar met een verkeersportaal voor bewegwijzering of signalering, waarop bijvoorbeeld een raster van zwart metaal is geplaatst.

Het vleermuisportaal hangt minstens 6 meter boven de weg en dient onverlicht te zijn.

Een vleermuispassage of vleermuis hop-over kan ook bestaan uit een paal met daarop een platte vorm in de bermen aan weerszijden van de weg. Bij brede overspanningen moet er dan ook een paal in de middenberm voorzien worden. De platte vormen worden door de vleermuizen gebruikt om zich te oriënteren door middel van echolocatie.

Door het plaatsen van dergelijke palen op minder gebruikte en onverlichte bruggen kan deze ook gebruikt worden als veilige vleermuispassages.



Figuur 6- 5: Hop-over voor vleermuizen over de N381 in Nederland

Voorbeelden van werking



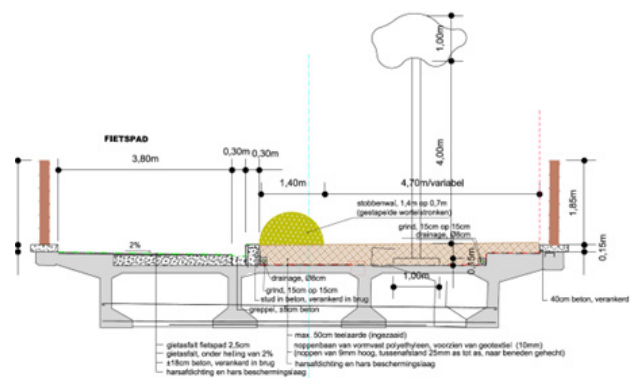
Figuur 6- 6: Vleermuisportaal (N35, Zwolle, Nederland)



Figuur 6- 7: Vleermuisportaal ter hoogte van knooppunt Joure (Nederland). Het portaal vormt het verlengde van een bomenwal, die haaks op de weg staat.



Figuur 6- 8: Vleermuisportaal ter hoogte van knooppunt Joure (Nederland).



Figuur 6- 9: Ontwerp bermbrug E17 Waasmunster met vleermuizen hop-over

Figurenlijst

Figuur 6- 1: Verschillende vormen van omliggende bosstructuren bepalen het aantal nodige bruggen. Boombrug = bruine streepjes (bron: Criel, 2009)	7
Figuur 6- 2: Verschillende typevoorbeelden van boombruggen (bron: Criel, 2009)	8
Figuur 6- 3: Touwbrug over de N111 te Kalmthout (Kalmthoutse Heide)	9
Figuur 6- 4: Boomgoot bovenop portiek over de R0 in Groenendaal (Zoniënwoud)	9
Figuur 6- 5: Hop-over voor vleermuizen over de N381 in Nederland	12
Figuur 6- 6: Vleermuisportaal (N35, Zwolle, Nederland)	13
Figuur 6- 7: Vleermuisportaal ter hoogte van knooppunt Joure (Nederland). Het portaal vormt het verlengde van een bomenwal, die haaks op de weg staat.	13
Figuur 6- 8: Vleermuisportaal ter hoogte van knooppunt Joure (Nederland).	13
Figuur 6- 9: Ontwerp bermbrug E17 Waasmunster met vleermuizen hop-over	13



Fiche 7

Bermbrug



Inhoudsopgave

Fiche 7. Bermbrug	1
Algemene beschrijving en doelsoorten	5
Locatie en geleiding	5
Locatie	5
Geleiding	6
Technisch ontwerp en inrichting	6
Onderhoud en beheer	8
Voorbeelden en werking	8
Figurenlijst	9



Algemene beschrijving en doelsoorten

Er zijn reeds vele bruggen voor menselijk gebruik aanwezig in het dichtbebouwde Vlaanderen. Met een wegdek bestaande uit asfalt, beton, klinkers of andere verhardingen zijn deze weinig aantrekkelijk voor dieren. Door deze bruggen veelzijdiger in te richten, kunnen ze gebruikt worden door zowel mens als dier.

Bij een bermbrug blijft de hoofdfunctie van de brug afgestemd op menselijk gebruik maar door aanvullend een groene berm te voorzien kan de brug ook gebruikt worden als faunapassage. Deze berm bestaat uit een onverharde, groene strook die zowel door kleine dieren (insecten, amfibieën, zoogdieren, ...) als iets grotere dieren gebruikt kan worden (bijvoorbeeld reeën).

Een bermbrug biedt voor de mens bovendien een aangenaamere verbinding die de connectie met de natuur verhoogd. Als passage voor de dieren is het minder effectief als een zuivere natuurverbinding maar het biedt opportuniteiten waar er anders geen verbindingen aanwezig of mogelijk zijn.

Hoewel een bermbrug slechts een (relatief) kleine ingreep vraagt, kan het voor bepaalde soorten een groot verschil maken. Zo zijn er waarnemingen bekend van de rugstreeppad en gladde slang op de bermbrug Heiwijk over de E314 tussen Genk en Maasmechelen (zie [voorbeelden van werking](#)).

Een bermbrug kan gerealiseerd worden zowel bij nieuwe aanleg als op een bestaande brug. In beide gevallen biedt het combineren van trage verkeersfuncties (recreatieve wandel- en fietsverbindingen, functionele fietsverbindingen, zeer lokale wegen) in het buitengebied de opportuniteit om ontsnippering te realiseren met een beperkt budget en minder administratieve lasten.

Locatie en geleiding

Locatie

Voor het realiseren van een bermbrug is men afhankelijk van de verbindingen die erover gerealiseerd worden bij nieuwe aanleg of van de intensiteit van het verkeer dat aanwezig is op een bestaande brug.

Het realiseren van een bermbrug is enkel nuttig als deze gelegen is in het buitengebied en/of er leefgebieden van soorten aanwezig zijn.

Eventueel kan een bermbrug ook gerealiseerd worden in combinatie met functioneel fietsverkeer of zeer lokaal autoverkeer. In het laatste geval moeten er snelheidsbeperkende maatregelen worden getroffen. Bijvoorbeeld door het instellen van de weg als fietsstraat.

Een bermbrug kent het grootste succes wanneer de verkeersintensiteit op de brug beperkt is.

Het is zeer belangrijk dat de verkeersintensiteit op de brug laag blijft. Dus bij voorkeur wordt er gecombineerd met recreatieve fiets- of wandelpaden. Soms is het belangrijk dat de brug toegankelijk blijft voor landbouwverkeer.

Geleiding

Net zoals bij andere ontsnipperingsmaatregelen is het hier ook van groot belang dat er een raster wordt voorzien om de dieren naar de brug te geleiden en er voor te zorgen dat ze niet via de weg trachten over te steken. Voor technische beschrijving zie [Fiche 9 Geleiding langs de weg](#).

Technisch ontwerp en inrichting

Bestaande bruggen kunnen relatief eenvoudig omgevormd worden tot een bermbrug waarbij recreatie en/of beperkt verkeer gecombineerd wordt met een vegetatiestrook.

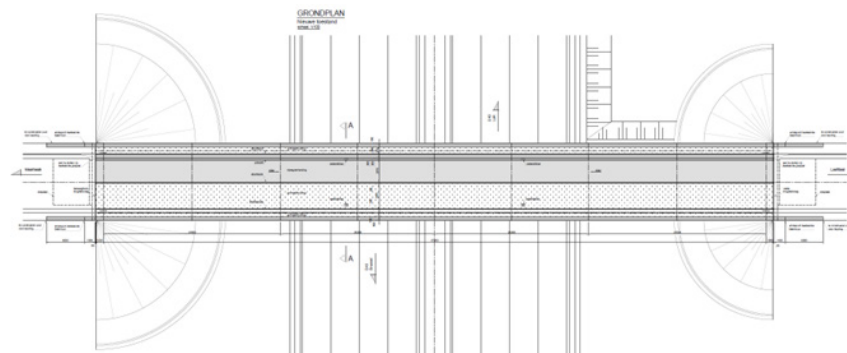
Door het verwijderen van een deel van de asfaltlaag, het aanbrengen van een takkenwal en het voorzien van geleidende elementen kan een bestaande brug relatief eenvoudig omgevormd worden tot een bermbrug

Ook bij **nieuwe bruggen** is het zinvol en relatief eenvoudig om een berm te voorzien waar verschillende soorten gebruik van kunnen maken.

Uit onderzoek blijkt dat het gebruik door fauna van een bermbrug voornamelijk bepaald wordt door de structuur en inrichting en in mindere mate door het medegebruik.

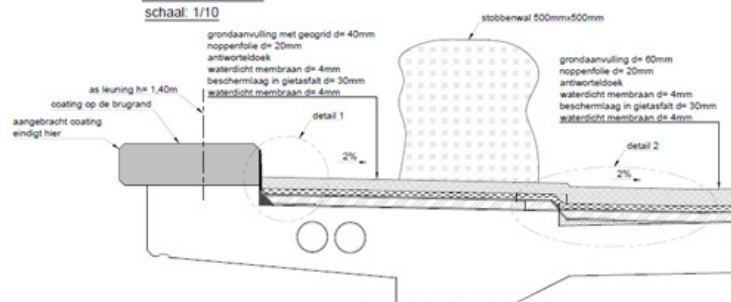
Aandachtspunten:

- De waterhuishouding en stabiliteit van de brug zijn bij het aanpassen van bruggen steeds een aandachtspunt en het is altijd nuttig om het advies van brugtechnische experts (voor de Vlaamse Overheid EBS) in te schakelen alvorens over te gaan tot enige ingreep op de brug (zie [Fiche 8 Ecoduct / Landschapsbrug](#)) voor uitgebreidere informatie omtrent de waterhuishouding).
- De vegetatiestrook van een bermbrug moet ten minste 1 meter breed zijn.
- Een gronddek van minimaal 20 cm is wenselijk om een gras- en kruidenrijke vegetatie tot ontwikkeling te laten komen. Het materiaal moet streekeigen zijn en kan best uit de nabije omgeving gehaald worden. Doorgaans kan de vegetatie van de berm zich spontaan ontwikkelen door zaad uit de omgeving en is het niet nodig de berm actief in te zaaien.
- Verstoring van de doelsoorten wordt beperkt door het aanbrengen van een scheiding tussen de weg en de berm. Dit kan door een kunstmatig scherm of stobbenwal/takkenril. Deze laatste zorgt er ook voor dat kleinere dieren beschutting vinden op hun weg over de brug.
- Verstoring op de brug moet ook beperkt worden door het aanbrengen van een lichtdicht scherm om de rand van de brug. Dit moet zeker aan de kant van de groene strook het bewegende licht van de koplampen van het verkeer onder de brug afschermen
- Er moeten eveneens maatregelen genomen worden tegen het licht van verlichtingspalen in de buurt van de brug. Dit kan door het verlagen van de palen of het afschermen van het verlichtingselement.
- Wanneer de weg over de brug slechts beperkt gebruikt wordt, kan overwogen worden deze niet te asfalteren maar een andere (half)verharding te gebruiken. Op deze manier kan de volledige breedte van de brug gebruikt worden door zowel mens als dier. Soorten zoals ree kunnen deze bruggen ook gebruiken als passage.
- Er worden best geen betonnen karrensporen geplaatst op een brug vanwege de bewegelijkheid van de constructie.
- De eventuele passage van dieren moet aan de voet van de brug onder de aandacht van de weggebruikers gebracht worden.



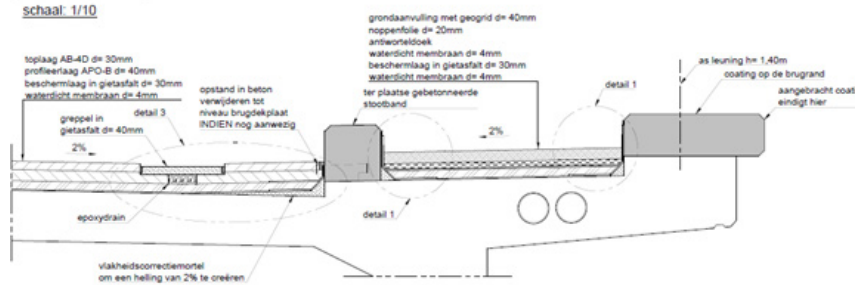
DETAIL A

schaal: 1/10



DETAIL C

schaal: 1/10



Figuur 7-1: Grondplan en details Bermbrug te Bertem over de E40 Brussel Luik

Soms is er op korte termijn een quick-win gewenst, vaak in functie van de verkeersveiligheid. In dit geval kan een brug ook met beperkte inrichtingsmaatregelen en via het plaatsen van geleiding en een raster dienst doen als tijdelijke passage. Zo beschermt het raster de dieren tegen het verkeer en worden ze verplicht om de brug te nemen, zelfs al is deze er niet optimaal voor ingericht.

Zo een quick-win is echter geen optimale ecologische oplossing en zal enkel werken voor een beperkt aantal grotere zoogdieren, zoals wolf of ree en misschien ook vos en everzwijn. Maar het merendeel van de soorten wordt hier niet mee geholpen. Het kan dus gezien worden als een voorlopige ingreep als er dringend iets moet gebeuren, soms in afwachting van meer duurzame maatregelen.

Een belangrijk aandachtspunt bij de afscherming is dat de wallen, schermen of beplanting op een smal ecoduct (< 20m) geen tunnel effect mogen creëren.

Onderhoud en beheer

Van bij de start van de (her-)inrichting van een bermbrug moeten er concrete afspraken gemaakt worden over de controle en het onderhoud. Dit wordt vastgelegd in een samenwerkingsovereenkomst.

Voorbeelden en werking



Figuur 7- 2: Bermbrug Heiwijk (over de E314 Genk – Maasmechelen) (bron: natuurpunt, Simon Feys). De bermbrug wordt ook met succes door de zeldzame gladde slang gebruikt.



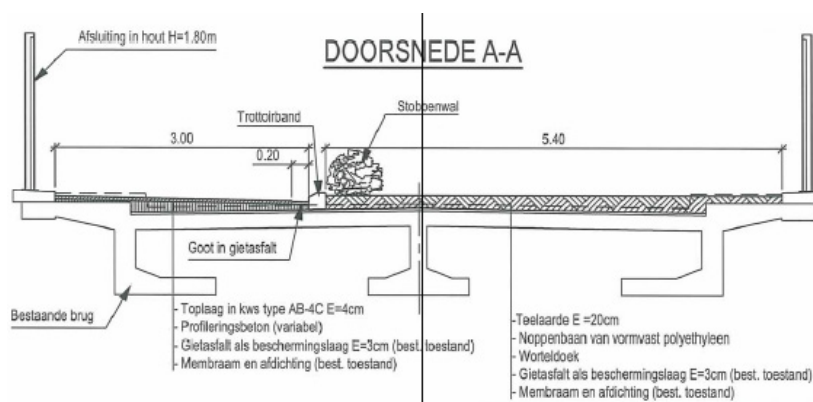
Figuur 7- 3: Schematische voorstelling van de Hoogmolenbrug over het Albertkanaal te Schoten (de werken worden in de zomer 2022 afgerond).



Figuur 7- 4: Bermbrug te Nevele E40/A10



Figuur 7- 5: Simulatie uit Ontsnipingsstudie E40/A10 – combinatie met recreatief fietspad



Figuur 7- 6: Voorstel dwarsdoorsnede uit Ontsnipingsstudie E40/A10 – combinatie met recreatief fietsverkeer

Figurenlijst

Figuur 7- 1: Grondplan en details Bermbrug te Bertem over de E40 Brussel Luik	7
Figuur 7- 2: Bermbrug Heiwijk (over de E314 Genk – Maasmechelen)(bron: natuurpunt, Simon Feys). De bermbrug wordt ook met succes door de zeldzame gladde slang gebruikt.	8
Figuur 7- 3: Schematische voorstelling van de Hoogmolenbrug over het Albertkanaal te Schoten (de werken worden in de zomer 2022 afgerond).	8
Figuur 7- 4: Bermbrug te Nevele E40/A10	8
Figuur 7- 5: Simulatie uit Ontsnipperingsstudie E40/A10 – combinatie met recreatief fietspad	8
Figuur 7- 6: Voorstel dwarsdoorsnede uit Ontsnipperingsstudie E40/A10 – combinatie met recreatief fietsverkeer	8





Fiche 8

Ecoduct



Inhoudsopgave

Fiche 8. Ecoduct	1
Algemene elementen	5
Fiche 8A – Ecoduct zonder medegebruik	6
Algemene beschrijving en doelsoorten	6
Locatie en geleiding	7
Locatie	7
Geleiding	7
Technisch ontwerp en inrichting	8
Dimensies	8
Materiaalkeuze	9
Waterhuishouding	10
Inrichting	11
De aanloopgebieden	11
Grondpakket	12
Beplanting	13
Afscherming	14
Natuurinclusief bouwen	15
Broedplaatsen voor vogels	15
Vleermuizenkelder	16
Onderhoud en beheer	16
Voorbeelden en werking	16
Fiche 8-B. Ecoduct met medegebruik	18
Algemene beschrijving en doelsoorten	18
Locatie en geleiding	18
Dimensies	19
Nieuwe brug	20
Gemotoriseerd medegebruik	20
Zacht medegebruik	20
Omvormen bestaande brug	21
Stabiliteit en belasting	21
Waterhuishouding	22
Inrichting	23
Indeling zones	23
Scheiding van functies	23
Beperken van verstoring	23
Onderhoud en beheer	24
Voorbeelden en werking	25
Figurenlijst	26



Algemene elementen

Ecoducten zijn bruggen waarvan de hoofdfunctie afgestemd is op het gebruik door dieren en dus dienen als faunapassage over een weg.

Bij een ecoduct zonder medegebruik is de brug uitsluitend bedoeld om lokale populaties van fauna en flora te verbinden. De leefgebieden moeten zo ongestoord mogelijk over de weg doorlopen. Zie [Fiche 8-A Ecoduct](#) zonder medegebruik. In sommige gevallen kan er een zeer beperkt recreatief medegebruik worden ingericht voor de mens of voor ruiters, maar de nadruk ligt steeds op het gebruik door fauna en flora. Voor een ecoduct met medegebruik zie [Fiche 8-B Ecoduct](#) met medegebruik.

Een **landschapsbrug** bevindt zich op een grotere ruimtelijke schaal, waarbij de constructie grotere dimensies heeft dan een ecoduct of waarbij de weg in een tunnel onder het landschap geleid wordt. Op die manier kan het landschap ongehinderd doorlopen, zodat landschappen en/of ecosystemen ongestoord verbonden kunnen worden (of dat er vermeden wordt dat deze versnipperen).

Uit een studie van [Sijtsma et al. \(2020\)](#) blijkt dat een ecoduct (of landschapsbrug) zonder medegebruik het meest effectief is in termen van ecologische winst. Deze constructies zijn geschikt voor een verscheidenheid aan diersoorten en omdat er minder verstoring optreedt dan op ecoduct met medegebruik. Bij een landschapsbrug kan daarnaast ook het hele landschap met al zijn landschapselementen verbonden worden. Deze maatregelen hebben dus op gebied van natuurwaarde en ecologische winst voorrang op een brug met medegebruik.

Het grote aantal wegen in Vlaanderen betekent niet enkel een grote impact door versnippering voor diersoorten. Ook recreanten (wandelaars, fietsers, ruiters) ondervinden barrières in wandel-, fiets- en ruiterrouters. **Een ecoduct met medegebruik vormt een alternatief waarbij niet enkel wordt ingezet op ontsnippering voor dieren maar ook nagedacht wordt over een maatschappelijke invulling.**

Wanneer ook de kost van de constructie van een ecoduct in rekening wordt gebracht, scoort het ecoduct met medegebruik vaak beter als oplossing dan een ecoduct of landschapsbrug. Zie ook het [INBO-rapport door Leone et al. \(2020\)](#) waarbij een grondig onderzoek werd verricht naar randvoorwaarden bij medegebruik op ecoducten.

Ecoducten betreffen altijd grote infrastructuurprojecten waaraan een grondig planproces voorafgaat. Op elke locatie en bij elk project moet dan ook een afweging gemaakt worden tussen wat de natuurdoelstellingen zijn, wat de technische mogelijkheden zijn en welk budget er geïnvesteerd kan worden. **Procesmatige leerpunten voor toekomstige projecten** voor de aanleg van ecoducten worden geduid in het rapport van [Leone et al. \(2017, INBO\)](#).

In deze fiche worden handvaten aangereikt om deze projecten mee vorm te geven zodat de ecologische functionaliteit geoptimaliseerd wordt.

Fiche 8A – Ecoduct zonder medegebruik

Algemene beschrijving en doelsoorten

De termen ecoduct of landschapsbrug betreffen passages over de weg die louter bedoeld zijn voor de natuur. Het leefgebied van dieren en planten loopt namelijk door over een ecoduct of landschapsbrug waardoor het aan beide zijden van de brug verbonden wordt.

Het verschil tussen een ecoduct of landschapsbrug wordt bepaald door de dimensies van de constructie. Doorgaans wordt de grens op 80 meter breedte gelegd. Bij smallere constructies wordt over een ecoduct gesproken, bij bredere over een landschapsbrug.



Figuur 8- 1: N19g - Landschapsbrug (490m) te Kasterlee onder de Hoge Mouw in de Heuvelrug tussen Herentals en Lichtaart.

Landschapsbruggen kunnen op verschillende manieren ontworpen worden. De weg in een tunnel onder het landschap leiden is een manier om het landschap ongehinderd te laten doorlopen. In andere gevallen moeten landschapsbruggen op die manier ontworpen worden dat een connectie op het ecosysteem niveau kan plaatsvinden. De optimale breedte hiervoor zal afhangen van het belang en het type habitat dat verbonden moet worden, en dit kan oplopen tot enkele honderden meters daar waar de connectiviteit van het landschap moet bewaard worden. Alle natuurwaarden kunnen dus doorlopen via een landschapsbrug en versnipperde landschappen kunnen een geheel blijven of opnieuw een geheel vormen. Landschapsbruggen zijn vooral geschikt in heuvelachtige gebieden.

Aangezien het verschil tussen ecoducten en landschapsbruggen voornamelijk om de breedte gaat en er in Vlaanderen nog maar één landschapsbrug bestaat, zal het vervolg van dit hoofdstuk focussen op ecoducten. De principes die beschreven worden zijn eveneens van toepassing op landschapsbruggen.

Ecoducten zijn doorgaans eerder gericht op grote (zoog)dieren maar dit sluit niet uit dat ook heel wat kleinere soorten – of het nu kruipend, huppelend, springend of vliegend is – er ook gebruik van maken. Door de grote omvang van een ecoduct, is er veel variatie in inrichting mogelijk en bijgevolg kunnen nagenoeg alle op het land levende soorten gebruik maken van een ecoduct.

Voor heel wat reptielen zoals hagedissen en slangen en ook voor insecten zoals vlinders, loopkevers en sprinkhanen is een ecoduct de enige effectieve verbinding om een weg te kruisen. Ook voor vleermuizen is de donkere zone aan een ecoduct aantrekkelijker om te volgen in plaats van de (dikwijls) verlichte weg zelf te kruisen. Strikt watergebonden soorten zoals vissen kunnen uiteraard geen gebruik maken van een ecoduct. Voor meer oevergebonden soorten zoals otter, bever en waterspitsmuis, zijn ecoducten doorgaans ook niet zo aantrekkelijk. Ecoducten kunnen ingericht worden met 'natte zones' zodat deze soorten en ook amfibieën (kikkers, padden, salamanders) er gebruik van kunnen maken.

Het gaat om een maatregel die zodanig ingericht wordt dat dieren opnieuw veilig van de ene kant naar de andere kant van de weg kunnen oversteken. Op die manier worden, naast de verbindingsfunctie, ook dierlijke verkeersslachtoffers vermeden en de verkeersveiligheid verhoogd.

Door de grote omvang en hoge kostprijs van een ecoduct vormt deze vooral een geschikte oplossing over grote versnipperende infrastructuren met veel verkeer, ter hoogte van zeer belangrijke natuurgebieden of ter hoogte van echte 'missing links' voor de instandhouding en verspreiding van belangrijke soorten.

Locatie en geleiding

Locatie

De meest geschikte locatie voor een ecoduct hangt af van verschillende factoren zoals de aanwezigheid en het gedrag van de (doel)soorten, topografie van de omgeving, de stabiliteit van de ondergrond en de landschapsinpassing.

Met volgende randvoorwaarden moet rekening gehouden worden bij de locatiekeuze:

- Zowel de bestaande leefgebieden als het ecoduct zelf moeten vlot bereikbaar zijn voor de doelsoorten. De aanloopgebieden naar het ecoduct moeten dus aansluiten op bestaand leefgebied of hiermee via geschikte biotopen verbonden worden.
- Een ecoduct wordt best aangelegd **op migratieroutes of daar waar een verbinding kan gemaakt worden** met optimale habitats voor de doelsoort(en) **aan beide zijden van de weg**. De locatie moet afgestemd worden met zowel het voorkomen als het gedrag van de doelsoorten.
- De ligging van de weg ten opzichte van het maaiveld is belangrijk bij de locatiekeuze. Als de weg hoger ligt dan het maaiveld heeft dit een aanzienlijke invloed op de aanleg en van de aanloophellingen en de nodige ruimte hiervoor (zie [Technisch ontwerp en inrichting](#)). Ook de landschappelijke impact ervan is zeer hoog. Zeker in een vlak landschap. Als de weg lager ligt dan het maaiveld aan 1 of beide kanten van de weg, dan maakt dit de inrichting van de aanloopgebieden een stuk eenvoudiger omdat kleinere hoogteverschillen moeten worden overbrugd.
- Er moet voldoende ruimte zijn aan beide zijden van het ecoduct om de aanloopgebieden in te richten (zie [Technisch ontwerp en inrichting](#)).
- De terreinen aan weerszijden van het ecoduct zijn best in het beheer van een terreinbeherende instantie zodat de latere opvolging en het onderhoud verzekerd zijn.
- Het ecoduct moet **op lange termijn toegankelijk blijven vanuit de omgeving voor de (doel)soorten**. Hiervoor dienen via de ruimtelijke ordening de nodige stappen ondernomen te worden dat deze toegang verzekerd blijft gedurende de levensduur van het ecoduct. We spreken hier over een periode van zo'n 50 à 100 jaar.
- Plaatsen waar menselijke activiteiten voor verstoring kunnen zorgen worden best gemeden of er moeten maatregelen genomen worden om de bereikbaarheid voor de mens te ontmoedigen. Bijvoorbeeld door het omleggen van wandel-, fiets- of mountainbikeroutes. (Indien medegebruik voor recreatie gewenst is verwijzen we naar [Fiche 8-B Ecoduct met medegebruik](#). Dit gaat echter steeds ten koste van het gebruik door wilde fauna.)
- Ook de mogelijke impact van andere aanwezige infrastructuur in de omgeving, zoals bijvoorbeeld windmolens, moet onderzocht worden.

Geleiding

Net zoals bij andere faunavoorzieningen kan een ecoduct enkel optimaal functioneren als er geleiding aanwezig is vanuit het landschap. Ook de geleiding langs de weg is belangrijk. Deze is ook belangrijk om te verhinderen dat de (doel)soorten de weg op een andere locatie kunnen kruisen.

Geleidende infrastructuur, zoals ecorasters, dienen naadloos op de constructie aan te sluiten. Voor de mogelijkheden qua geleiding en technische randvoorwaarden wordt verwezen naar [Fiche 9 Geleiding langs de weg](#).

Ook de geleiding of aantrekking vanuit het landschap is belangrijk. Dit kan gerealiseerd worden door middel van de aanleg van poelen aan de voet van de toegangshellingen, door het planten van houtkanten of door het neerleggen van een lange stronkenwal of takkenril. Zie hiervoor [Fiche 10 Landschappelijke geleiding](#).

Technisch ontwerp en inrichting

Ecoducten zijn zo goed als altijd een nieuw infrastructuurproject en er kan dus maximaal worden ingezet op een ontwerp in functie van de ecologische doelstellingen.

Als dit niet het geval is, wordt verwezen naar [Fiche 8-B Ecoduct met medegebruik](#).

In functie van de gewenste begroeiing op het ecoduct dient een **dik pakket grond** te worden voorzien (zie [Inrichting](#)). Dit vormt **een aanzienlijke constante belasting** op de constructie met grote afdragende funderingslasten als gevolg. Overspanningen worden daarom best zo beperkt mogelijk gehouden en de nodige aandacht dient besteed te worden aan de ondergrond en funderingsberekeningen. Voor het uitwerken van het technisch ontwerp van de brugconstructie zelf wordt beroep gedaan op een technisch ontwerp bureau (binnen de Vlaamse Overheid via EBS)

Een van de grootste aandachtspunten bij het ontwerp van een ecoduct is **de waterhuishouding**. Water moet vastgehouden worden voor de vegetatie, maar overtollig water moet tegelijkertijd efficiënt worden afgevoerd om de constructie niet aan te tasten. Een goede waterdichting is hierbij essentieel (zie [Waterhuishouding](#)).

Gezien de grote omvang van het project en de vele aspecten waarmee moet rekening gehouden worden, wordt aangeraden om een **variantenstudie** te houden. Daarbij worden verschillende types uitgetekend en tegen elkaar afgewogen. Hierbij wordt eveneens gekeken naar de inpassing in de omgeving, de (ecologische) functie, de eisen van de doelsoorten, de veiligheidseisen rond de weg en van de wegbeheerder, de kosten, de stabiliteit van de ondergrond, esthetische aspecten, etc.

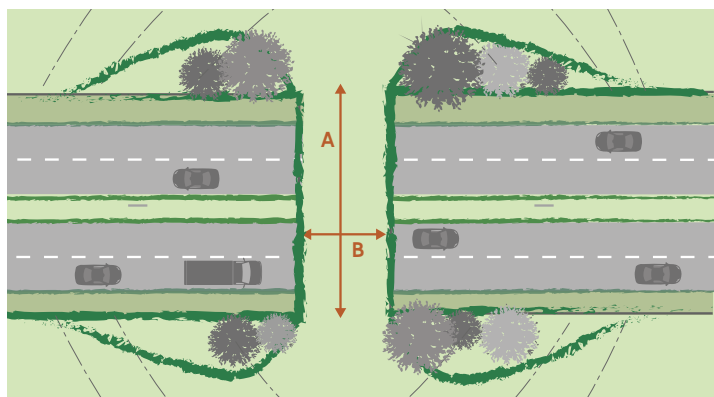
Dimensies

Voor de bouw van een ecoduct geldt het motto “hoe breder, hoe beter” doordat de efficiëntie van het ecoduct dan ook verhoogt. Met een breder ecoduct wordt een veiliger gevoel bij de overstekende dieren gecreëerd. Daarnaast zijn er ook meer mogelijkheden voor de inrichting van het ecoduct waardoor er meer (doel)soorten van het ecoduct gebruik (kunnen) maken.

Een ecoduct moet vooral breed genoeg zijn zodat er verschillende habitats kunnen gecreëerd worden, afgestemd op de doelsoorten. Hierbij is de lengte van invloed op de beperkende werking van de breedte (Figuur 8-2).

Breedte/lengte $\geq 0,8$

In Vlaanderen wordt steeds gestreefd naar een breedte van 60 m ongeacht de overspanning. Maar in bepaalde gevallen en bij duidelijk kortere overspanningen kan een minimale breedte van 40 m ook volstaan voor het merendeel van de doelsoorten.



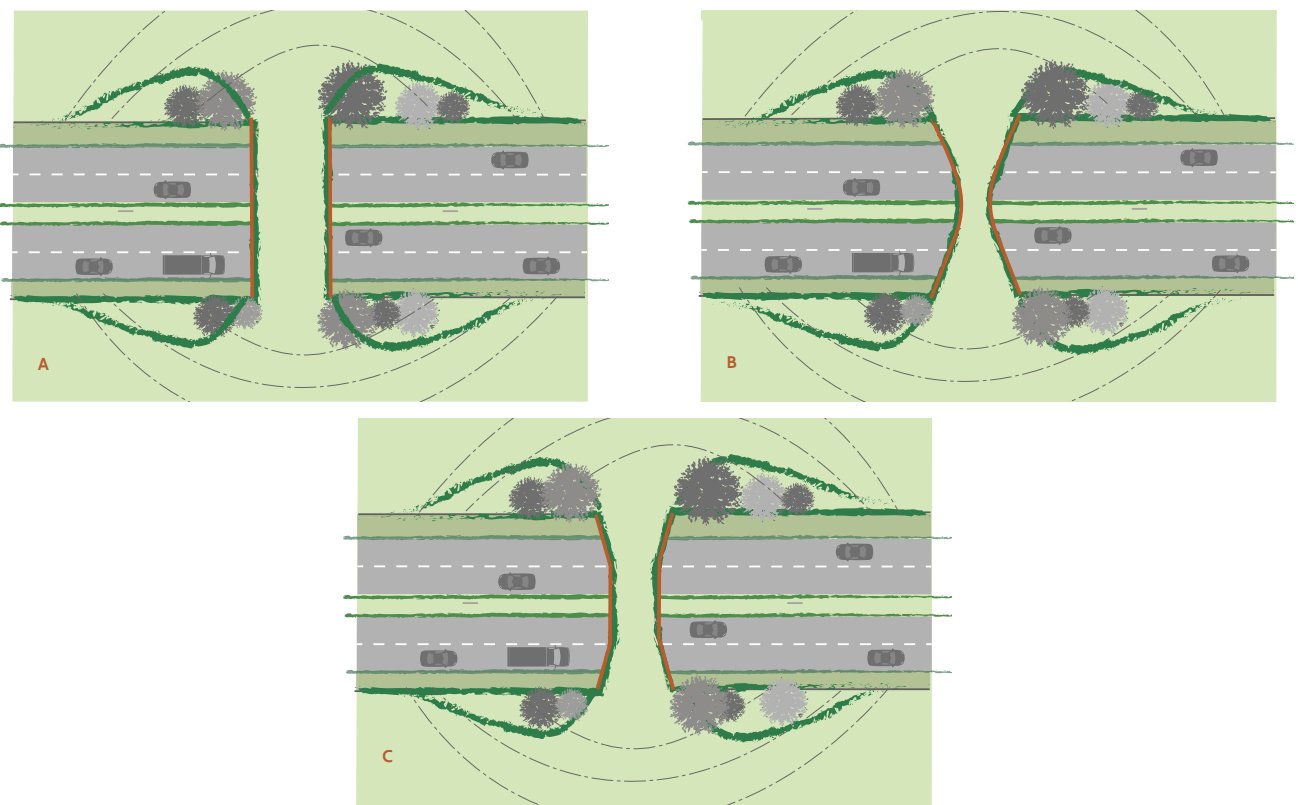
Figuur 8- 2: Terminologie gebruikt om de dimensies van een ecoduct aan te duiden. A= Lengte, B = Breedte

Voor een landschapsbrug wordt een minimale breedte van 80 m gehanteerd zodanig dat het landschap met de bijhorende habitats kan doorlopen over de brug.

Bij smallere uitvoeringen wordt de doelstelling beperkt tot een aantal specifieke soorten aangezien de inrichting minder gevarieerd kan zijn door gebrek aan ruimte. In dergelijke situaties is het belangrijk om uit te maken wat de meest kritische soort is en welke eisen deze soort vooropstelt. Mogelijk kan geopteerd worden voor de aanleg van een smaller ecoduct dat ingericht wordt voor een specifieke doelsoort (bv. de ree) in combinatie met een alternatieve of aanvullende oplossing in de buurt voor andere doelsoorten, zoals kleine ecotunnels of een verbinding langs een waterloop ([Fiche 4 Kleine faunaonderdoorgangen](#)). In dit geval moet ook de geleiding langs de weg aansluiten op elk van de verschillende voorzieningen.

De afweging dient steeds gemaakt te worden in hoeverre het ecoduct of landschapsbrug een meerwaarde zal betekenen ten opzichte van andere, minder dure oplossingen.

Een ecoduct kan in verschillende vormen uitgevoerd worden, waarvan de keuze voornamelijk zal afhangen van de mogelijkheden voor aansluiting op de omgeving en het budget (Figuur 8-3).



Figuur 8- 3: Voorbeelden van verschillende vormen van ecoducten. Een rechte vorm met parabolisch of trechtervormige toegang (A) wordt vaak gekozen om de kosten te drukken, die toenemen met de oppervlakte van de brug. De constructie van een zuivere parabolische vorm (B, C) is moeilijker en kostelijker dan een recht ontwerp (A)

Materiaalkeuze

Ecoducten zijn meestal vervaardigd uit beton. Maar in feite is het type draagstructuur belangrijker dan het materiaal waaruit ze zijn opgebouwd. Bij Expertise Beton en Staal (EBS) kan men advies vragen en bestaan er goede richtlijnen over hoe het type structuur er moet uit zien.

Er dient bijzondere aandacht besteed te worden aan de waterdichting om de constructieve elementen niet aan te tasten.

De voorwaarde is dat er zich nergens water mag kunnen opstapelen. Het is dus belangrijk dat er een detaillering is van waar mogelijk wateropsluiting voorkomt, waar deze de brug kan aantasten en waar ze de inspecteerbaarheid nefast beïnvloedt.

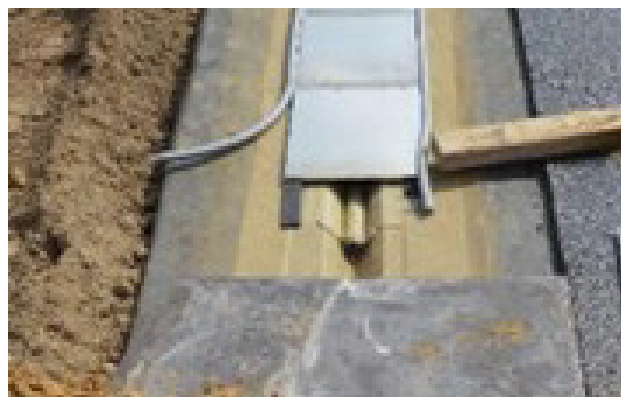
Over de mogelijkheid om ecoducten in hout te ontwerpen als milieuvriendelijker en duurzaam alternatief werd een [haalbaarheidsstudie](#) gevoerd in Nederland. Momenteel bestaat er echter nog onduidelijkheid en zijn er nog geen lange termijn resultaten over de levensduur en mogelijke problematieken die zich kunnen voordoen bij houten bruggen.

Waterhuishouding

Een van de grootste aandachtspunten bij het ontwerp van een ecoduct is de waterhuishouding. Op een ecoduct moet vegetatie kunnen groeien en daarvoor is water nodig. Het is dus niet wenselijk dat al het regenwater zo snel mogelijk wordt afgevoerd, zoals dat gebruikelijk is op een brug.

Hierbij dient dus zowel rekening gehouden met:

- Bijkomende buffering van regenwater om verdroging van de vegetatie te voorkomen.
- Water mag niet in de brugconstructie doordringen, wat de duurzaamheid van de brug snel zou kunnen aantasten. De afvoer van het overtollig is eveneens belangrijk om overbelasting van het kunstwerk en verzadiging van het gronddek te vermijden.
- Er dient de nodige aandacht besteed aan een goede detaillering van de waterdichting op de draagconstructie om schade ten gevolge van doorsijpelend regenwater te vermijden. Zowel deze waterdichting als voegen dienen ook beschermd te worden tegen schade door wortels. Een voorbeeld van een waterdichte brugvoeg wordt getoond op Figuur 8-4.



Figuur 8- 4: Voorbeeld van een waterdichte brugvoeg (ecoduct Kempengrens E34 te Postel)

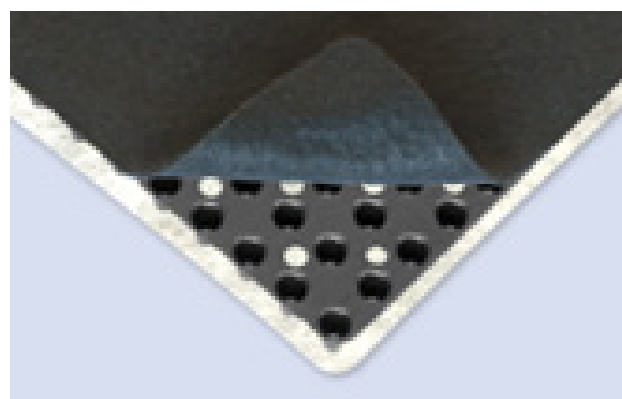
Voor elk ecoduct zal een specifiek detailontwerp moeten uitgetekend worden op basis van de ecologische doelstellingen, de technische randvoorwaarden en de situatie van de omgeving. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van diverse mogelijkheden om de waterhuishouding in goede banen te leiden.

Een aantal voorbeelden die kunnen toegepast worden:

- Meestal wordt gewerkt met een noppendrain met worteldoek. Er kan gebruik gemaakt worden van een omgekeerde geperforeerde noppenfolie waarin water in de noppen wordt opgehouden. Via de perforaties kan het overtollige water onder de noppendrain worden afgevoerd. Dit systeem werd reeds toegepast op het ecoveloduct in Genk en op de ecoducten De Munt in Wuustwezel (E19/HSL) en Groenendaal in het Zoniënwoud (R0). Deze methode wordt ook gebruikt bij de aanleg van groendaken (Figuur 8-5).



Figuur 8- 5: Voorbeeld van de meest geschikte opbouw van de verschillende lagen op een ecoduct



Figuur 8- 6: Geperforeerde noppendrain (bron: [website Nophadrain](#))

De meest geschikte opbouw van de verschillende lagen op een ecoduct zijn:

- Betonnen brugdek
- Membraan voor afdichting van de brug met verticale afwerking aan de zijkanten
- Gietasfalt 30mm
- Antiworteldoek
- Geperforeerde omgekeerde drainerende noppenmat. Noppen zodanig geplaatst dat ze het opgevangen water kunnen vasthouden en geleidelijk terug afgeven aan de grondlaag
- Extra worteldoek eventueel behorende tot de noppendrain
- Grondlaag
 - 200mm op een bestaande brug
 - 500mm op een nieuwe brug
 - Lokaal 1000mm centraal op de brug voor hogere vegetatie

- Het werken met een systeem van **goten/greppels** is er vooral op gericht om het water op een meer natuurlijke wijze af te voeren naar poelen die in de aanloopgebieden worden aangelegd. De open greppels en de natuurlijk ingerichte (drink)poel in de aanloopgebieden is ecologisch in ieder geval een grote meerwaarde (zie [Inrichting](#)). Het ecoduct de Munt in Wuustwezel maakt gebruik van dit systeem. Het brugdek werd in een V-vorm gebouwd waarbij het hemelwater naar het midden wordt afgevoerd en daar via de greppels verder wordt afgevoerd (Figuur 8.7)



Figuur 8- 7: Ecoduct De Munt te Wuustwezel (E19/HSL)

Inrichting

Bij de aanleg van een ecoduct vormen de inrichting van zowel de aanloopgebieden als het ecoduct zelf een zeer belangrijk aandachtspunt voor het optimaal functioneren van het ecoduct.

De aanloopgebieden

In de aanloopgebieden moeten de (doel)soorten aangetrokken worden tot en geleid worden naar de faunapassage. Dit kan door **een aantrekkelijke inrichting van deze zones**.

Helling van de aanloopgebieden \leq 1:15 (10%)

- Wanneer het ecoduct boven het landschap (en de weg) uitsteekt, is het belangrijk om de **hellingshoek** van de aanloopzone zo flauw mogelijk te houden om een natuurlijk uitzicht te vrijwaren en zodat dieren gemakkelijk op het ecoduct kunnen geraken.
- Een helling van 1:15 of flauwer is door alle diersoorten begaanbaar en wordt dus aanbevolen.
- Er kan met een steilere hellingshoek gewerkt worden als het ecoduct in een meer heuvelachtige regio wordt geplaatst en deze afgestemd wordt op de natuurlijke hellingen.

- Er kan gevarieerd worden met de hellingsgraad om problemen met de aansluiting met de omgeving te verhelpen. In de natuur zijn de terreinen ook niet vlak.
- **Bij het bepalen van de hellingsgraad dient zeker rekening gehouden te worden met de nodige ruimte-inname van de aanloopgebieden.**
 - Het aanbrengen van microreliëf, aarden wallen, stronkenwallen, heuveltjes en eventueel het aanplanten van besdragende struiken (indien passend in het landschap). ([Fiche 10 Landschappelijke geleiding](#)).
 - De aanleg van (drink)poelen verhoogt sterk de aantrekkelijkheid ([Fiche 10 Landschappelijke geleiding](#)).
 - Geleidende structuren, zoals heggen, sloten, ecorasters of schermen dienen te verhinderen dat de (doel)soorten de weg op kunnen geraken en op die manier dus enkel naar het ecoduct geleid worden ([Fiche 9 Geleiding langs de weg](#)).
 - Barrières, zoals wegen of hekken, in het aanloopgebied moeten vermeden of weggehaald worden.
 - Het grondlichaam van de helling moet afgewerkt worden met **een streekeigen toplaag** zodat er zich een streekeigen vegetatie kan ontwikkelen. Dergelijke gronden kunnen gehaald worden bij het project zelf (bewaarde oorspronkelijke toplaag of uit de funderingsputten) of bij andere projecten in de omgeving. Het is belangrijk dat er een streekeigen zaadbank aanwezig is.
 - Een ander aandachtspunt is dat ook bij nieuwe aanplantingen soorten gebruikt worden die afgestemd zijn op zowel het omliggende landschap als op deze van het ecoduct zelf.

Grondpakket

Een gevarieerde inrichting van de brug zelf maakt het ecoduct aantrekkelijker voor meer verschillende soorten waardoor het een grotere waarde krijgt. Er kunnen verschillende habitats gecreëerd worden afgestemd op de doelsoorten. Deze kunnen bestaan uit houtkantjes, open stukken, grazige vegetatie, moerasvegetatie, Ook kan er rekening gehouden worden met de expositie tegenover de zon. Aan de zongerichte (noordelijke) zijde kan er geschikt habitat voor reptielen gemaakt worden. Aan de andere zijde (zuidelijk) kan het terrein meer geschikt gemaakt worden voor amfibieën.

Op ecoduct Kempengrens te Postel (E34) werden dergelijke zones ingesteld door het toepassen van **drempels voor het creëren van een natte en een droge zone** (Figuur 8-8). De drempels dienen om het water tijdelijk op te houden en af te voeren naar de zone waar dat het meeste gewenst is. Deze drempels mogen niet rechtstreeks op het brugdek worden gebouwd maar wel bovenop de brugafdichting.



Figuur 8- 8: Schematische voorstelling van maatregelen op het [Ecoduct Kempengrens \(België-Nederland\)](#) om water vast te houden. Bij de constructie werd een zonering van vochtige naar droge bodemopbouw gerealiseerd door een compartimentering met keermuurtjes in V-vorm te maken. Hiermee wordt op passieve wijze voorkomen dat regenwater snel over de constructie van het ecoduct afstroomt.

Een ecoduct bestaat uit verschillende lagen, waaronder de draagconstructie, de waterdichting, de bescherming, de buffer- en drainagelaag en het **grondpakket**.

- **De dikte** van het grondpakket hangt af van de gewenste vegetatie (Tabel 2).
- Er wordt aanbevolen om **lokale grond** te gebruiken zodat de lokale omstandigheden zo veel mogelijk nagebootst kunnen worden. Hierop kunnen ook lokale vegetatietypes gedijen waardoor de kans op succes verhoogd wordt. Net zoals bij de aanloophellingen kunnen gronden gerecupereerd worden uit het project zelf (oorspronkelijke toplaag of uit de funderingsputten).

- Er dient rekening te worden gehouden met de groeiplaatsomstandigheden van het gewenste vegetatietype. Denk hierbij aan de **correcte verdichting, microreliëf, de vochtgradiënt of grond-waterstanden, de voedselrijkdom, de grondsoort, hellingshoek, expositie op de zon,** Er kunnen eventueel bijkomende maatregelen genomen worden door beregening of bemesting indien noodzakelijk.

- De nodige aandacht bij de aanleg moet gaan naar **hoe het grondpakket op de brug zal worden aangebracht**. Een plan moet gemaakt worden waarbij duidelijk is waar nog kan gereden worden in functie van reeds aanwezige grond (verdichting) en in functie van de belasting.

- In uitzonderlijke gevallen kan ook een transplantatie wenselijk zijn waarbij een vegetatie met inbegrip van de ondergrond wordt aangebracht op een ecoduct (bijvoorbeeld heidesnoeisel). Ook hier dient aandacht te zijn voor de geschikte groeiplaatsomstandigheden.

Gewenste vegetatie	Min. dikte grondpakket	Opmerkingen
Gras- en kruidenrijke vegetatie	0,3-0,5 m	In gebieden met everzwijnen 0,5m (wroetgedrag)
Struweel en stobben	0,6 – 0,7 m	
Kleine bomen 3de grootte (≤ 6 m hoog) en lintbeplanting	1,5 m	

Figuur 8- 9: De aanbevolen minimale dikte van de grondlaag afhankelijk van de gewenste vegetatie.

Beplanting

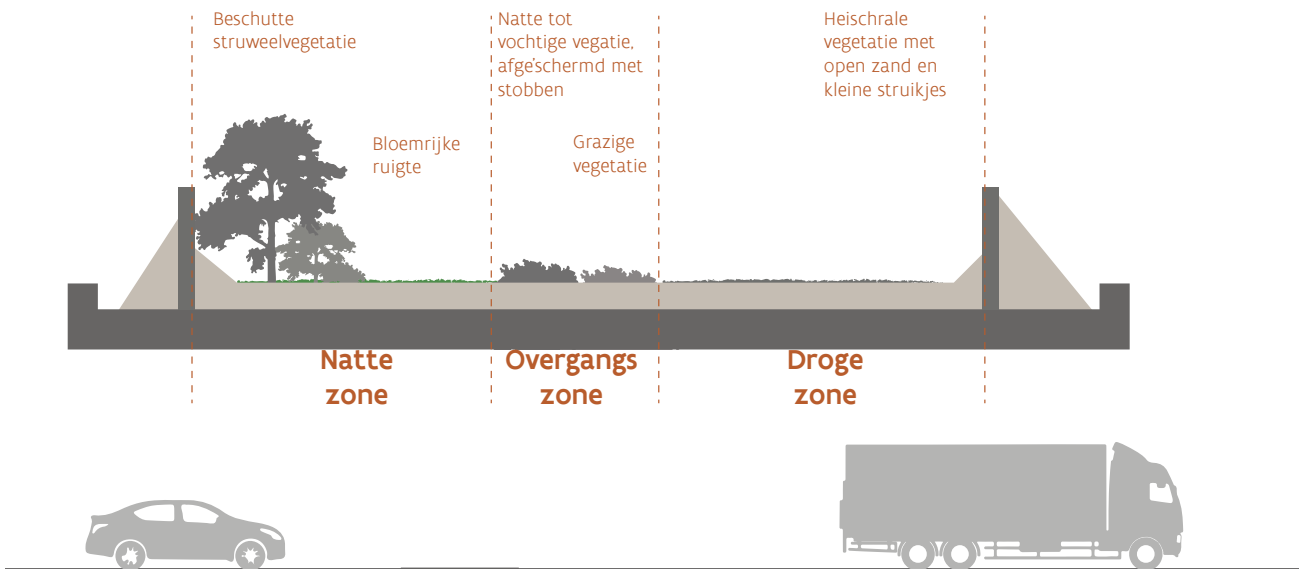
Na het aanbrengen van het grondpakket, kan het ecoduct effectief ingericht worden. Het type **vegetatie** en de verdere inrichting is afhankelijk van de doelsoorten. Een gladde slang is meer gebaat bij een open heidehabitat terwijl een kamsalamander meer vochtige omstandigheden preferereert in combinatie met kleine landschapselementen zoals heggen, rijen knotbomen, rietkragen en ruigtevegetatie.

In eerste instantie is er een inrichtingsplan nodig, gevolgd door een beplantingsplan.

Aandachtspunten:

- Als er verschillende vegetatietypes gecombineerd worden, dienen deze parallel aan elkaar te liggen en niet achter elkaar (Figuur 8-10). Daarnaast lopen de vegetatietypes ook door tot in het aanloopgebied waardoor een natuurlijke geleiding ontstaat.
- Op het ecoduct dient **volgende dekking en geleiding** aangebracht te worden. Dit kan onder de vorm van struweel en beplanting maar ook door bijvoorbeeld stonkenwallen aan te brengen. Zeker kort na de aanleg zullen de gewenste vegetaties nog niet de bedoelde omvang hebben waardoor alternatieven die van in het begin of tijdens de wintermaanden ook dekking bieden van grote waarde zijn (Zie [Voorbeelden van Werking – ecoduct Kempengrens](#)).
- Door te kiezen voor uitsluitend **inheemse en lokale soorten bij de beplanting**, vormt het ecoduct meer een geheel met de ruimere omgeving. Op deze manier wordt de kans op gebruik door de inheemse (doel)soorten verhoogd.
 - **Spontane vestiging van de vegetatie zodat er zeker gebiedseigen vegetatie ontwikkelt.** Dit kan door maaisel van habitats uit de directe omgeving van het ecoduct te verspreiden waardoor de zaden zich kunnen vestigen. Deze methode zal echter de nodige tijd vragen, waardoor sterker moet ingezet worden op alternatieven die de nodige dekking bieden aan de (doel)soorten voordat de vegetatie volop ontwikkeld is. Deze elementen kunnen bestaan uit stonken, takkenhopen en eventueel stenen.
 - **Actief beplanten van het ecoduct.** De aannemer zal hierbij moeten afwijken van de standaardmethodes waarbij doorgaans grondverrijking, het gebruik van vastleggende grassoorten, cultuurvariëteiten, het gebruik van boomplaten ... worden toegepast.

- **Hoge beplanting** dient centraal op het ecoduct geplaatst te worden. Niet op de randen om te vermijden dat er bij stormweer (delen van) bomen op de weg terecht zouden komen of door het optreden van grootschalige bladval. De beste locatie op het ecoduct wordt gekozen in functie van de schaduwwerking in combinatie met de gewenste habitats.



Figuur 8- 10: Om het ecoduct voor verschillende diersoorten geschikt te maken kunnen op het ecoduct verschillende ecotopen gerealiseerd worden, die parallel naast elkaar over de brug lopen en aansluiten op de aanloopgebieden (dwarsprincipe gebaseerd op het ecoduct Kempengrens)

Afscherming

(Doel)soorten kunnen afgeschrikt worden door verstoring veroorzaakt door geluid, licht of beweging uit de omgeving. Er zijn geen standaard richtlijnen of eisen over het maximale geluidsniveau, maar **bronnen van verstoring dienen maximaal vermeden of gemitigeerd te worden.**

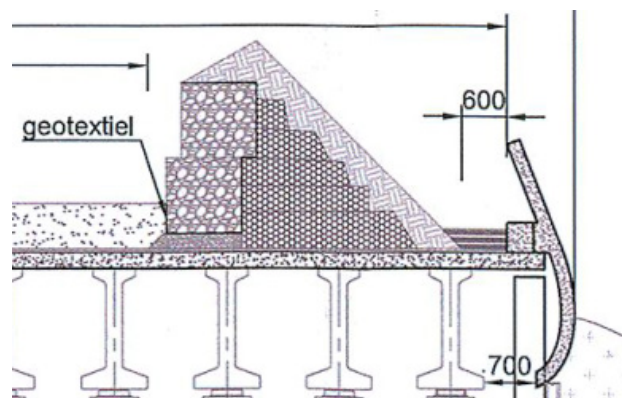
In het aanloopgebied moet dit verholpen worden door gebruik te maken van wallen, schermen, beplanting of een combinatie daarvan (Zie [voorbeelden van werking](#)). Afhankelijk van de hoogte van deze elementen is aanvullend nog een ecoraster nodig ([Fiche 9 Geleiding langs de weg](#)).

Afscherming op de brug zelf is er vooral om bij nacht de beweging van de koplampen van passerende voertuigen af te schermen. Het lichtdichte scherm wordt zo dicht mogelijk op de rand geplaatst om een maximale breedte te kunnen benutten voor de inrichting. Er moet wel steeds een veilige doorgang voor onderhoud en inspectie voorzien te worden.

Het scherm kan bestaan uit een houten wand of uit een aarden wal.



Figuur 8- 11: Houten afscherming op de ecoduct De Munt



Figuur 8- 12: Doorsnede randafwerking ecoduct Groenendaal

Om het gewicht van een aarden wal op de brug te beperken wordt deze opgebouwd rond een kern van geëxpandeerd polystyreen. Om het gewicht verder te beperken kan met halve taluds gewerkt worden waarvan de voorzijde afgewerkt wordt met schanskorven gevuld met lavasteen. Deze afwerking biedt eveneens een meerwaarde voor warmteminnende soorten.

Bij het ontwerp dient eveneens nagegaan te worden of verlichting in de directe omgeving van het ecoduct noodzakelijk is en zo ja, hoe de lichtbundel dan afgeleid kan worden van het ecoduct. Dit kan door de verlichting onder het ecoduct te plaatsen, aangepaste armatuur te gebruiken of de verlichtingspalen te verlagen (zie [Fiche 3-A Verlichting](#)).



Figuur 8- 13: Opbouw half talud met polystyreen kern en schanskorven op ecoduct Kempengrens

Naamgeving

In Vlaanderen is het de gewoonte om grote ontsnipperingsinfrastructuren zoals ecoducten een naam te geven. Dit verhoogt de herkenbaarheid van het bouwwerk zelf en de oriëntatie van de weggebruiker in het landschap. Om deze reden wordt steeds gewerkt met **een toponiem of een andere naam die refereert naar het gebied** dat het ontsnippert. Voorbeelden zijn de ecoducten Kikbeek, De Warande, De Grote Konijnenpijp, De Munt, Kempengrens, Groenendaal, Dilserbos en Hallerbos.

Natuurinclusief bouwen

Bij natuurinclusief bouwen wordt de natuur geïntegreerd in het bouwwerk.

Het is een praktijk die steeds meer toegepast wordt bij het bouwen van woningen, appartementen, bedrijfspanden, etc.. **Ook bruggen bieden mogelijkheden voor de implementatie van natuurinclusieve maatregelen in het bouwwerk zelf.** Bij het ontwerp van een ecoduct kunnen bijvoorbeeld standaard verblijfplaatsen voor vogels (bv. gierzwaluwen en huismussen) en vleermuizen opgenomen worden in de constructie.

Broedplaatsen voor vogels

Inbouwstenen vormen de meest duurzame oplossing om een vaste broedplaats te creëren voor vogels.

Ze zijn vervaardigd uit beton en kunnen opgenomen worden in de constructie, waardoor ze letterlijk een even lange levensduur hebben als het kunstwerk zelf. Hierbij zijn inbouwstenen voor gierzwaluwen en huismussen het meest relevant.

Een aantal aandachtspunten bij de integratie van inbouwstenen zijn:

- De stenen worden best in groepje bij elkaar geplaatst, met een afstand van min. 1m tussen de invliegopeningen voor gierzwaluwen en 0.5m voor huismussen.
- De beste oriëntatie is naar het noorden of het oosten, of op plaatsen die enige schaduw bieden om te hoog oplopende temperaturen in de kast te vermijden.
- Voor huismussen is beschutting (begroeiing) in de buurt van belang.

Aan een ecoduct in de buurt van waterpartijen en insectenrijk grasland gelegen is, en zeker als in de buurt huiszwaluwkolonies zijn, kunnen ook meerdere kunstnesten voor huiszwaluwen voorzien worden. Deze worden bevestigd onder een overstekende rand, daar waar een vrije aanvliegroute is. Verschillende oriëntaties zijn mogelijk, maar het noordwesten wordt best vermeden.

Vleermuizenkelder

Van de vleermuissoorten die voorkomen in Vlaanderen gebruikt een belangrijk deel graag grotachtige ruimten om in te kunnen overwinteren. Sommige ruimten in gebouwen kunnen vaak vergelijkbare omstandigheden genereren en gebruikt worden als overwinteringsplaats. Tussen soorten is er echter een aanzienlijk verschil in hun voorkeuren voor temperatuur en luchtvochtigheid en de mate waarin deze mogen variëren tijdens de winterslaap. Behalve als winterslaapplaats kunnen deze ruimtes ook dienen als verzamelplaats voor de paring. Ook andere dieren zoals insecten en amfibieën kunnen gebruik maken van deze ruimtes om de winter door te komen.

Gezien de natuurverbindingsfunctie van een ecoduct, is het talud ideaal om een vleermuizenkelder te integreren en in te richten.

Voor gedetailleerde richtlijnen voor een goed functionerend ontwerp en een gepaste inrichting wordt verwezen naar vleermuizeninfo.be. Hier wordt informatie gegeven over de gewenste grootte en hoogte van de ruimte, het binnenklimaat, de binneninrichting, de toegang tot de ruimte en de nodige aandacht voor meerdere controlerondes per jaar.

Onderhoud en beheer

In de planningsfase dient zeker al nagedacht te worden over met de inspectie en het onderhoud van het ecoduct. Er dienen duidelijke afspraken te worden gemaakt over wie welke taak op zich neemt.

Een **regelmatige controle** van zowel de constructie, de geleiding, de vegetatie, het drainagesysteem, etc. is noodzakelijk. Om menselijke activiteit te beperken kunnen ook drones ingezet worden bij de controle van de rasters en andere zaken. Hiervoor dienen dan geen specifieke inspectiepaden voorzien te worden.

Ook dient er duidelijkheid te zijn over **het beheer en de instandhouding van de vegetatie** op en rond het ecoduct. Naast een inrichtings- en een beplantingsplan is dus ook een beheerplan relevant, waarbij antwoord geboden wordt op de vraag of er best ingezet wordt op spontane ontwikkeling van de vegetatie zonder hier iets aan te veranderen, of als er een bepaald doelhabitat nagestreefd wordt. Tevens worden gepaste beheersmaatregelen uitgewerkt.

Hierbij is belangrijk dat er gezorgd wordt dat het onderhoud van de vegetatie geen schade aanbrengt aan de constructie en omgekeerd. Ook dient te allen tijde de verkeersveiligheid gewaarborgd te worden.

Voorbeelden en werking



Figuur 8- 14: De buiten- en binnenkant van het afschermend talud op de ecoduct Kempengrens. Op de rechtse foto van tijdens de aanleg zijn ook delen van de compartimentering ivm. de waterhuishouding te zien (Figuur 8-8)



Figuur 8- 15: Aanleg van het geleidend talud naar de ecoduct Kempengrens



Figuur 8- 16: Bovenaanzicht van het ecoduct Kempengrens. De aanleg van stronkenwallen biedt de nodige beschutting en geleiding in afwachting van de verdere ontwikkeling van de vegetatie



Figuur 8- 17: Op ecoduct Kikbeek wordt het water op natuurlijke wijze vastgehouden. De poel versterkt de aantrekkelijkheid in de aanloopgebieden naar de ecoduct



Figuur 8- 18: Bovenaanzicht van de Ecoduct De Munt



Figuur 8- 19: Inrichtingsplan ecoduct Groenendaal

Fiche 8-B. Ecoduct met medegebruik

Algemene beschrijving en doelsoorten

De hoofdfunctie van een ecoduct met medegebruik is het gebruik als faunapassage en natuurverbinding. Aanvullend kan een recreatieve verbinding een meerwaarde bieden voor de mens mits er voldoende bescherming bestaat voor het gebruik door fauna. Dergelijke bruggen worden soms ook ecoveloduct of ecorecreaduct genoemd.

Ecoducten met medegebruik zijn voorzien van een brede ecologische strook (≥ 15 m breed) en er wordt zacht recreatief medegebruik (wandelaars, fietsers, ruiters) toegelaten via een aparte of afgescheiden strook (zie [Technisch ontwerp](#)). Indien de natuurstrook te smal wordt en het medegebruik te actief (functioneel fietsverkeer) spreekt men niet meer over een ecoduct met medegebruik maar wel over een bermbrug (zie [Fiche 7 Bermbrug](#)).

Een ecoduct met medegebruik is een dure maatregel die enkel bij ecologische effectiviteit te verantwoorden is. Het mag nooit de bedoeling zijn dat het ecoduct met medegebruik een recreatieve trekpleister wordt.

Dit zou de doelsoorten te veel verstoren waardoor de ecologische effectiviteit in het gedrang komt. Ook andere versturende activiteiten zoals gemotoriseerde recreatie met quads en motoren die offroad gaan, dienen vermeden te worden.

Een uitgebreide screening van de gevoeligheid van verschillende soortengroepen voor het medegebruik en de impact en de randvoorwaarden van verschillende types medegebruik wordt gemaakt in de studie van [Leone et al. \(2020, INBO\)](#) alsook in [Grift et al. \(2011, Alterra\)](#).

Soorten die gebruik (kunnen) maken van een ecoduct met medegebruik zijn zeer uiteenlopend. Veel hangt af van de inrichting en het type en frequentie van het medegebruik (zie Leone et al. 2020). Van een aantal soorten is geweten dat onder bepaalde voorwaarden het medegebruik getolereerd wordt. Het gaat dan om das, ree, vos, bunzing, egel, haas en konijn. Van een aantal doelsoorten is nog niet overtuigend aangetoond dat recreatief medegebruik mogelijk is gezien deze soorten slechts sporadisch een ecoduct met medegebruik bezochten: boommarter, eekhoorn, hermelijn, steenmarter ([Grift et al. \(2014, Alterra\)](#)). Daarnaast zijn er nog een heel aantal soorten die gebruik kunnen maken van een ecoduct met medegebruik maar waar nog weinig over geweten is in welke mate ze het medegebruik tolereren. Het gaat dan om overige marterachtigen, lynx, (spits)muizen, vleermuizen, vogels, amfibieën, reptielen, vlinders, zweefvliegen, sprinkhanen, ...

Locatie en geleiding

Om de locatie van een nieuwe ecoduct met medegebruik te bepalen dient voornamelijk naar de noden van de doelsoort(en) gekeken te worden ([Fiche 8-A Ecoduct zonder medegebruik](#)). Pas daarna kunnen ook aanpassingen worden doorgevoerd om tegemoet te komen aan de noden van de medegebruikers.

Voor **een bestaande brug** die op een locatie gelegen is waar waardevolle gebieden doorsneden worden, maar die slechts beperkt gebruikt wordt door mensen, kan overwogen worden om deze brug om te vormen tot een ecoduct met medegebruik of een bermbrug ([Fiche 7 Bermbrug](#)). De omvorming kan heel wat opportuniteiten geven om op die locaties waar niet snel een nieuwe ecoduct aangelegd zal worden toch in te zetten op ontsnippering.

De grootste opportuniteit wordt gevormd door bruggen die al over auto- of snelwegen lopen, maar waar weinig tot geen gemotoriseerd verkeer van gebruik maakt. Vaak zijn het smalle bruggen die gebruikt worden door landbouwers, zachte weggebruikers en/of beperkt plaatselijk verkeer. Dan spreken we wel niet meer over een ecoduct met medegebruik.

Bij het omvormen van een bestaande brug naar een ecoduct met medegebruik dient eerst nagegaan te worden of de doelsoorten de brug wel kunnen bereiken. De afstand tussen bestaande foerageer- of rustgebieden mag niet

te groot zijn. Indien wel, dienen er extra voorzieningen getroffen te worden door bijvoorbeeld extra foerageer- of rustgebieden aan te leggen als verbindingzone.

Daarnaast dient ook rekening te worden gehouden met de inpassing in de ruimere omgeving. Het ecoduct moet op lange termijn toegankelijk blijven vanuit de omgeving voor zowel de (doel)soorten als de medegebruikers. Hiervoor dienen dan ook via de ruimtelijke ordening de nodige stappen ondernomen te worden dat deze toegang verzekerd blijft gedurende de levensduur van het ecoduct met medegebruik.

Als het een nieuwe brug betreft, dan spreken we hier over een periode van zo'n 50 à 100 jaar. Voor bestaande bruggen die omgevormd worden tot ecoduct met medegebruik zal deze periode afhangen van de levensverwachting van de bestaande brug.

Net zoals bij andere faunavoorzieningen kan een ecoduct enkel optimaal functioneren als er ook verhinderd wordt dat de (doel)soorten de weg op een andere locatie kunnen kruisen. Voor een geschikte geleiding wordt verwezen naar [Fiche 9 Geleiding langs de weg](#).

Dimensies

Het ecoduct met medegebruik wordt ingedeeld in twee zones (functies) (Figuur 8-20)

- De natuurzone/functie
- De zone voor medegebruik (al dan niet voorzien voor gemotoriseerd verkeer).

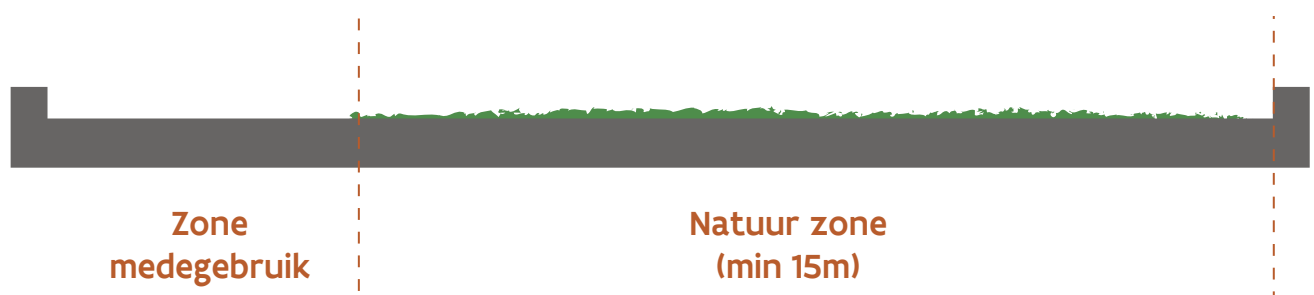
De natuurzone is dat deel van het ecoduct dat bestemd is voor fauna en waar natuurlijke biotopen kunnen ontwikkelen. De zone voor medegebruik is bestemd voor menselijke activiteiten. Deze zone kan gebruikt worden door wandelaars, fietsers of ruiters; maar ook voor, hetzij beperkt, gemotoriseerd verkeer zoals voor beheer of brandweer/hulpdiensten.

Voor een ecoduct met medegebruik moet **de natuurzone beantwoorden aan dezelfde breedte-eisen als voor een ecoduct** (zie [Fiche 8-A Ecoduct zonder medegebruik](#))

Hoe breder de natuurzone, hoe efficiënter:

- Er is meer ruimte om de zone in te richten voor een bredere waaier aan doelsoorten.
- Verstoring wordt meer beperkt.

De breedte van de zone voor medegebruik varieert naargelang het type medegebruik en de inrichting van deze zone (meerdere gebruikers die een eigen pad hebben of gecombineerd, ...).



Figuur 8- 20: Schematische weergave van de ligging van de zone voor medegebruik aan één zijde op het ecoduct (zie ook Inrichting)

Nieuwe brug

Als een nieuwe brug met medegebruik wordt ontworpen, zijn er verschillende mogelijkheden in functie van de wensen van het medegebruik.

Er moet een fundamenteel onderscheid gemaakt worden in richtlijnen voor het ontwerp tussen ecostructuren waar het medegebruik bestaat uit gemotoriseerd verkeer of als het bestaat uit recreatief zacht verkeer.

Gemotoriseerd medegebruik

Het wordt afgeraden om op één en dezelfde brug het deel met wegfunctie te combineren met het deel met groenfunctie.

Een brug voor wegverkeer (permanente belasting) wordt anders ontworpen dan een brug voor natuurgebruik (constante belasting).

Bij ecobridgen is er bijvoorbeeld een verdoken voegstelsel dat volledig ingepakt zit, om het geheel waterdicht te krijgen (zie [Fiche 8-A Ecoduct zonder medegebruik](#)). Een typische wegverharding kan niet of zeer moeilijk gecombineerd worden met dit voegstelsel.

Daarom is het wenselijk om voor elke functie een aparte brug te voorzien die tegen mekaar worden geplaatst. Dit is ook wenselijk naar stabiliteit en vooral ook duurzaamheid toe.

De belangrijkste boodschap is hier dus om **gemotoriseerd verkeer technisch apart te houden van de natuurfunctie**. De brug kan esthetisch perfect lijken op één en dezelfde brug, maar de twee types functioneren afzonderlijk van elkaar. Op de brug met natuurfunctie kan je maximaal inzetten op de aspecten die daar spelen (nodige grondpakket, waterhuishouding,...), en de brug met wegfunctie kan maximaal daarvoor uitgerust worden.

Zacht medegebruik

Het zal afhangen van de omvang van de voorziening voor het medegebruik of het al dan niet voordelig is, zowel technisch als financieel, om met één constructie of met aparte constructies te werken.

- Een brug met een brede groenzone met langs één zijde een smal pad voor zacht medegebruik (wandelen, fietsen) is technisch zeker mogelijk om te verwezenlijken op dezelfde brug. Dan loopt de bruginrichting van de natuurzone gewoon door over de ganse brug, en wordt het pad voor medegebruik daar bovenop aangelegd.
- Ook bredere voorzieningen voor medegebruik (bv een breder fietspad met voetgangerszone) kunnen samen met het natuurgedeelte aangelegd worden op dezelfde brug.

Het feit dat de weggroef van het fietspad ingewerkt zit in het grondpakket dat voorzien wordt op de brug voor het groen gedeelte, doet de kosten bij bredere fietspaden wel snel oplopen.

Een bijkomend aandachtspunt is dat dubbele voegen moeten voorzien worden om scheuren in het wegdek ter hoogte van de voegen te voorkomen.

Er moet dus afgewogen worden of een technisch gescheiden constructie zowel technisch als financieel niet voordeliger is.

Vanaf een bepaalde breedte van het fietspad zal het altijd goedkoper, technisch makkelijker en duurzamer zijn om bij de aanleg van nieuwe fietsbruggen de natuurfunctie en het medegebruik apart te houden. Dit omdat de belasting van een fietsbrug van een totaal andere grootteorde is dan de belasting van een ecobrug en het technisch gezien verschillende constructies zijn. Er gelden dus andere regels naar onder andere fundering en waterhuishoudkundige maatregelen.

Omvormen bestaande brug

Aan de omvorming van een bestaande brug naar een ecodeuct met medegebruik zijn lagere kosten gebonden dan het bouwen van een volledig nieuwe constructie.

De mogelijkheden om een bestaande brug om te vormen tot een ecodeuct met medegebruik zijn beperkt. De huidige toestand van het kunstwerk moet grondig onderzocht worden. Daaruit zullen een aantal randvoorwaarden volgen om de brug te kunnen omvormen. **Voorafgaand advies van een technisch bureau of van Expertise Beton en Staal (EBS) is noodzakelijk.**

Volgende aspecten moeten onderzocht worden:

- De algemene toestand van het huidig kunstwerk (is het wel mogelijk op de brug om te vormen?)
- De levensverwachting van de brug inschatten.
- De draagkracht van het bestaande kunstwerk. Dit bepaalt de grondlaag die eventueel aangebracht kan worden.
- Onderzoeken of de brug kritieke onderdelen bevat (welke aanpassingen zijn noodzakelijk)

Het is belangrijk om de nodige middelen te investeren om elke specifieke situatie in te schatten en de parameters die meespelen in kaart te brengen om met gegronde argumenten te besluiten wat er best gedaan wordt.

Maatwerk, zowel ecologisch als technisch, zal steeds een noodzaak zijn. De bestaande infrastructuur is hierbij het uitgangspunt en de bestaande ruimte zal mede bepalen wat er haalbaar is.

Het knelpunt is vaak dat het inrichten van een faunapassage op een bestaande brug de duurzaamheid hiervan kan aantasten. Bestaande bruggen zijn vaak gebouwd voor gemotoriseerd verkeer en niet met de bedoeling om te functioneren als ecoverbinding.

De grootste knelpunten om een bestaande brug om te vormen tot ecopassage zijn

- De extra belasting door het grondpakket
- De waterhuishouding.
- Het plaatsen van lichtdichte schermen op de brugranden (windbelasting)

Stabiliteit en belasting

Een bestaande brug is doorgaans niet gemaakt voor de bijkomende constante belasting van het additionele grondpakket en de lichtdichte schermen. Ook dient rekening gehouden te worden met het verkeer dat nog gebruik zal maken van de brug. Fietsers betekenen een lagere belasting dan landbouwvoertuigen.

Er kan beslist worden om geen enkel gemotoriseerd meer toe te laten op de brug maar enkel recreatief (fiets-)verkeer. Daarom is een goede communicatie naar de actuele gebruikers zeer belangrijk en moeten er oplossingen gezocht worden voor de bereikbaarheid van de huidige gebruikers.

Aandachtspunten zijn:

Dikte grondpakket $\leq 30\text{cm}$

Er dient dus aandacht te zijn voor de stabiliteit van de constructie en extra belasting door de gronddekking, ook in de meest vochtige situatie na overvloedige regenval. De dikte van het grondpakket zal beperkt moeten worden tot maximum 20 tot 30 cm (vaak minder), anders kan de bestaande constructie de belasting niet dragen. Om voldoende

waterhoudend te zijn met een dergelijk dun grondpakket bestaan oplossingen onder de vorm van een geperforeerde noppendrain ([Fiche 8-A Ecoduct zonder medegebruik](#)), een grond fixerende honingraatvormige geotextiel of het aanbrengen van een "platte plantbak" (zie verder "[Waterhuishouding](#)").

Aanbrengen grondpakket

De nodige aandacht bij de aanleg moet gaan naar hoe het grondpakket op de brug zal worden aangebracht. Een plan moet gemaakt worden waarbij duidelijk is waar nog kan gereden worden in functie van al aanwezige grond (verdichting) en in functie van de belasting.

Aantasting door wortels voorkomen

Er dienen maatregelen te worden genomen om aantasting veroorzaakt door wortels van vegetatie tegen te gaan door middel van een worteldoek. Zie [Fiche 8-A Ecoduct zonder medegebruik](#) voor de lagenopbouw.

Lichtdichte schermen op de brugrand

Om de brug optimaal te laten functioneren als faunapassage is het net als bij een ecoduct zonder medegebruik ([Fiche 8-A Ecoduct zonder medegebruik](#)) noodzakelijk een lichtdicht scherm aan te brengen op de brugrand. Dit kan enkel door middel van een verticale constructie die zo weinig mogelijk weegt. Het materiaal is minder belangrijk dan het feit dat er geen licht door mag komen.

Afscherming zone met medegebruik

Houd ook rekening met de afscherming tussen de natuurzone en zone voor medegebruik (zie verder "[inrichting](#)") die extra gewicht kan veroorzaken.

Medegebruik door landbouwers

Op sommige bestaande bruggen zal het sporadisch medegebruik door landbouwers (tractor) niet mogelijk zijn naar de belasting toe. De toegelaten belasting zal reeds bereikt zijn door het aanbrengen van het grondpakket. Indien landbouwverkeer wel nog toegelaten wordt kunnen tractorsluizen aan beide zijden van de brug verhinderen dat ander gemotoriseerd verkeer nog gebruik maakt van de brug.

Onderhoud

Men dient rekening te houden met het feit dat een extra zware belasting niet meer mogelijk zal zijn. De ecopassage wordt dus best ingericht op die manier dat er geen onderhoud nodig is met behulp van zware machines.

Waterhuishouding

Normaal gezien wordt hemelwater steeds zo snel mogelijk afgeleid van een brug, maar bij een ecoduct moet water gedeeltelijke opgehouden worden voor de vegetatie.

Aandachtspunten:

- Als geen grondige herbouw tot ecobrug kan gebeuren, en een groenstrook toch gewenst is, dan moet **een dubbele veiligheid ingebouwd worden in het ecogedeelte** zodat er weinig kans is dat water de brug gaat aantasten.
- De nodige aandacht dient besteed te worden aan **een goede waterdichting op de draagconstructie**.
- Overtollig water moet efficiënt afgevoerd worden. Anti-worteldoeken moeten vermijden dat er verstopping optreedt van het afwateringssysteem. Het gebruik van waterslikkers is daarom in de meeste gevallen ook geen goed idee.
- Er moet bijzondere aandacht besteed worden aan de brugvoegen. Deze mogen nooit opgevuld geraken met grond om hun werking niet te verstoren.

Mogelijke oplossing:

Op bruggen met een onvoldoende waterdichting voor vegetatie kan deze voorzien worden in een nieuw **afgesloten deel (platte plantbak)**. Een afgesloten bak vormt een eerste barrière zodat water niet kan doordringen tot de brug.

Inrichting

Voor de inrichting van het ecogedeelte op een ecoduct met medegebruik verwijzen we naar [Fiche 8-A Ecoduct zonder medegebruik](#), aangezien dezelfde richtlijnen hier gelden.

Enkele specifieke aandachtspunten met betrekking tot het medegebruik worden hier verder toegelicht.

Indeling zones

Bij een ecoduct met medegebruik dient de zone voor medegebruik zo ver mogelijk naar één buitenzijde van de brug te worden voorzien zodat eventuele verstoring van het medegebruik voor de doelsoorten geminimaliseerd kan worden en een maximale breedte voor de (doel)soorten ter beschikking is (Figuur 8-10).

De zone voor medegebruik mag dus niet aan beide zijden van de brug liggen of in het midden over het ecoduct lopen. Door de aanleg van een pad of weg voor de medegebruikers is duidelijk waar de medegebruikers zich mogen verplaatsen, wat ook sturend werkt. Wanneer er meerdere paden nodig zijn, dienen deze gebundeld te worden aan één zijde van de brug.

Scheiding van functies

De beide functies (natuur en medegebruik) dienen steeds fysiek gescheiden te blijven om de doelsoorten voldoende beschutting te bieden en verstoring te beperken.

Het aanloopgebied tot de natuurzone van het ecoduct met medegebruik mag niet doorsneden worden door een bosweg, fietspad of dergelijke barrières.

Ook op het ecoduct zelf worden de **natuurzone en de zone met medegebruik afgeschermd van elkaar**.

- Deze afscherming heeft enerzijds **een menswerende functie** zodat de natuurzone ontoegankelijk wordt voor mensen. Wel dient er nagedacht te worden hoe deze scheiding nog wel faunadoorlatend blijft (zie [Fiche 9 Geleiding langs de weg](#)).
- Anderzijds vormt de scheiding ook **een visuele afscherming** wat verstoring van de doelsoorten beperkt.

Voorbeelden van scheidende structuren tussen beide zones zijn een stronkenwal, takkenrillen, een (doorn)struweel, bramen, een houtkant, een aardenwal, ... (Zie [Fiche 9 Geleiding langs de weg](#)).

Deze maatregel in combinatie met de sturende werking van een pad of weg zorgt er voor dat de natuurzone minimaal toegankelijk wordt voor mensen en betreding en visuele verstoring beperkt wordt.

Bij het gebruik van een stronkenwal of takkenril dient deze goed vastgelegd te worden zodat ze niet op de weg terecht kunnen komen door vandalisme of storm. Het gedeeltelijk ingraven van de stronken creëert daarnaast ook een vochtige situatie wat ecologisch gezien gunstig is.

Beperken van verstoring

De natuurzone zal vooral bij schemering en tijdens de nacht gebruikt worden door de dieren. Het menselijk medegebruik beperkt zich meestal tot de dag. Zeker als deze zone enkel recreatief gebruikt wordt.

Op het ecoduct met medegebruik is het belangrijk de versturende effecten zo veel als mogelijk te beperken. Verstoring kan optreden door de medegebruikers zelf (betreding natuurzone, geluid, geur en visuele verstoring) maar ook de infrastructuur dient optimaal afgesteld te worden om verstoring te beperken

Enkele aandachtspunten:

- De zijkanten van de natuurzone op het ecoduct met medegebruik dienen afgeschermd te worden tegen geluid en licht van het passerende verkeer onder de brug.
- Afhankelijk van de inrichting van de zone met medegebruik kan **verlichting** gewenst zijn. In eerste instantie dient overwogen te worden of verlichting op het ecoduct met medegebruik wel degelijk noodzakelijk is. Dit is zeker niet het geval indien er enkel recreatief verkeer toegelaten worden. Wanneer er echter wel verlichting gewenst wordt dienen verschillende alternatieven overwogen te worden zodanig de versturende werking maximaal beperkt wordt (zie [Fiche 3-A Verlichting](#)). Ook ter hoogte van de aanloopzones dient verlichting maximaal vermeden te worden.
- Wanneer het ecoduct met medegebruik enkel voor recreanten is bestemd, **kan een beperking in de toegankelijkheid** worden opgelegd naar analogie met sommige natuurgebieden. Zo kan het ecoduct bijvoorbeeld enkel toegankelijk zijn tussen zonsopgang en zonsondergang.
- Besteed ook aandacht aan **de toegankelijkheid voor honden**. Deze vormen vaak een bedreiging voor de (doel)soorten van het ecoduct doordat ze makkelijk toegang vinden tot de natuurzone, hun geur of geblaf de doelsoorten afschrikt en ze kleine dieren kunnen opjagen. Honden kunnen dan ook enkel aangeliend toegelaten worden op het ecoduct.
- **Asfalt dat in de zon ligt** in de zone met medegebruik kan reptielen aantrekken om op te zonnen en op te warmen. Bijgevolg lopen ze het risico om vertrappeld of overreden te worden door de medegebruikers. Om dit risico in te perken kunnen struikjes of een scherm aangebracht worden die een schaduw werpen op deze asfaltstrook. Wel dient erop gelet te worden dat een scherm geen extra barrière vormt voor andere (doel)soorten om op de natuurzone te geraken.
- De aanleg van paden, speelbossen, parkings en hondenlosloopzones is niet toegelaten in de omgeving van het ecoduct. Deze worden best geconcentreerd op verder af gelegen strategische plaatsen binnen de **gewenste recreatiezones**.
- Door gebruikers te informeren over het nut en de waarde van een ecoduct met medegebruik, kan vaak onbedoelde verstoring vermeden worden. Het **plaatsen van informatieborden**, geleide wandelingen organiseren, brochures uitdelen, ... kunnen hierbij helpen.

Onderhoud en beheer

Bij een ecoduct met medegebruik zullen verschillende instanties betrokken zijn vanaf de plan- en de uitvoeringsfase. Het is dan ook zeer belangrijk om op voorhand reeds duidelijke afspraken te maken over wie het verdere onderhoud en beheer opvolgt en uitvoert alsook van welke budgetten dit gefinancierd zal worden. De verschillende procesfasen en goede procespraktijken voor het ontwerp, uitvoering en onderhoud worden gegeven in het deel [Planproces](#) en in [Leone et al. \(2020, INBO\)](#).

Een regelmatige controle van zowel de natuurzone, de zone met medegebruik als de volledige constructie is aan de orde. Bij deze controles wordt aandacht besteed aan vandalisme en misbruik, zwerfvuil, schade, ... en deze worden ook hersteld door de afgesproken verantwoordelijken. De afspraken worden vastgelegd in een samenwerkingsovereenkomst.

Ook bij een ecoduct met medegebruik is een beheerplan relevant. Hierin wordt de instandhouding van de doelhabitats geformuleerd, hoe en door wie deze beheerd zullen worden.

Door in te zetten op een goed ontwerp van het ecoduct waarbij de natuurzone en de zone voor medegebruik duidelijk van elkaar gescheiden zijn, de doelsoorten en medegebruikers duidelijk gestuurd worden en een bewustzijn gecreëerd wordt bij de gebruikers zou handhaving beperkt moeten blijven.

Voorbeelden en werking



Figuur 8- 21: Ecoveloduct te Genk over de E314 ter hoogte van Nationaal Park Mechelse Heide. Bestaande gewestweg N730 werd gedeeltelijk afgeschaft en de bestaande brug werd omgebouwd tot ecoduct met medegebruik door fietsers, ruiters en meners.



Figuur 8- 22: Ecoduct Zanderij Crailoo (Nederland) met medegebruik door wandelaars, fietsers en ruiters tussen zonsopkomst en zonsondergang, honden zijn niet toegestaan. Aan de noordzijde van het ecoduct is een halfverhard voet-/fietspad (breedte 2,7 m) en een onverhard ruiterspad (breedte 1,6m) aangelegd. Tussen de paden en de rest van het ecoduct is een strook met struweelbeplanting en een circa 1m hoog raster aangebracht ter afscheiding van de recreatieve paden en de natuurzone op de brug (bron: [van der Grift et al. 2010, Alterra](#))

Figurenlijst

Figuur 8- 1: N19g - Landschapsbrug (490m) te Kasterlee onder de Hoge Mouw in de Heuvelrug tussen Herentals en Lichtaart.	6
Figuur 8- 2: Terminologie gebruikt om de dimensies van een ecoduct aan te duiden. A= Lengte, B = Breedte	8
Figuur 8- 3: Voorbeelden van verschillende vormen van ecoducten. Een rechte vorm met parabolisch of trechtervormige toegang (A) wordt vaak gekozen om de kosten te drukken, die toenemen met de oppervlakte van de brug. De constructie van een zuivere parabolische vorm (B, C) is moeilijker en kostelijker dan een recht ontwerp (A)	9
Figuur 8- 4: Voorbeeld van een waterdichte brugvoeg (ecoduct Kempengrens E34 te Postel)	10
Figuur 8- 5: Voorbeeld van een groendaksysteem (bron: website Nophadrain)	10
Figuur 8- 6: Geperforeerde noppendrain (bron: website Nophadrain)	10
Figuur 8- 7: Ecoduct De Munt te Wuustwezel (E19/HSL)	11
Figuur 8- 8: Schematische voorstelling van maatregelen op het Ecoduct Kempengrens (België- Nederland) om water vast te houden. Bij de constructie werd een zonering van vochtige naar droge bodemopbouw gerealiseerd door een compartimentering met keermuurtjes in V-vorm te maken. Hiermee wordt op passieve wijze voorkomen dat regenwater snel over de constructie van het ecoduct afstroomt.	12
Figuur 8- 9: De aanbevolen minimale dikte van de grondlaag afhankelijk van de gewenste vegetatie.	13
Figuur 8- 10: Om het ecoduct voor verschillende diersoorten geschikt te maken kunnen op het ecoduct verschillende ecotopen gerealiseerd worden, die parallel naast elkaar over de brug lopen en aansluiten op de aanloopgebieden (dwarsprincipe gebaseerd op het ecoduct Kempengrens)	14
Figuur 8- 11: Houten qfscherming op de ecoduct De Munt	14
Figuur 8- 12: Doorsnede randafwerking ecoduct Groenendaal	14
Figuur 8- 13: Opbouw half talud met polystyreen kern en schanskorven op ecoduct Kempengrens	15
Figuur 8- 14: De buiten- en binnenkant van het afschermend talud op de ecoduct Kempengrens. Op de rechtse foto van tijdens de aanleg zijn ook delen van de compartimentering ivm. de waterhuishouding te zien (Figuur 8-8)	16
Figuur 8- 15: Aanleg van het geleidend talud naar de ecoduct Kempengrens	17
Figuur 8- 16: Bovenaanzicht van het ecoduct Kempengrens. De aanleg van stronkenwallen biedt de nodige beschutting en geleiding in afwachting van de verdere ontwikkeling van de vegetatie	17
Figuur 8- 17: Op ecoduct Kikbeek wordt het water op natuurlijke wijze vastgehouden. De poel versterkt de aantrekkelijkheid in de aanloopgebieden naar de ecoduct	17
Figuur 8- 18: Bovenaanzicht van de Ecoduct De Munt	17
Figuur 8- 19: Inrichtingsplan ecoduct Groenendaal	17
Figuur 8- 20: Schematische weergave van de ligging van de zone voor medegebruik aan één zijde op het ecoduct (zie ook Inrichting)	19
Figuur 8- 21: Ecoveloduct te Genk over de E314 ter hoogte van Nationaal Park Mechelse Heide. Bestaande gewestweg N730 werd gedeeltelijk afgeschaft en de bestaande brug werd omgebouwd tot ecoduct met medegebruik door fietsers, ruiters en meners.	25
Figuur 8- 22: Ecoduct Zanderij Crailoo (Nederland) met medegebruik door wandelaars, fietsers en ruiters tussen zonsopkomst en zonsondergang, honden zijn niet toegestaan. Aan de noordzijde van het ecoduct is een halfverhard voet-/fietspad (breedte 2,7 m) en een onverhard ruiterspad (breedte 1,6m) aangelegd. Tussen de paden en de rest van het ecoduct is een strook met struweelbeplanting en een circa 1m hoog raster aangebracht ter afscheiding van de recreatieve paden en de natuurzone op de brug (bron: van der Grift et al, 2010, Alterra)	25



Fauna geleidende infrastructuur



Fiche 9

Geleiding langs de weg



Inhoudsopgave

Fiche 9. Geleiding langs de weg	1
Algemene elementen	5
Fiche 9-A. Ecorasters	6
Algemene beschrijving en doelsoorten	6
Locatie en positie	6
Locatie	6
Hoe ver van de weg?	7
Overbruggen van een gracht of zijslot	7
Aansluiting op faunapassages	8
Types ecorasters	8
Hoog combinatieraster	8
Laag ecoraster	10
Technisch ontwerp en inrichting	11
<u>Plaatsing palen</u>	11
<u>Bevestiging gaas</u>	12
<u>Aansluiting op faunapassages</u>	12
<u>Aandachtspunten bij plaatsing</u>	12
<u>Onderhoud en beheer</u>	13
<u>Voorbeelden en werking</u>	13
Fiche 9-B. Geleidingswanden	15
<u>Algemene beschrijving en doelsoorten</u>	15
<u>Locatie en positie</u>	15
<u>Technisch ontwerp en inrichting</u>	17
<u>Dimensies</u>	17
<u>Aanleg</u>	17
<u>Onderhoud & beheer</u>	19
<u>Voorbeelden en werking</u>	19
Fiche 9-C. Extra onderdelen	21
Algemene elementen	21
Terugkeerpoortje (Dassenpoort)	21
Insprongen	23
Wildrooster	24
Algemene beschrijving en doelsoorten	24
Technisch ontwerp en inrichting	24
Voorbeelden van werking	25
Toegangspoorten	26
Toegangspoort voor mensen	26
Toegangspoort voor ruiters	26
Figurenlijst	29



Algemene elementen

Geleiding langs de weg bestaat uit **ecorasters** ([Fiche 9-A Ecorasters](#)) en zorgt ervoor dat dieren van de weg worden gehouden en naar faunapassages worden geleid.

Afhankelijk van de locatie en situatie zijn er andere doelsoorten en dus ook andere noden qua geleiding.

Voor grotere zoogdieren worden hoge grofmazige rasters opgesteld die bestand moeten zijn tegen een sterker zoogdier dat er tegenaan loopt. Deze worden vaak gecombineerd met lage fijnmazige rasters voor kleinere dieren. Voor de allerkleinste doelsoorten dienen de rasters bovendien voorzien te worden van een afscherming zonder mazen zodat de dieren er niet doorheen kunnen kruipen.

In combinatie met amfibieëntunnels wordt een geleidingswand voorzien, die specifiek is afgestemd op het gebruik door amfibieën ([Fiche 9-B Geleidingswanden](#))

De geleiding wordt altijd gecombineerd met faunapassages en moet ook voorzien worden van maatregelen die de toegankelijkheid voor onderhoud toelaten, onderbrekingen kunnen overbruggen en ervoor zorgen dat dieren die aan de verkeerszijde van de geleiding geraakt zijn terug kunnen keren naar de verkeersluwe zijde ([Fiche 9-C Extra onderdelen](#))

Het **foutief of overmatig plaatsen van een geleiding moet te allen tijde vermeden worden** omdat dit een negatieve impact op doelsoorten kan hebben. Mogelijk wordt er net een (extra) barrière gevormd doordat er reeds een raster of afsluiting aanwezig is, doordat er maar aan één zijde van een weg een raster geplaatst wordt of doordat het raster aan de ene zijde van de weg langer doorloopt dan aan de andere zijde.

De timing van de plaatsing is van groot belang. Een raster wordt best geplaatst net voor of net na de realisatie van een faunapassage, zodat doelsoorten naar de passage worden geleid en het risico op een (tijdelijke) verhoging van aanrijdingen wordt vermeden.

Elke geleiding langs de weg moet naadloos aansluiten op de faunapassages. Er mogen geen 'lekken' ontstaan zodat er nog dieren op de weg terecht kunnen komen.

Zowel ecorasters als geleidingswanden worden aanschouwd als obstakels langs de weg. In het kader van 'Vergevingsgezinde Wegen' moet er daarom rekening gehouden worden met minimum afstanden tot het verkeer. Waar men zich door de lokale omstandigheden niet aan de afstanden kan houden worden bijkomend afschermende constructies (vanrails) geplaatst.

Fiche 9-A. Ecorasters

Algemene beschrijving en doelsoorten

Voor grotere zoogdieren worden hoge grofmazige rasters opgesteld die bestand moeten zijn tegen een sterker zoogdier dat er tegenaan loopt.

Lage fijnmazige rasters worden gecombineerd met faunapassages voor kleine dieren (das, vos, otter, egel, bepaalde marterachtigen). Grotere dieren, die ook veel mobieler zijn, kunnen deze lage rasters nog passeren. Voor hen wordt de passeerbaarheid dus nog toegelaten wegens het ontbreken van een aangepaste, veilige faunapassage.

Een hoog raster in combinatie met een lager fijnmazig raster dat werkt voor zowel grote als kleine diersoorten verdient de voorkeur, tenzij er geen doorgangen aanwezig zijn voor grote dieren.

Het toepassen van lage rasters zou dus een uitzondering moeten zijn enkel op plaatsen waar er niets kan gedaan worden voor de grotere diersoorten.

Locatie en positie

Locatie

De omgeving moet aandachtig bestudeerd worden zodat de combinatie van de faunapassage en het raster geschikt is voor de doelsoort(en).

Het raster dient zo veel mogelijk **te worden geïntegreerd in de omgeving**, zowel landschappelijk als vanuit verkeersveiligheid.

- De **materiaal- en kleurkeuze** van het raster zijn belangrijk voor het landschappelijk effect.
- Naar **verkeersveiligheid** toe is het belangrijk dat een bestuurder steeds een overzicht heeft over de weg. Rasters kunnen een tunneleffect creëren of de zichtbaarheid bij bochten belemmeren, wat zeker een bijkomend aandachtspunt is.

De rasters dienen over **een voldoende lange strook** aan weerszijde van een faunapassage aangelegd te worden. Bij voorkeur loopt het raster langer door dan de geschikte habitat van de doelsoort. Meestal begint en eindigt een raster ter hoogte van een plaats waar men een hoek of trechter kan realiseren. Dergelijke plaatsen zijn kruispunten, tuinafsluitingen, op- en afrittencomplexen, brughoofden en dergelijke meer. Zo wordt de kans gereduceerd dat de doelsoort aan het einde van het raster alsnog terecht komt op de weg en deze oversteekt.

Gebaseerd op de '[Indicator Ontsnippering met betrekking tot transportinfrastructuur in Vlaanderen](#)' opgemaakt door het INBO is de lengte dat het raster, afhankelijk van de doelsoort:

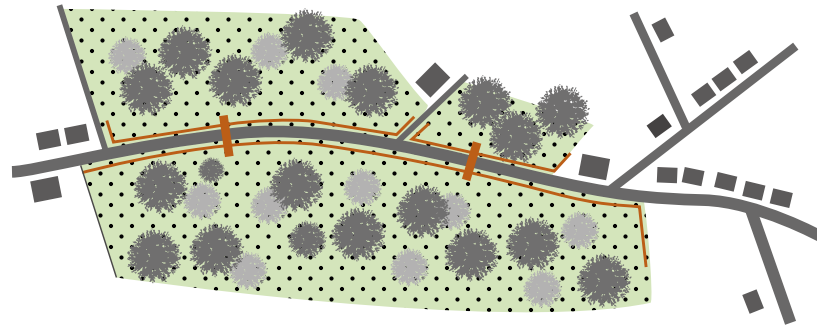
- Reptielen en amfibieën minimaal 50 meter
- Kleine zoogdieren minimaal 50 à 500 meter afhankelijk van de lokale omstandigheden
- Grote zoogdieren minimaal 1000 à 5000 meter afhankelijk van het landschap

Rasters worden in principe altijd langs beide zijden van de weg aangebracht

De lengte van raster kan door lokale omstandigheden afwijken en dient aan te sluiten op (Figuur 9-1):

- Een andere (privé-)afsluiting
- Een kruispunt of andere dwarsende infrastructuur, waarbij het raster een stukje de dwarsende weg moet volgen

Als bovenstaande aansluiting niet mogelijk is, wordt er aan het einde van het raster gebruik gemaakt van **keerlussen of keerwanden** waarbij het raster een stukje (500 m) landinwaarts loopt. Op die manier worden dieren die het raster tot het einde volgen terug van de weg afgeleid.



Figuur 9- 1: Schematische voorstelling van aansluiting van een ecoraster op de omgeving.

Als een langer traject dient afgesloten te worden, dan kunnen rasters ook onder bruggen doorlopen. Zo kunnen dieren nog tussen het raster en brughoofd de bermen blijven volgen. Indien het raster stopt aan een brug dan moet het raster oplopen naar de bovenzijde en aangesloten worden op de brugleuning.

Hoe ver van de weg?

Vanuit ecologisch standpunt, wordt het raster best dicht tegen de weg geplaatst zodat de volledige berm aan de verkeersluwe zijde nog gebruikt kan worden door de doelsoorten

In de praktijk worden de rasters echter **meestal op de grens van het patrimonium achter de gracht** geplaatst omwille van de bereikbaarheid van de berm en de grachten voor het uitvoeren van het beheer.

Vanwege de kans op aanrijdingen moeten de rasters ofwel buiten de veiligheidsstrook ofwel achter een afschermdende constructie (beton of metaal) geplaatst worden (zie [Vademecum vergevingsgezinde wegen](#)).

Een raster dicht bij de weg heeft een grotere gevoeligheid voor schade door aanrijdingen waardoor ze hun werking verliezen ([Fiche 1 Inrichting van bermen](#)).

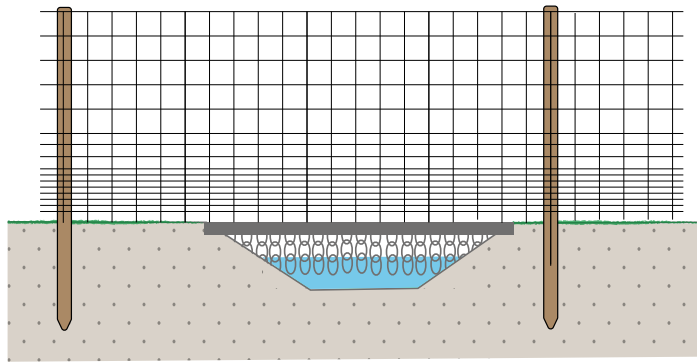
Tevens moet nagegaan worden hoe het raster naadloos kan aansluiten op aanwezige faunavoorzieningen (bv. ecotunnel). Deze faunavoorzieningen moeten ook bereikbaar blijven voor onderhoud (zie [Technisch ontwerp en inrichting](#)).

Uiteraard is het belangrijk om **een evenwicht te zoeken tussen de verschillende belangen vanuit de ecologie, het beheer en de verkeersveiligheid**, en wordt er per locatie bekeken wat haalbaar is.

Overbruggen van een gracht of zijslot

Plaatsen waar het raster een (afwaterings)gracht moet kruisen zijn vrij moeilijk op te lossen, en worden dus best vermeden indien mogelijk. Daar waar het raster toch een gracht of sloot moet kruisen zijn er verschillende oplossingen.

- Een eerste optie is om in de gracht een buisduiker aan te brengen. Maar daarin kunnen de dieren wel nog doorlopen.
- Een andere optie is om een extra sectie van het raster in de vorm van de gracht aan te brengen, zodat deze voorkomt dat dieren onder het raster doorkruipen ter hoogte van de gracht. Bij watervoerende grachten kan er dan wel afval blijven hangen.
- Mogelijk is de beste optie om **een kettingmat (principe van kettingen bij een klepelmaaier)** te laten afhangen ter hoogte van de gracht. Bij watervoerende grachten hangt deze tot aan het waterpeil, bij niet watervoerende grachten tot op de bodem. Een kettingmat zal bij watervoerende grachten minder afval tegenhouden (Figuur 9-2).



Figuur 9- 2: Principe van hoe een watervoerende gracht kan overbrugd worden met behulp van het hangen van een kettingmat

Aansluiting op faunapassages

Het raster moet steeds naadloos aansluiten op de faunapassages.

Bij grote passages moet het aansluiten op brughoofden, keerwanden of bovenaan aan de brugrand (leuning/scherf).

Kleine faunapassage zoals kleine ecotunnels reiken meestal niet tot aan het raster. Ze dwarsen de weg tot in de berm terwijl het raster zich achter de gracht kan bevinden. Ter hoogte van de faunapassage wordt daarom het raster in een trechtervorm omgebogen tot aan de tunnelingang waarop ze rondom rond naadloos moeten aansluiten.



Figuur 9- 3: Kleine ecotunnel aan de N19g te Geel. Goed aangesloten op het ecoraster

Types ecorasters

Rasters bestaan uit palen waarop een hoogwaardig gepuntlast en zwaar verzinkt (min. 180/m²) gaas in de vorm van liggende rechthoekige mazen wordt bevestigd. De afmetingen en opbouw van een ecoraster zijn sterk afhankelijk van de doelsoort(en) (Figuur 9-8).

Hoog combinatieraster

Voor grote dieren (bv. ree, everzwijn,...) is een hoog ecoraster nodig waarvan de maaswijdte bovenaan groter is (Tabel 9-1). De maaswijdte onderaan het raster is kleiner, in functie van de grootte van de jongen van de doelsoorten. De maaswijdte wordt dan gradueel groter van onder tot de bovenzijde van het raster.

Rasters voor grote en kleine doelsoorten worden echter best gecombineerd (combinatieraster).

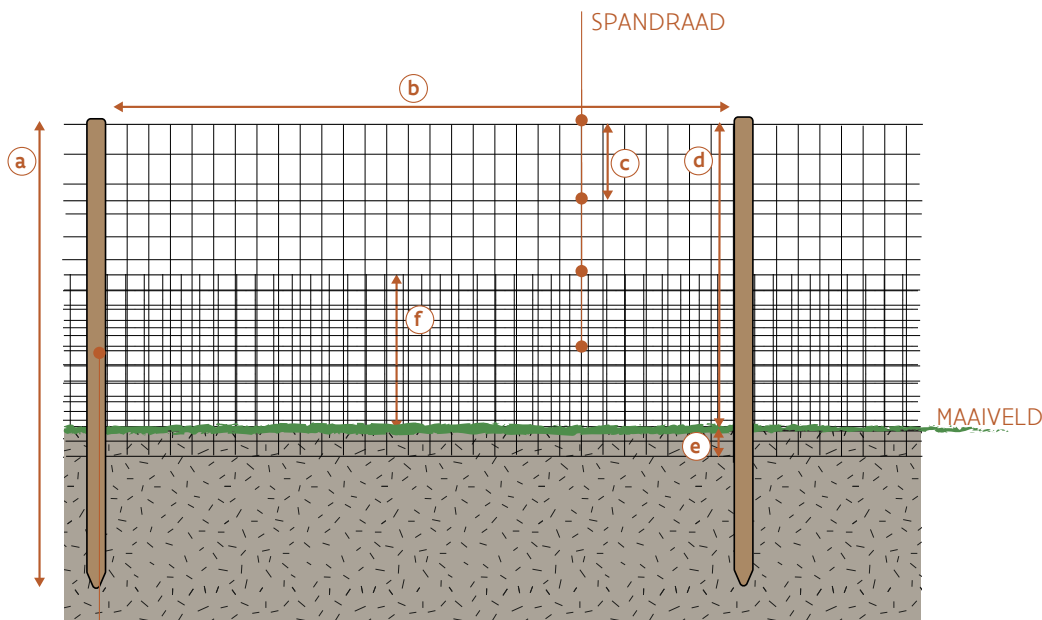
Op onderstaande Figuur 9-4 en Figuur 9-5 worden de standaardafmetingen en opbouw van een hoog combinatieraster weergegeven.

- Er wordt een grofmazig raster geplaatst, waartegen onderaan aan de verkeersluwe kant een fijnmazig raster wordt geplaatst.

- Een gladde wand of amfibieënscherm onderaan is dikwijls te verkiezen boven een fijnmazig raster omdat dit laatste hele kleine zoogdieren, amfibieën en reptielen en hun jongen niet tegenhoudt (zie [Laag ecoraster](#)). Ze kunnen er door kruipen, er tegen klimmen of er zelfs in verstrikt geraken.
- Ook beide, het fijnmazig laag raster en het amfibieënscherm, kunnen geïnstalleerd worden om tegelijkertijd amfibieën te geleiden en het onder doorgraven door andere soorten te vermijden. Het moet ook aan de verkeersluwe kant van het raster worden geplaatst (zie [Laag ecoraster](#))
- Het fijnmazige gaas wordt 20 cm diep t.o.v. het maaiveld ingegraven en daar horizontaal 30 cm omgeplooid in een daartoe vooraf gegraven sleuf, die na de plaatsing terug wordt opgevuld. Bij gebrek aan plaats kan het fijnmazig raster ook over zijn volledige breedte (50 cm) recht naar beneden worden aangelegd.
- Het fijnmazig raster wordt correct opgespannen en vastgenageld aan de palen met minimaal 3 krammen per paal.

Bovendien worden er drie prikkeldraden aangebracht, respectievelijk op 0,05 m boven het maaiveld en 0,05 en 0,20 m onder het maaiveld. Dit is vooral nuttig om onderdoor graven te beletten.

Verdere toelichting en aandachtspunten bij het plaatsen worden gegeven in het [Technisch ontwerp en inrichting](#).



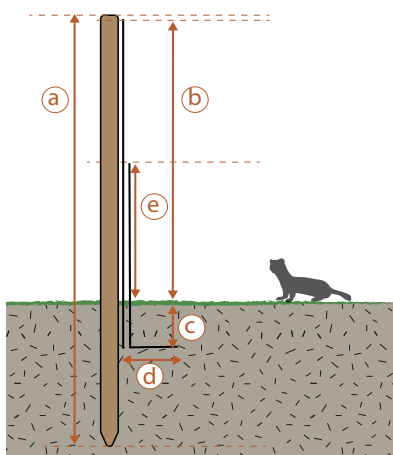
OPBOUW (geleidingscherm)

- houten paal (zie dimensies)
- raster wijd (maasgrootte zie dimensies)
- raster smal (maasgrootte zie dimensies)

AFMETINGEN

- a : 3m
- b: 3 tot 4m
- c : 0.5m

Figuur 9- 4: Vooraanzicht van een hoog combinatieraster



AFMETINGEN

- a : 3m
- b: 2m
- c : 0.2m
- d : 0.3m
- e: 1m

Figuur 9- 5: Zijaanzicht van een hoog combinatieraster

Laag ecoraster

Voor kleine(re) doelsoorten (bv. das; konijn, otter, ...) is een laag fijnmazig raster reeds effectief. De kleine mazen voorkomen dat kleine dieren er doorheen kunnen kruipen (Figuur 9-8).

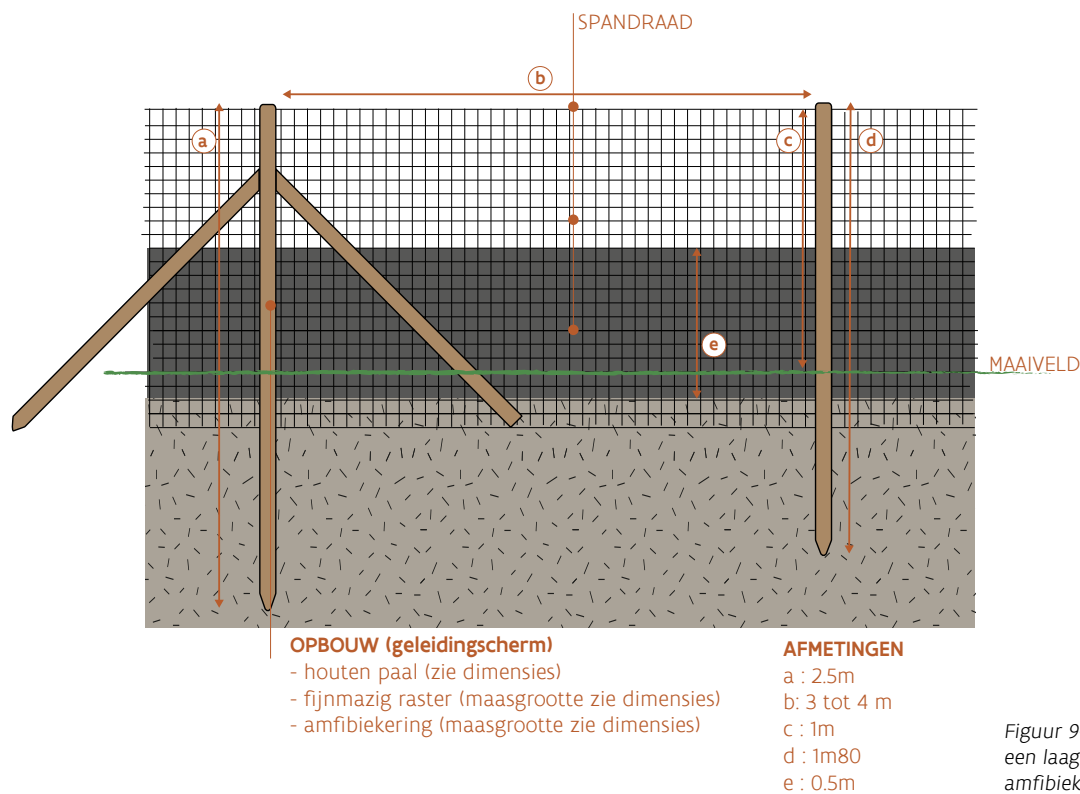
Voor de allerkleinste dieren wordt er soms onderaan ook een volledig dicht scherm aangebracht (amfibiekering), dat best bestaat uit een HDPE-wand en wordt bevestigd aan het gaas of spandraad. De wand wordt 10 cm ingegraven (Figuur 9-6).

Om overklimmen te vermijden van bv. marterachtigen zijn er verschillende opties:

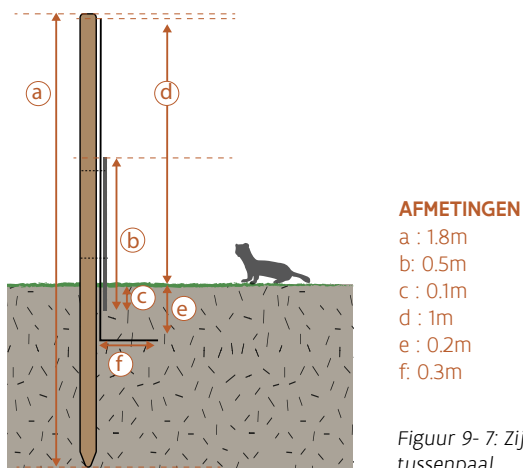
- op halve hoogte een dicht, glad scherm voorzien
- een deel van het raster aan de bovenkant omslaan aan de wildzijde (Figuur 9-8)

Om onderdoor graven wordt het raster 20 cm ingegraven met een ondergrondse terugslag van 30 cm.

Op onderstaande (Figuur 9-6, Figuur 9-7) worden de standaardafmetingen en opbouw van een laag fijnmazig ecoraster met amfibiekering weergegeven. Verdere toelichting en aandachtspunten bij het plaatsen worden gegeven in het Technisch ontwerp en inrichting.



Figuur 9- 6: Vooraanzicht van een laag fijnmazig ecoraster met amfibiekering



Figuur 9- 7: Zijaanzicht van een laag ecoraster met amfibiekering ter hoogte van een tussenpaal.

Doelsoort	Minimale hoogte boven maaiveld (m)	Palen (totale lengte, incl. in grond), Ø (cm)	Afstand tussen twee opeenvolgende palen (m)	Maaswijdte verticale draden (mm)	Maaswijdte horizontale draden (mm)	Draden van het gaas
Edelhert, Everzwijn, Ree, Vos, Wolf	2	Hoekpalen: Lengte 3.5 m, Ø 12/14 Tussenpalen: Lengte 3 m, Ø 10/12	4	150	Onderaan: 50 - 150 Bovenaan: 150 - 200	Metaaldraad (min. 1.9 mm dik) met zink-alu-coating. Hoogkoolstofdraad zwaar verzinkt (min 240 g/m ²).
Das, Bever, Konijn, Haas, Otter, Egel	1.00	Hoekpalen: Lengte 2.5 m, Ø 12/14 Tussenpalen: Lengte 1.80 m, Ø 8/10	4	50	25	Metaaldraad (min. 1.9 mm dik) met zink-alu-coating.
Marterachtigen, Eekhoorn	1.00	Hoekpalen: Lengte 2.5 m, Ø 12/14 Tussenpalen: Lengte 1.80 m, Ø 8/10	4	50	25	Aan de bovenzijde 0.3 m in hoek 45° omzetten naar de wildzijde tegen overklimmen
Kleine zoogdieren, amfibieën en reptielen	0.50	Hoekpalen: Lengte 1.2m, Ø 10/12 Tussenpalen: Lengte 0.8 m, Ø 8/10		Dicht, glad	Dicht, glad	Kunststof HDPE-plaat: afmeting 3000 x 600 (100 mm ingegraven) x 3 mm

Figuur 9- 8: Richtlijnen voor dimensies van ecorasters in functie van de verschillende doelsoorten. De minimale hoogte wordt geteld van op het maaiveld aan de verkeersluwe zijde van het raster. 'Onderaan' = maaiveld tot 1m, 'Bovenaan' = > 1m boven maaiveld. Bij omrekening van inch kunnen de afmetingen licht afwijken (bv 1 x 2 inch = 25.4 mm x 50.8 mm)

Technisch ontwerp en inrichting

Plaatsing palen

De palen van het raster moeten bestand zijn tegen een dier dat tegen het raster aanbotst. Anderzijds mogen de palen geen obstakel vormen voor een dwalend voertuig.

- Voor de afmetingen van de tussenpalen zie Figuur 9-8.
- De hoekpalen moeten verstevigd worden zodat deze niet omvergetrokken worden door de spanning die op het raster staat of door dieren die tegen het raster aanlopen.
- Schoorpalen hebben dezelfde diameter als tussenpalen en worden met een verzinkte nagel bevestigd in een daartoe gemaakte inkeping van 1,5 cm diepte op de paal.
- Wordt op het einde gesteund door een stop van 40 cm lengte die vast in de grond wordt geklopt

Materiaal: hout (vb. Robinia, Tamme kastanje) of metaal

Afstand tussen palen: 4 meter

Aanbrengen in de grond:

- Tussenpalen minimaal 1/3 van de paal zit in de grond
- Hoek- en eindpalen worden minimaal 1.40 meter diep aangebracht en worden altijd voorzien van een schoorpaal onder 45°.

- De palen worden in voorgeboorde gaten gedreven zonder de kop te beschadigen

Bevestiging gaas

Op de palen wordt, aan de verkeersluwe zijde (Figuur 9-4 en figuur 9-6), de metalen draad bevestigd middels weerhaakkrammen. Dit voorkomt dat:

- (kleine) doelsoorten de palen kunnen gebruiken om tegen het scherm/raster op te klimmen.
- het raster richting de weg kan vallen wanneer het beschadigd is of er een dier tegenaan botst.

Het raster dient **mechanisch te worden opgespannen** (geldt voor alle gaas- en rastersoorten). Ter ondersteuning van het gaas worden **spandraden** aangebracht elke 40 tot 50 cm. De spandraden (en prikkeldraden bij hoge ecorasters) worden op correcte en deskundige wijze geplaatst, met minimaal 1 kram op elke paal vastgemaakt en d.m.v. spanners, elke 50 m één per draad, opgespannen.

Het gaas wordt zodanig geplaatst dat begin en einde van elk onderbroken gedeelte (begin van een nieuwe rol, opening, etc.) perfect aansluit of zelfs overlapt, zodat er **geen openingen** gelaten worden, waardoor toch nog dieren op de weg zouden geraken.

Het gaas mag in geen geval boven de palen uitsteken.

Aansluiting op faunapassages

De afstand tussen faunapassages is afhankelijk van de doelsoort, en wordt ook verder besproken in de desbetreffende fiches.

Algemene richtlijnen zijn:

- Kleine zoogdieren (vos, das): 500 m
- Grote zoogdieren (ree, everzwijn): 1000 m, afhankelijk van het omliggende habitat

Ter hoogte van de faunapassage wordt een opening in het gaas gemaakt (bijvoorbeeld bij een kleine ecotunnel) of wordt het gaas onderbroken zodat de ingang van de faunapassage volledig open is en zodat het gaas volledig naadloos aansluit op passage. Er mogen geen openingen ontstaan waar dieren kunnen doorglippen. Aan bruggen wordt het raster bovenaan aangesloten op de brugrand.

Aandachtspunten bij plaatsing

- Het raster moet nabij de faunavoorzieningen zo gemaakt worden dat het overklimbaar of passeerbaar is door inspecteurs zonder een doorgang te creëren voor de doelsoorten. Dit kan bijvoorbeeld door een overstapje of een toegangspoort te plaatsen (zie [Fiche 9-C Extra onderdelen](#)).
- Het is belangrijk om bij het ontwerp rekening te houden met dieren die aan de verkeerszijde van het raster zijn aanbeland en terug naar de veilige zijde moeten geraken door gebruik te maken van insprongen en terugkeerpoortjes (zie [Fiche 9-C Extra onderdelen](#)).
- Het raster moet naadloos aansluiten op een faunavoorziening en dieren moeten ook effectief naar de ingang van deze voorziening geleid worden. Dit kan door bijvoorbeeld een stronk of extra geleidend element aan te brengen (zie [Fiche 10 Landschappelijke inpassing](#))
- Het voorzien van **een looppaadje** zonder obstakels langsheen het raster is wenselijk. Dit voorkomt ook dat er vegetatie tegen het raster groeit en het onderhoud minder intensief dient te gebeuren. Maar vanaf zo'n 50-100 cm zijn er best wel dekkingsmogelijkheden voor kleine dieren tegen predatie*.
- Plaats bij voorkeur **geen verlichting** bij de overgang van de geleidende infrastructuur naar de faunapassage. Bij noodzaak tot verlichting is het aangewezen om de ingang van de faunapassage af te schermen van het licht. Verschillende doelsoorten verkiezen een beschutte, nachtelijke levenswijze en zouden de veilige passage net kunnen vermijden bij te veel licht en er voorbij lopen.

Onderhoud en beheer

De effectiviteit van een raster kan enkel gegarandeerd worden wanneer het optimaal werkt. Hiervoor dient er **een regelmatig inspectie** ingepland te worden, minimum jaarlijks, maar bij voorkeur om de 6 maanden.

- Controle of het raster nog naadloos aansluit op de faunapassage.
- Controle of het raster nergens beschadigd is (gaten, spleten,...)
- Controle of het raster niet te veel overgroeit wordt

Om deze controle eenvoudiger te maken, worden nabij de faunapassage best overstapplankjes of toegangspoorten voorzien zodat er niet over het raster geklommen moet worden.

- Een **regelmatig maaibeheer** van een strook van 0,5m-1m aan beide zijden van het raster is noodzakelijk om te vermijden dat vegetaties te hoog groeien. Bepaalde (kleinere) dieren zouden anders via de vegetatie tot de grotere gaten in het raster kunnen komen en er door kruipen of over het raster klimmen. Men moet wel opletten dat het raster niet beschadigd raakt tijdens de maaibeurt!
- Snoeien van beplanting die omhoog kan klimmen tegen het raster of die het raster omver zouden kunnen duwen.

Het is dus van belang dat het raster ook langs de verkeersluwe zijde bereikbaar is om onderhoud uit te voeren.

Voorbeelden en werking



Figuur 9- 9: Combinatieraster langs de N19g aan de ecovallei over de Kleine Nete te Kasterlee/Geel.



Figuur 9- 10: Combinatieraster langs de N19g Kasterlee/Geel

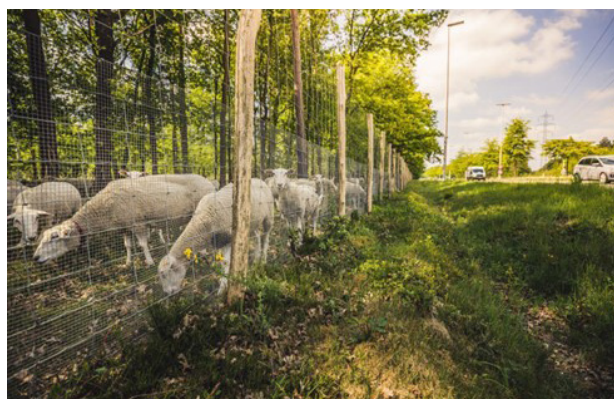


Figuur 9- 11: Laag ecoraster met amfibieënkering (Bredabaan, Wuustwezel). Boven: bron AWV. Onder: aansluiting van het raster op een kleine ecotunnel. Ter hoogte van de ingang ligt een stronk waardoor dieren effectief naar de ingang worden geleid (Bron: Lotte Gielis).





Figuur 9- 12: Combinatieraster langs de N75, Europalaan, As (bron: Lotte Gielis)



Figuur 9- 13: Detailbeeld van het combinatieraster langs de N75 (bron: AWW)



Figuur 9- 14: Laag fijnmazig ecoraster tegen bestaand hoog ecoraster (Kempengrens, bron: AWW)



Figuur 9- 15: Laag fijnmazig ecoraster met een correcte aansluiting op een kleine ecotunnel zonder kopmuur onder de RO in Brussel (bron: Bosplus)



Figuur 9- 16: Een hoog ecoraster gecombineerd met een fijnmazig laag ecoraster naast de E40 in Nevele (bron: verkeerscentrum.be)



Figuur 9- 17: Ingegraven fijnmazig raster langs de N75 te Genk



Figuur 9- 18: Laag ecoraster langs de E313 te Tongeren

Fiche 9-B. Geleidingswanden

Algemene beschrijving en doelsoorten

Geleidingswanden worden voornamelijk gebruikt om **een goede en efficiënte werking van amfibieëntunnels** (Fiche 4-D Amfibieëntunnel) te verzekeren. Amfibieën (kikkers, padden, salamanders) kunnen zich niet oriënteren richting de ingang van een tunnel, waardoor de effectiviteit ervan voor een zeer groot deel afhankelijk is van de structuren die hen geleiden naar de tunnels.

De geleidingswand heeft hierbij een dubbele functie:

- Hij zorgt voor een barrièrewerking zodat de dieren niet de weg op kunnen
- Hij geleidt de dieren naar de ingang van een amfibieëntunnel.

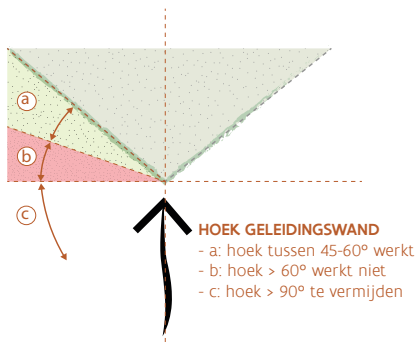
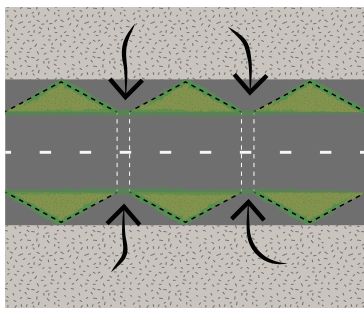
Voor amfibieën is het van belang dat volledig afgesloten, gladde wanden worden voorzien waar geen gaten of spleten in zijn.

Men moet ook bijzondere aandacht besteden aan een zeer nauwe aansluiting van de geleidingswand op de amfibieëntunnel.

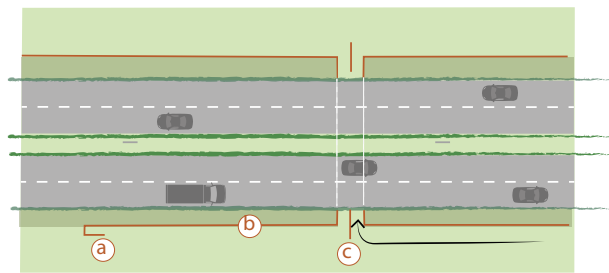
Locatie en positie

De locatie voor de aanleg van amfibieëntunnels is afhankelijk van de trekrichting van amfibieën en de ligging van de verschillende leefgebieden. Een geleidingswand moet daarbij zo opgesteld worden dat de natuurlijke trekrichting zo min mogelijk verstoord wordt. Waar mogelijk zullen amfibieën kiezen voor de kortste weg tussen de leefgebieden. Hier worden dan ook de tunnel en geleidingswanden aangelegd.

- De geleidingswand moet **over de gehele lengte van de migratiezone** aanwezig zijn aan beide zijden van de weg.
- **Aanleg zo dicht mogelijk tegen de weg**
 - Indien er nog enige ruimte blijft tussen de geleiding en de weg, bestaat het risico dat een deel van de migrerende amfibieën gemist worden.
 - Bijkomende voordelen zijn het vergemakkelijken van het onderhoud van de geleidingswanden en het beperken in lengte van de amfibieëntunnels.
 - Uitwijkend verkeer mag de geleiding niet te dicht naderen (cf. beschadiging van de wand). Aanbrengen van **kleine reflectorpaaltjes**, vnl. op kleine lokale wegen, kunnen helpen de geleidende infrastructuur te beschermen
- In een ideaal scenario worden de geleidende wanden onder **een hoek van 45° tot 60° op de trekrichting van de amfibieën** geplaatst.
 - Amfibieën, die meer dan 60° moeten afwijken van de trekrichting zullen dit in de meeste gevallen weigeren.
 - Wanneer er voldoende ruimte is naast de weg, kunnen de **geleidingswanden in een V-vorm** worden opgesteld (Figuur 9-19). Hierdoor kan er ook meer afstand zitten tussen de amfibieëntunnels en zijn er minder tunnels noodzakelijk.
 - Door ruimtegebrek wordt er meestal gekozen voor **wanden parallel aan de weg**. Hierbij worden maatregelen getroffen om de effectiviteit van de geleiding te verbeteren (Figuur 9-20):
 - Terugkeerwand: het laatste geleidingselement wordt aan het einde onder een scherpe hoek t.o.v. de geleidingswand geplaatst. Amfibieën worden hierdoor in de tegengestelde richting, terug naar de geleidingswand, geleid. Zo wordt voorkomen dat zij op het einde van de wand alsnog op de weg geraken.
 - Stopwand: staat haaks op de richting van de geleiding ter hoogte van de tunnelingang. Door de combinatie van een stopwand en een tunnel, worden amfibieën aan het einde van de geleiding alsnog gedwongen de tunnel in te gaan.

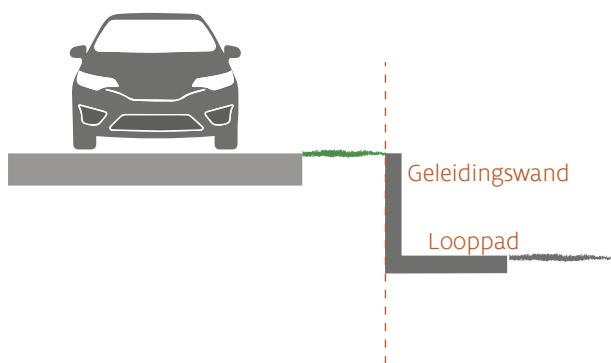


Figuur 9- 19: Geleidingswand aangelegd in V-vorm onder een hoek van 45°-60° graden op de trekrichting

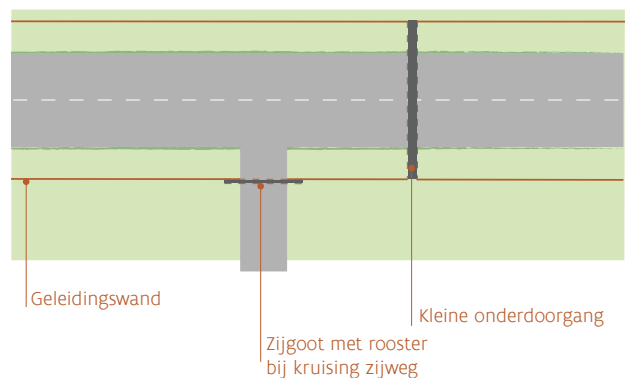


Figuur 9- 20: Principe van een geleidingswand parallel aan de weg. a – een terugkeerwand waar de geleiding stopt, b – afstand tussen keerwand en tunnel < 50 m, c- een stopwand of scheidingsvin aan de tunnelingang

- **Idealiter komt de bovenkant van de geleidingselementen op gelijke hoogte met het wegtalud** (Figuur 9-21). waardoor dieren die toch op de weg terechtkomen terug aan de veilige zijde van de geleiding geraken. Dit kan bijvoorbeeld gerealiseerd worden in de weggracht. Een ander voordeel is dat de geleidingselementen beter zijn ingepast in het landschap en dat ze niet kunnen aangereden worden door het verkeer.
- Op plaatsen waar de geleidingswand onderbroken moet worden door een zijweg of een inrit, is het belangrijk eveneens voorzieningen te treffen om geen 'lekken' te creëren in de geleiding en de amfibieën weg te houden van de hoofdweg (Figuur 9-22).
 - Aanleggen van een U-vormige geleidingstunnel (40 cm diep, 30 cm breed) afgedekt met rooster (grit 60x100 mm) in de tussenweg
 - Amfibieën die vanaf de zijweg richting de hoofdweg willen trekken vallen tussen de spijlen van het rooster in de goot. Indien kikkers tot de doelsoorten behoren, dan wordt de goot best breder (50 cm) aangelegd om te voorkomen dat ze erover springen.
 - Het grit van het rooster moet voldoende sterk zijn om het verkeer te dragen dat er over moet.
 - De geleidingsgoot dient naadloos aan te sluiten op de geleidingswand.



Figuur 9- 21: Schematische weergave waarbij de geleidingswand op gelijke hoogte van het wegtalud komt, en op die manier toelaat dat amfibieën die op de weg terechtkomen terug kunnen keren achter de geleidingswand



Figuur 9- 22: Principe waarbij een geleidingswand langs een hoofdweg een zijweg kruist: plaatsen van een zijgoot met rooster

Technisch ontwerp en inrichting

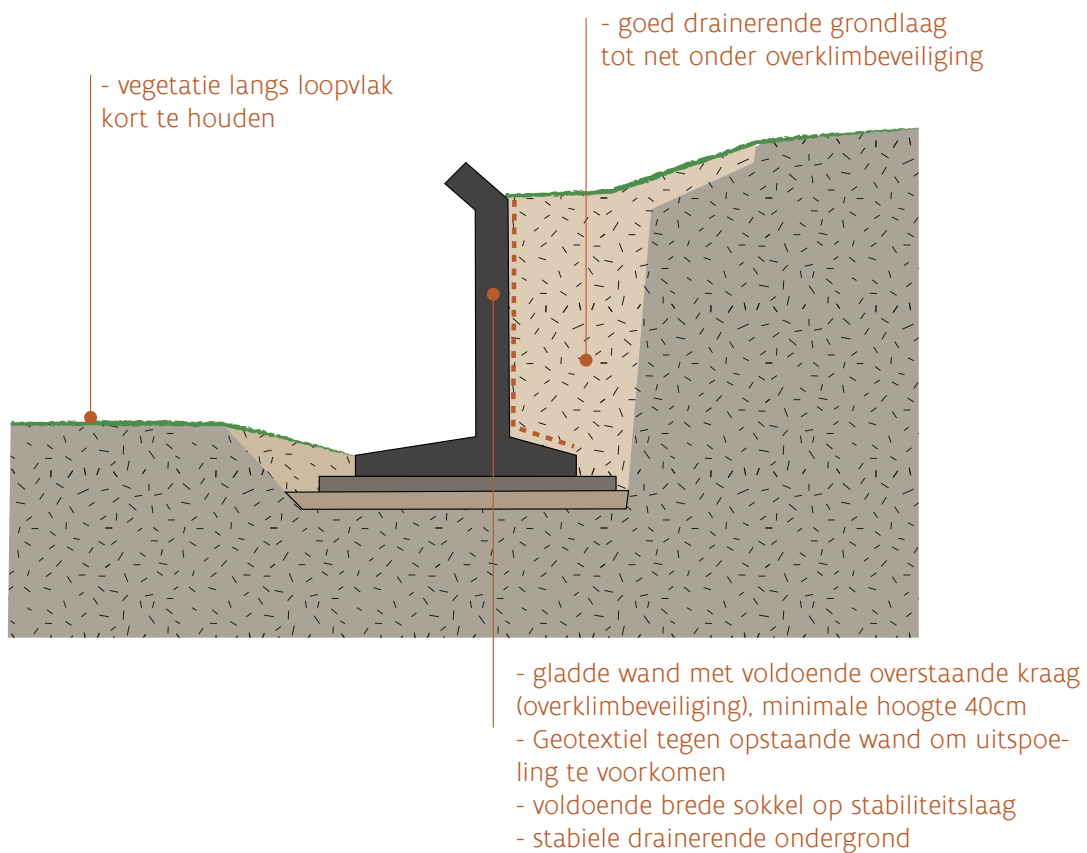
Dimensies

- **Hoogte: minimaal 60 cm**
 - De geleidingswand moet een barrière vormen
 - Geleidingselementen met een horizontale overhang van ca. 10 cm of halfronde geleidingselementen genieten de voorkeur, gezien de uitstekende klim- en/of springcapaciteit van bepaalde amfibieënsoorten
- **Opties om onderdoor graven te voorkomen**
 - De wand ingegraven (20 cm)
 - Een **L-vormig profiel** met een vegetatievrij looppad van minimaal 20 cm breed
- **De lengte** is zeer locatieafhankelijk
 - Dient de volledige migratiezone te omvatten (zie [Fiche 4-D Amfibieëntunnels](#)).
 - Op plaatsen waar enkel de belangrijkste trekzone wordt afgebakend, is het noodzakelijk om aan beide uiteinden van de geleidingswand een keerwand te voorzien, niet verder dan 50 m van de tunnel.

Aanleg

De verschillende aandachtspunten voor een correcte aanleg en inrichting van een geleidingswand zodat een goede werking gewaarborgd wordt worden getoond op Figuur 9-23. Deze aspecten worden verder geduid in onderstaande tekst.

Er bestaan **prefab inbouwelementen** om geleidingswanden aan te leggen die bestaan uit rechte basiselementen en uit element om bochten te realiseren. Afhankelijk van de vereiste configuratie kunnen deze met elkaar worden gecombineerd en kunnen ook hoogteverschillen relatief eenvoudig overbrugd worden.



Figuur 9- 23: Dwarsprofiel met de verschillende aandachtspunten voor een correcte aanleg en werking van een geleidingswand (Bron: [Amfibieën onderweg, maatregelen voor de bescherming van amfibieën op onze wegen](#)). Meer uitleg, zie tekst

- **Materiaal:** De onderste 50 cm van de wand dient uit **een glad materiaal** te bestaan zodat amfibieën hier niet tegenop kunnen klauteren. De belangrijkste eigenschappen waaraan het materiaal van een geleidingswand moet voldoen zijn duurzaam, vormvast en slagvast.
 - Beton en staal zijn de meest duurzame materialen die gekozen kunnen worden. Deze zijn het beste bestand tegen eventuele schade en/of vandalisme waardoor ze langer meegaan en de duurdere investering op termijn wel opbrengt. Na verloop van tijd integreert een betonnen wand zich ook relatief goed in de omgeving. Het nadeel is dat ze minder goed in bochten kunnen aangelegd worden waardoor spleten ontstaan tussen de elementen onderling.
 - Polymeerbetonelementen worden ook vaak gebruikt, maar zijn minder aan te raden want er is gebleken dat deze elementen gemakkelijk stuk gaan, reeds in het eerste tot 2de jaar na aanleg. Een herstelgarantietermijn door aannemer/fabrikant van minimaal 2 jaar moet bij deze keuze van materiaal meegenomen worden. Het vervangen van een tussenstuk bij polymeerbetonstukken is mogelijk ook complexer dan bij betonnen elementen.
 - Kunststof (HDPE-platen) is gevoeliger aan krimpen en uitzetten bij temperatuurverschillen waardoor er makkelijk gaten en spleten ontstaan. Hier kan reeds bij de bevestiging rekening mee gehouden worden door gebruik te maken van bouten en moeren in slobgaten. Dit zijn ovale sleuven waarin de bouten en moeren bij uitzetting of krimpen kunnen meebewegen.
 - De meeste andere materialen, zoals worteldoek, gaas, folie, hout,... zijn minder geschikt omdat deze overklommen kunnen worden en gevoelig zijn voor beschadiging of vandalisme. Ze worden dan ook meestal enkel toegepast voor tijdelijke initiatieven tijdens het trekseizoen.
- De **achterzijde van de wand (tussen weg en wand) dient volledig opgevuld te worden met grond**, tot en met de schuine bovenzijde. Het kan uitgevoerd worden als één zijde van de weggracht. Het element zit zo dus visueel onder de grond. Dit zorgt ervoor dat de wand op zijn plaats blijft staan, en ook voor de afwatering is deze afwerking ideaal. Indien dit niet of niet volledig mogelijk is en de wand op het maaiveld of maar half kan ingegraven worden, dan kan de geleidingswand worden gefixeerd door (stalen) staven in de voetplaat van het L-profiel te verwerken.
- De ondergrond van de wanden moet zoveel als mogelijk geëgaliseerd worden. Indien gebruik gemaakt wordt van een L-profiel moet dit op een stevige ondergrond geplaatst worden, zoals een 5-10 cm dikke laag grind verdicht met zand.
- Aan de loopzijde tegen de wand kan de grond een 5-tal cm op de voet van het element worden aangebracht om de integratie met de omgeving te verbeteren.
- Een **naadloze aansluiting** tussen de verschillende geleidingsselementen en tussen geleidingsselementen en tunnel is van groot belang. Zodra er ergens gaten of spleten ontstaan, kunnen amfibieën daarlangs alsnog de weg opgeraken en verliest de installatie (deels) zijn functionaliteit. Indien de aansluitingen niet gedicht werden door aanvulling van grond, kan dit bekomen worden door een polymeerbeton te gebruiken. Het gebruik van cementbeton, siliconen of PU schuim wordt sterk afgeraden. Ook kan gewerkt worden met messing en groef, dubbele groef of mechanische koppeling. Er bestaan ook verschillende types **aansluitingselementen** voor een goede aansluiting tussen wand en tunnel.
- Achter de wand wordt een **geotextiel** aangebracht om uitspoeling van de achterliggende grond te vermijden.
- Bij het ontwerp dient ook rekening gehouden te worden dat geleidingsselementen niet eveneens een geleiding vormen voor strooizouten, oliën en vetten (KWS) afkomstig van de weg.
- Belangrijk aandachtspunt bij de aanleg van een faunavoorziening is dat de straatverlichting zo veel mogelijk beperkt moet worden. Verschillende doelsoorten verkiezen een beschutte, nachtelijke levenswijze en de aanwezigheid van bv. een verlichtingselement vlak bij een tunnel kan het gebruik ervan heel sterk reduceren.

Onderhoud en beheer

Veel amfibieënpassages werken niet door een gebrek aan onderhoud. Regulier onderhoud op de kritieke punten is dan ook noodzakelijk.

Concreet houdt dit in dat **minimaal éénmaal per jaar** een controle van de inrichting moet gebeuren en dit **voor de voorjaarstrek** welke doorgaans eind januari/begin februari van start gaat. Best wordt tevens jaarlijks buiten het trekseizoen een strook van 1 meter breed langs de landzijde van de wand gemaaid of gesnoeid.

Voor onderhoud en beheer specifiek van de amfibieëntunnel(s) wordt verwezen naar [Fiche 4-D Amfibieëntunnel](#). Belangrijke aandachtspunten zijn:

- Bladeren en ander materiaal verwijderen van de aanloopzone en het loopvlak.
- Controleren of de geleidingselementen nog naadloos aansluiten op elkaar, op de tunnel en op de ondergrond en of er nergens schade is.
- Nagaan of de faunavoorziening (wanden en tunnels) nog vrij is van vegetatie. Amfibieën en andere kleine zoogdieren kunnen begroeiing van bijvoorbeeld bramen gebruiken om over de geleidende infrastructuur heen te klimmen. Verder van de faunavoorziening is het net belangrijk dat er wel vegetatie aanwezig is als bescherming tegen predatie en uitdroging

Voorbeelden en werking

Extra voorbeelden van geleidingswanden met hun aansluiting op de faunapassage kunnen geraadpleegd worden in [Fiche 4-D. Amfibieëntunnel](#).

Hier worden voornamelijk voorbeelden van de aanleg van een geleidingswand met betonnen elementen getoond.



Figuur 9- 24: Verstevigde AWV-geleidingswand eigen ontwerp



Figuur 9- 25: Goed uitgevoerde geleidingswand (Miksebaan, Brasschaat) waarbij de bovenzijde van de wand gelijk komt met het wegtalud. Daardoor kunnen de amfibieën van op de weg terug achter de wand geraken maar niet omgekeerd. De vegetatie is aan een snoeibeurt toe (Bron: Lotte Gielis).



Figuur 9- 26: Goede overgang van een geleidingswand naar een rooster ter hoogte van een zijweg (Bron: Lotte Gielis). Kerkedreef, Brasschaat



Figuur 9- 27: Voorbeeld van de aanleg van een geleidingswand met een terugkeerwand, met scherpe U-turn, zodat amfibieën terug worden geleid naar de ecotunnel (Witputstraat, Hertselt, bron: Isolde Aelvoet)



Figuur 9- 28: Een geleidingswand (Huybergsebaan, Essen) waarbij amfibieën die op de weg geraakt zijn, er niet meer overheen kunnen. Dit is dus geen goede constructie (Bron: Lotte Gielis).



Figuur 9- 29: Inrit naar weiland waar een rooster ontbreekt en de amfibieën alsnog de weg op kunnen (Huybergsebaan, Essen) (Bron: Lotte Gielis).



Figuur 9- 30: Amfibieënvoorziening (Kerkedreef, Brasschaat) die niet meer mooi aansluit op de omgeving door weggespoelde grond (Bron: Lotte Gielis). De tunnel staat ook regelmatig onder water.



Figuur 9- 31: Wanneer de geleidingselementen niet aansluiten op elkaar, verliest de geleiding (deels) zijn functie. De wand ligt ook niet onder de grond, waardoor terugkeermogelijkheden ontbreken (Miksebaan, Brasschaat) (Bron: Lotte Gielis).

Fiche 9-C. Extra onderdelen

Algemene elementen

Soms gebeurt het dat dieren toch nog aan de verkeerde kant van een geleidend raster terecht komen omdat ze op het einde om het raster heen lopen of omdat het raster beschadigd werd. Om dit te vermijden worden **ontsnappingssystemen** voorzien. Het opzet van elk ontsnappingssysteem is dat het dier van de gevaarlijke zijde terug naar de veilige zijde geraakt maar niet omgekeerd. Dergelijke terugkeer mogelijkheden worden gerealiseerd door middel van zogenaamde '**terugkeerpoortjes**' of 'insprongen'.

Ter hoogte van dwarsende wegen en van **perceelstoegangen** worden wildroosters aangelegd. Deze vervangen het raster op plaatsen waar nog vrije doorgang moet blijven voor voertuigen.

Anderzijds is het ook noodzakelijk dat er een doorgang wordt voorzien voor menselijk gebruik via het plaatsen van **toegangspoorten**.

Terugkeerpoortje (Dassenpoort)

Bij het installeren van ecorasters worden terugkeerpoortjes (ook wildpoortjes of dassenpoortjes genoemd) op regelmatige afstand voorzien als terugweg voor kleinere dieren die ondanks het raster aan de verkeerde kant terecht zijn gekomen.

bestaan uit een schuin in het raster bevestigd luikje. Dit luikje kan enkel geopend worden vanaf de zijde van de weg en valt automatisch dicht. Om te verzekeren dat het poortje gevonden wordt, kan een dwarsvleugel opgesteld worden ter hoogte van de inloop. Het dier dat strak het geleidend raster volgt, botst tegen deze dwarsvleugel en zoekt de uitweg via het terugkeerpoortje.

Terugkeerpoortjes bestaan uit een stalen raamwerk als buitenomranding, met daarin opgehangen een eenzijdig te openen klapluikje. (Figuur 9-32, Figuur 9-33).

Terugkeerpoortjes worden ongeveer **om de 400 m** in het ecoraster geplaatst.

Het terugkeerpoortje bestaat uit volgende onderdelen:

- Een raamwerk
 - Materiaal: stalen kokerprofiel (40x40x2 mm), zwaar verzinkt
 - Afmeting: 460 mm boven maaiveld, breedte 920 mm
 - Bovenaan en aan de 2 zijkanten is het raamwerk voorzien van een draadstaaf waaraan het raster kan bevestigd worden.
- Klapluikje
 - Materiaal: aluminium of plexi
 - Afmeting: 800 x 400 mm
 - Wordt bevestigd aan het raamwerk via een driehoekig verbindingstuk onder een hoek van 25° ten opzichte van het raster, zodat het poortje na opening automatisch sluit.
 - In het midden dwars op het poortje wordt eveneens een draadstaaf aangebracht voor het bevestigen van de dwarsvleugel
- Vloerplaat
 - Aan de voet van het poortje aan de kant waar het klepje opent, wordt ter plaatse een betonnen vloerplaat van 100 cm lengte x 40 cm breedte x 10 cm diepte gegoten om te verhinderen dat het poortje gaat klemmen door plantengroei.
- Dwarsvleugel:
 - Maximaal op 1 m afstand van het raster komt een houten paal (180 cm, 80 cm in de grond t.o.v. maaiveld)

- Er wordt fijnmazig gaas correct opgespannen tussen de houten paal en het raster. Aan de zijde van de paal met minimum 3 krammen bevestigen, aan de zijde van het gaas door middel van biddraad aan de dwarse draadstaaf van het poortje.
- Het gaas wordt 20 cm diep t.o.v. maaiveld ingegraven in een daartoe vooraf gegraven sleuf.

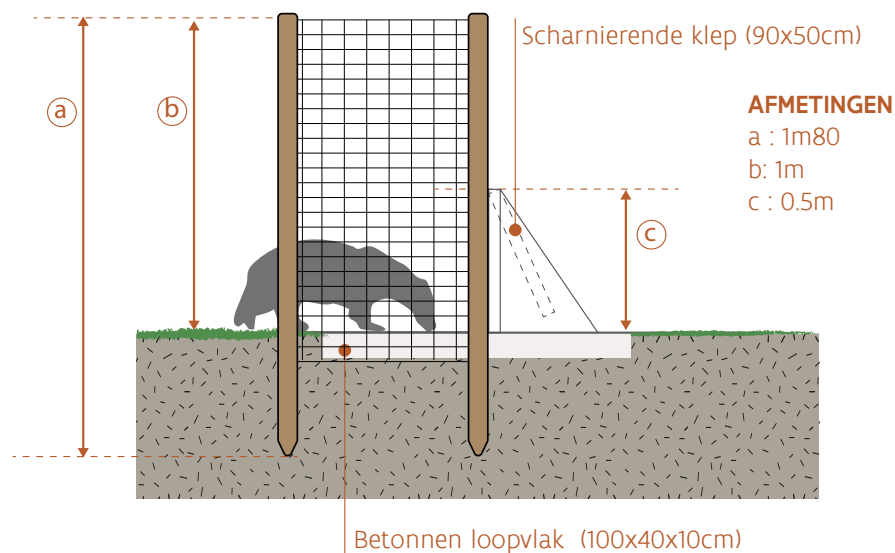


Figuur 9- 32: Voorbeeld van een terugkeerpoort (bron: AWW)

Aandachtspunten bij het plaatsen van het poortje:

- Plaatsing ter hoogte van het maaiveld zodanig dat de klep opent in de richting van het wildzijde.
- Het gaas van het raster wordt door middel van binddraad vastgemaakt aan de draadstaaf op het raamwerk zodat geen enkele opening ontstaat of blijft bestaan tussen de respectievelijke rasters en het raamwerk.

Regelmatige controle van dit systeem is essentieel om de werking te blijven garanderen en te vermijden dat de poortjes een bijkomend toegangspunt naar de weg vormen. De poortjes kunnen open blijven staan door opgehoopt blad, zwerfvuil of achtergebleven maaisel. Ook materiaalschade of corrosie kan er voor zorgen dat de poortjes niet meer optimaal functioneren.



Figuur 9- 33: Principe tekening van het zijaanzicht van een terugkeerpoortje

Insprongen

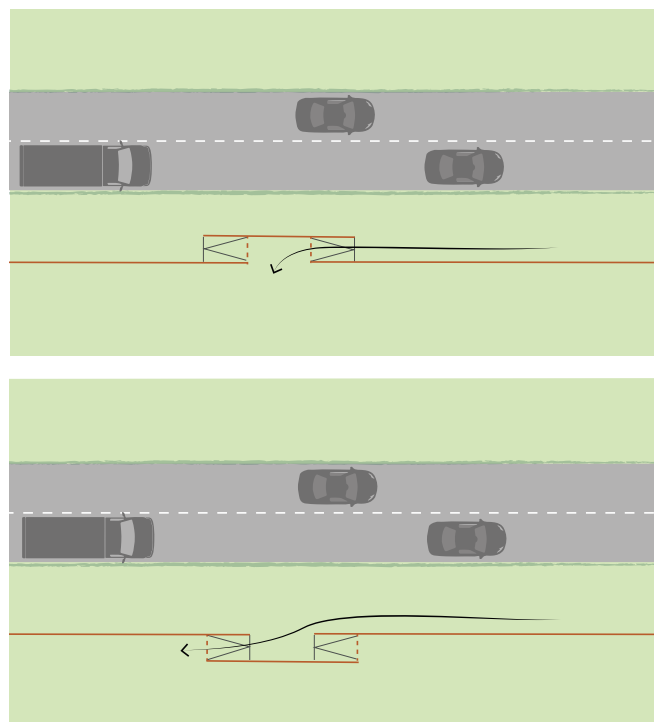
Voor grotere zoogdieren zoals reeën die door beschadigingen van het ecoraster of door andere oorzaken op de weg belanden, vormen insprongen (ook ree-overstap of ontsnappingshelling genaamd) een oplossing om terug aan de veilige zijde van het raster te komen.

In een ecoraster wordt er om de 250 meter een insprong voorzien

Ook het begin en einde van het raster, waar dieren er omheen kunnen lopen, zijn belangrijke locaties voor een terugkeermogelijkheid. **De eerste insprong wordt daarom best voorzien op 50 meter van de begin- of eindpaal.**

Een insprong bestaat uit een compacte aarden helling aan de verkeerszijde van het raster met een afsprong naar de verkeersluwe zijde. Dieren die aan de verkeerszijde vast zitten volgen meestal strak het raster en komen zo vanzelf op de helling terecht (Figuur 9-34).

- Bij elke insprong wordt in het raster een opening van 2,5 m voorzien.
- Vóór deze opening wordt, op een afstand van 1 m een tweede raster met een lengte van 7,5 m geplaatst.
- Er worden twee ontsnappingshellingen (overstapjes) aangelegd schuin oplopend vanaf het maaiveld, met de schuine zijde naar elkaar toe. Op die manier kunnen dieren van beide richtingen naar de veilige kant van het raster geleid worden.
- De hellingen lopen vanaf de wegzijde geleidelijk op tot een hoogte van 1 m. De maximale helling bedraagt 30 graden.
- Aan de wildzijde wordt de helling verticaal afgewerkt, zodat dieren vanaf deze zijde het overstapje niet kunnen betreden. Eventueel kan een komvormige verlaging worden aangebracht aan de wildzijde zodat ook groter wild de insprongen niet kan gebruiken om op de weg terecht te komen.
- Voor de wanden van een overstapje worden houten palen gebruikt.
- De binnenzijde van het overstapje moet bekleed worden met anti-worteldoek van min. 130 g/m² en het oplopende deel moet worden voorzien van een gronddek.



Figuur 9- 34: Principe van een insprong. Bovenste panel: Dieren die aan de wegzijde van het raster geraakt zijn kunnen langs beide richtingen via de insprong terugkeren naar de wildzijde van het raster. Onderste panel: Als er niet genoeg plaats is langs de wegzijde kan de insprong in achteruitbouw gerealiseerd worden.

Waar niet genoeg plaats is aan de wegzijde kan de insprong ook in achteruitbouw gerealiseerd worden (Figuur 9-34):

- Hier wordt eveneens een opening van 2,5 m in het raster voorzien.
- Achter deze opening wordt, op een afstand van 1 m aan de landzijde, een tweede raster met een lengte van 7,5 m geplaatst.
- Er worden twee ontsnappingshellingen (overstapjes) aangelegd schuin oplopend vanaf het maaiveld, met de schuine zijde weg van elkaar. Op die manier kunnen dieren van beide richtingen via de opening naar de veilige kant van het raster geleid worden.
- De hellingen lopen vanaf de wegzijde geleidelijk op tot een hoogte van 1 m. De maximale helling bedraagt 30 graden.
- Aan de wildzijde wordt de hellingen eveneens verticaal afgewerkt, zodat dieren vanaf deze zijde het overstapje niet kunnen betreden.

Voorbeelden van werking



Figuur 9- 35: Voorbeeld van een insprong aan het ecoraster langs de N75 (bron: AWW)



Figuur 9- 36: Insprong in het Ecoraster langs de N75 (bron: Lotte Gielis)

Wildrooster

Algemene beschrijving en doelsoorten

In afgerasterde gebieden kunnen dieren soms nog via toegangswegen op de weg geraken. Indien er geen poort of hekwerk geplaatst kan worden, kan een wildrooster een oplossing bieden om te voorkomen dat wild het gebied verlaat. Een wildrooster is een roosterwerk in de bodem van de toegangsweg, waardoor wild niet kan ontsnappen, terwijl voetgangers en het overige verkeer er wel nog over kan wandelen of rijden.

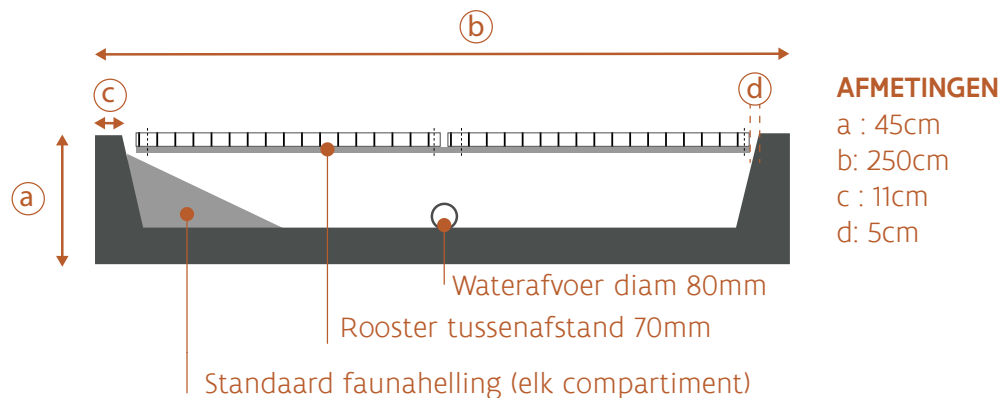
Het verschil met **veeroosters** zit in de roosterelementen. Bij wildroosters is het rooster opgebouwd uit staande strippen, bij veeroosters is dit rondstaal. De afstand tussen de roosterelementen is ook kleiner bij wildroosters dan bij veeroosters omdat de hoeven van wild kleiner zijn dan van vee. Vee kan over een wildrooster lopen, andersom niet.

Technisch ontwerp en inrichting

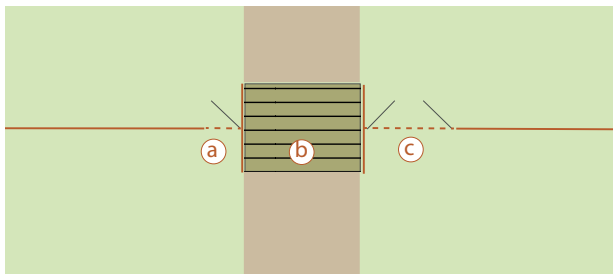
Een dwarsnede van de opbouw van een wildrooster wordt getoond in Figuur 9-37.

- Een wildrooster bestaat uit een 30-50 cm diepe open of gesloten prefab betonnen 'bak' afgedekt met een rooster. De betonnen bak wordt aangelegd op een zandfundering. De eigenschappen worden minstens berekend op 15 ton aslast (zwaar verkeer).
- De breedte van de bak in loopricting is minimum 2 m. Bij grote hoefdieren of bij soorten zoals wolf kunnen ook bredere bakken, tot meer dan 3 m, nodig zijn om te voorkomen dat deze soorten er kunnen overspringen.
- Ook het rooster wordt minimaal berekend op 15 ton aslast. De wildroosterelementen bestaan uit platstaal of stripstaal (12 x 50 mm of 15 x 40 mm), met een hart- op hartafstand 70 mm, staalkwaliteit S355. Dwarstrippen hebben een onderlinge afstand van 500 mm. Voor de bevestiging op de betonbak wordt gebruik gemaakt van thermisch verzinkte bouten en ingestorte schroefhulzen.

- Om toe te laten dat kleine dieren die in de greppel vallen er terug uit kunnen klimmen, moet een ontsnappingshelling voorzien worden aan de verkeersluwe zijwand van het wildrooster. De hellinggraad daarvan mag niet groter zijn dan 45° en wordt afgewerkt met een ruwe oppervlakte (antislipprofiel). Een alternatief is om lateraal een ontsnappingsopening te voorzien.
- Om te vermijden dat de hoeven tussen de spijlen blijven steken, wordt soms een rasterwerk onder het wildrooster bevestigd zodat het wild de hoef kan terugtrekken.
- Afwatering in de vorm van pvc-buizen dient voorzien te worden.
- Het wildrooster moet mooi aansluiten op het ecoraster. Er mogen geen openingen zijn waarlangs dieren alsnog kunnen ontsnappen (Figuur 9-38). Daarom wordt een T-vormig dwarsend stuk ecoraster in aan de zijkanten voorzien.
- Bij wandelpaden kunnen eventueel extra poortjes aan de zijkanten van het wildrooster geplaatst worden in het ecoraster, zodat mensen niet met hun voeten tussen de spijlen van het rooster kunnen komen. Dit poortje wordt best schuin gelegd zodat het niet blijft open staan.
- Voor het verkeer zijn rood/wit reflectoren gewenst om bestuurders bewust te maken dat er een rooster ligt.



Figuur 9- 37: Dwarsdoorsnede van een wildrooster met aanduiding van de verschillende aandachtspunten



Figuur 9- 38: Principe van aansluiting van het raster op het wildrooster, met poorten voor doorgang van mensen. a – enkele poort voor wandelaars, b – wildrooster, c – dubbele poort voor bv. het passeren van bv. ruiters (zie tekst)

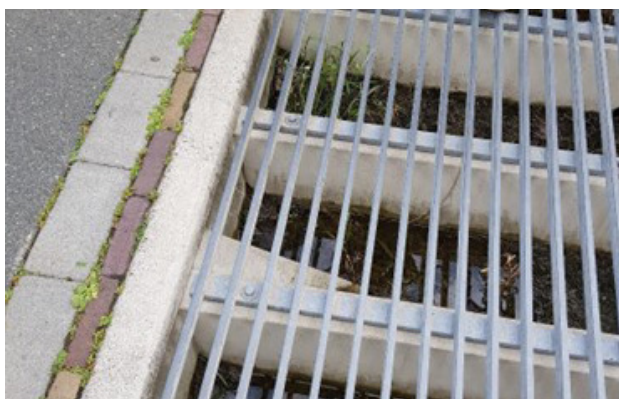
Voorbeelden van werking



Figuur 9- 39: Voorbeeld van een wildrooster met aansluiting van een ecoraster (Meerdaalwoud) (bron: AWW)



Figuur 9- 40: Detail van een wildrooster (Meerdaalwoud) (bron: AWW)



Figuur 9- 41: Voorbeeld van een wildrooster met uitklimvoorziening (bron: AWW)



Figuur 9- 42: Voorbeeld van een veerooster met rondstalen roosterelementen die verder uit elkaar liggen dan bij een wildrooster (bron: AWW)



Figuur 9- 43: Voorbeeld van een wildrooster in een fietspad en met een poortje (bron: Arfman)

Toegangspoorten

Toegangspoort voor mensen

Een toegangspoort is een poort die wordt voorzien als toegang tot de verkeersluwe zijde van rasters voor menselijke activiteiten (beheer, onderhoud grachten, enz.).

- Poorten hebben een betonnen drempel ter voorkoming van spoorvorming (en erosie, uitspoeling) zodat er geen ruimte onder de poort kan ontstaan waar kleine dieren onderdoor kunnen kruipen. De betonnen drempel vermijdt ook plantengroei waardoor de poort zou kunnen gaan klemmen.
- Bij de poorten mogen geen openingen zijn die groter zijn dan de maaswijdte van het raster waarop ze aansluiten. Vaak moet daarom ook een rubberen band worden aangebracht, zowel onderaan als aan de scharnierkant.
- De poorten moeten altijd onmiddellijk na gebruik gesloten worden (dieren worden geleid door het raster, waardoor een open poort desastreuze gevolgen kan hebben). De poort moet dus voorzien zijn van een degelijke en eenvoudige sluiting die met één hand kan bediend worden.

Toegangspoort voor ruiters

Door het plaatsen van een ecoraster (in combinatie met wildroosters) kan een ruiter- of menroute onderbroken worden. Paarden zijn echter hoefdieren die, net als het wild, niet over wildroosters willen lopen.

Er bestaan diverse systemen van poorten voor ruiters met mechanische hendel, als tourniquet of roterend rond centrale as, met automatische opening en sluiting,... Al deze systemen hebben echter een aantal knelpunten, en verdienen nog verder onderzoek en optimalisatie.

Momenteel is een poort voor ruiters die handmatig wordt geopend de meest eenvoudige en duurzame oplossing.

Op basis van literatuur en informatie uit Engeland gelden hierbij volgende aandachtspunten:

- Een poort is vaak niet comfortabel voor een ruiter (afstappen en terug opstappen).
 - de nabijheid van een drukke weg kan bovendien het paard onrustig maken. Hier dient rekening mee worden gehouden.
 - best een opstap te voorzien voor ruiters
 - de poort moet geopend kunnen worden met beperkte kracht (18 Newton)
- Er moet ruimte voorzien worden ter hoogte van de poort voor paard en ruiter om de poort te kunnen openen.
- De poort moet naadloos aansluiten op het ecoraster
- De poort heeft een betonnen dorpel ter voorkoming van spoorvorming (en erosie, uitspoeling) zodat er geen ruimte onder de poort kan ontstaan waar kleine dieren onderdoor kunnen kruipen.
- Een zelfsluitende poort heeft het voordeel dat deze zichzelf sluit en daardoor geen lek in het raster vormt.
 - Zowel een zelfsluitende poort als een niet zelfsluitende poort kan geblokkeerd worden en een lek vormen in het ecoraster. Frequent nazicht is noodzakelijk.
 - De poort mag niet terugkaatsen
- Een dubbelrichting draaiende poort is niet dicht aan de zijkanten, en dus wordt best een enkelrichting draaiende poort voorzien.
- Afmetingen:
 - Breedte: min. 2 m
 - Hoogte zoals het raster
 - Poort opent naar wildzijde van het raster
 - Opstelling ruiter, nodige ruimte rond de poort voorzien (voor poort x langs raster)
 - wegzijde : 3 x 3 m
 - wildzijde : 5 x 8 m



Figurenlijst

Figuur 9- 1: Schematische voorstelling van aansluiting van een ecoraster op de omgeving.	7
Figuur 9- 2: Principe van hoe een watervoerende gracht kan overbrugd worden met behulp van het hangen van een kettingmat	8
Figuur 9- 3: Kleine ecotunnel aan de N19g te Geel. Goed aangesloten op het ecoraster	8
Figuur 9- 4: Vooraanzicht van een hoog ecoraster	9
Figuur 9- 5: Zijaanzicht van een hoog ecoraster	9
Figuur 9- 6: Vooraanzicht van een laag fijnmazig ecoraster met amfibiekering	10
Figuur 9- 7: Zijaanzicht van een laag ecoraster met amfibiekering ter hoogte van een tussenpaal.	10
Figuur 9- 8: Richtlijnen voor dimensies van ecorasters in functie van de verschillende doelsoorten. De minimale hoogte wordt geteld van op het maaiveld aan de verkeersluwe zijde van het raster. 'Onderaan'= maaiveld tot 1m, 'Bovenaan' = > 1m boven maaiveld. Bij omrekening van inch kunnen de afmetingen licht afwijken (bv 1 x 2 inch = 25.4 mm x 50.8 mm)	11
Figuur 9- 9: Combinatieraster langs de N19g aan de ecovallei over de Kleine Nete te Kasterlee/Geel.	13
Figuur 9- 10: Combinatieraster langs de N19g Kasterlee/Geel	13
Figuur 9- 11: Laag ecoraster met amfibieënkering (Bredabaan, Wuustwezel). Boven: bron AWW. Onder: aansluiting van het raster op een kleine ecotunnel. Ter hoogte van de ingang ligt een stronk waardoor dieren effectief naar de ingang worden geleid (Bron: Lotte Gielis).	13
Figuur 9- 12: Combinatieraster langs de N75, Europalaan, As (bron: Lotte Gielis)	14
Figuur 9- 13: Detailbeeld van het combinatieraster langs de N75 (bron: AWW)	14
Figuur 9- 14: Laag fijnmazig ecoraster tegen bestaand hoog ecoraster (Kempengrens, bron: AWW)	14
Figuur 9- 15: Laag fijnmazig ecoraster met een correcte aansluiting op een kleine ecotunnel zonder kopmuur onder de R0 in Brussel (bron: Bosplus)	14
Figuur 9- 16: Een hoog ecoraster gecombineerd met een fijnmazig laag ecoraster naast de E40 in Nevele (bron: verkeerscentrum.be)	14
Figuur 9- 17: Ingegraven fijnmazig raster langs de N75 te Genk	14
Figuur 9- 18: Laag ecoraster langs de E313 te Tongeren	14
Figuur 9- 19: Geleidingswand aangelegd in V-vorm onder een hoek van 45°-60° graden op de trekrichting	16
Figuur 9- 20: Principe van een geleidingswand parallel aan de weg. a – een terugkerwand waar de geleiding stopt, b – afstand tussen keerwand en tunnel < 50 m, c- een stopwand of scheidingsvin aan de tunnelingang	16
Figuur 9- 21: Schematische weergave waarbij de geleidingswand op gelijke hoogte van het wegtalud komt, en op die manier toelaat dat amfibieën die op de weg terecht komen terug kunnen keren achter de geleidingswand	16
Figuur 9- 22: Principe waarbij een geleidingswand langs een hoofdweg een zijweg kruist: plaatsen van een zijgoot met rooster	16
Figuur 9- 23: Dwarsprofiel met de verschillende aandachtspunten voor een correcte aanleg en werking van een geleidingswand (Bron: Amfibieën onderweg, maatregelen voor de bescherming van amfibieën op onze wegen). Meer uitleg, zie tekst	17
Figuur 9- 24: Verstevigde AWW-geleidingswand eigen ontwerp	19
Figuur 9- 25: Goed uitgevoerde geleidingswand (Miksebaan, Brasschaat) waarbij de bovenzijde van de wand gelijk komt met het wegtalud. Daardoor kunnen de amfibieën van op de weg terug achter de wand geraken maar niet omgekeerd. De vegetatie is aan een snoeibeurt toe (Bron: Lotte Gielis).	19
Figuur 9- 26: Goede overgang van een geleidingswand naar een rooster ter hoogte van een zijweg (Bron: Lotte Gielis). Kerkedreef, Brasschaat	20
Figuur 9- 27: Voorbeeld van de aanleg van een geleidingswand met een terugkerwand, met scherpe U-turn, zodat amfibieën terug worden geleid naar de ecotunnel (Witputstraat, Hertselt, bron: Isolde Aelvoet)	20
Figuur 9- 28: Een geleidingswand (Huybergsebaan, Essen) waarbij amfibieën die op de weg geraakt zijn, er niet meer overheen kunnen. Dit is dus geen goede constructie (Bron: Lotte Gielis).	20
Figuur 9- 29: Inrit naar weiland waar een rooster ontbreekt en de amfibieën alsnog de weg op kunnen (Huybergsebaan, Essen) (Bron: Lotte Gielis).	20
Figuur 9- 30: Amfibieënvoorziening (Kerkedreef, Brasschaat) die niet meer mooi aansluit op de omgeving door weggespoelde grond (Bron: Lotte Gielis). De tunnel staat ook regelmatig onder water.	20
Figuur 9- 31: Wanneer de geleidingselementen niet aansluiten op elkaar, verliest de geleiding (deels) zijn functie. De wand ligt ook niet onder de grond, waardoor terugkeermogelijkheden ontbreken (Miksebaan, Brasschaat) (Bron: Lotte Gielis).	20
Figuur 9- 32: Voorbeeld van een terugkeerpoort (bron: AWW)	22

Figuur 9- 33: Principe tekening van het zijaanzicht van een terugkeerpoortje	22
Figuur 9- 34: Principe van een insprong. Dieren die aan de wegzijde van het raster geraakt zijn kunnen langs beide richtingen via de insprong terugkeren naar de wildzijde van het raster	23
Figuur 9- 35: Voorbeeld van een insprong aan het ecoraster langs de N75 (bron: AWW)	24
Figuur 9- 36: Insprong in het Ecoraster langs de N75 (bron: Lotte Gielis)	24
Figuur 9- 37: Dwarsdoorsnede van een wildrooster met aanduiding van de verschillende aandachtspunten	25
Figuur 9- 38: Principe van aansluiting van het raster op het wildrooster, met poorten voor doorgang van mensen. a – enkele poort voor wandelaars, b – wildrooster, c – dubbele poort voor bv. het passeren van bv. ruiters (zie tekst)	25
Figuur 9- 39: Voorbeeld van een wildrooster met aansluiting van een ecoraster (Meerdaalwoud) (bron: AWW)	25
Figuur 9- 40: Detail van een wildrooster (Meerdaalwoud) (bron: AWW)	25
Figuur 9- 41: Voorbeeld van een wildrooster met uitklimvoorziening (bron: AWW)	26
Figuur 9- 42: Voorbeeld van een veerooster met rondstalen roosterelementen die verder uit elkaar liggen dan bij een wildrooster (bron: AWW)	26
Figuur 9- 43: Voorbeeld van een wildrooster in een fietspad en met een poortje (bron: Arfman)	26

27
27



Fiche 10

Landschappelijke geleiding



Foto: Pixabay

Inhoudsopgave

Fiche 10. Landschappelijke geleiding	1
Algemene elementen	4
Fiche 10-A. Geleidende vegetatie / Lokstruweel	5
Algemene beschrijving en doelsoorten	5
Locatiekeuze	5
Fiche 10-B. Stronkenwal	7
Algemene beschrijving en doelsoorten	7
Locatiekeuze	7
Technisch ontwerp en inrichting	9
Dimensies	9
Aanleg	9
Onderhoud en beheer	9
Fiche 10-C. Poelen	10

Algemene elementen

Bij hun dagelijkse verplaatsingen maken dieren vaak gebruik van landschappelijke structuren. Ze hebben daarbij een bepaald doel voor ogen en doen dat op een voor hen veilige manier. Die verplaatsingen zijn ook erg afhankelijk van de soort.

- Grote landdieren maken veelal gebruik van hun zicht op de omgeving om zich te verplaatsen. Zij kunnen daarbij ook grotere afstanden afleggen.
- Kleine landdieren volgen meer hun neus of gehoor. Dekking is daarbij cruciaal.
- Er zijn ook dieren zoals amfibieën, die een meer vochtige omgeving nodig hebben bij hun verplaatsingen. Andere hebben dan weer een plaats nodig om zich op te warmen zoals reptielen en insecten.
- Sommigen gaan lopend op pad. Anderen zoals bevers zwemmen liever. Nog anderen vliegen. Daarbij volgen ze dikwijls landschapsstructuren zoals vleermuizen.
- De meeste dieren zijn vooral actief in de overgang tussen dag en nacht. Zowel 's morgens als 's avonds. Sommigen zijn vooral dagactief (vogels,...) terwijl andere vooral nachtactief zijn (vleermuizen, uilen,...).

Er zijn ook verschillende redenen waarom dieren rondlopen.

- Op zoek naar voedsel bewegen dieren zich meestal binnen hun eigen territorium. Sommige soorten hebben hiervoor echter grotere gebieden nodig en moeten daarbij noodzakelijk infrastructuur kruisen.
- Dieren gaan ook op pad om een partner te zoeken. Daarbij worden dikwijls grotere afstanden afgelegd afhankelijk van de soort. Ook de periode waarin dit gebeurt verschilt van soort tot soort.
- Jonge dieren moeten op zoek gaan naar nieuwe territoria, een eigen leefgebied. Daarbij worden ook grotere afstanden afgelegd. Ook dit gebeurt in specifieke periodes afhankelijk van de soort.

Zeker bij deze twee laatste situaties moeten dieren dikwijls een weg oversteken. Ze zijn daarbij zelden specifiek op zoek naar een locatie waar ze gemakkelijk kunnen oversteken. Daarom is het noodzakelijk dat, als we faunapassages aanleggen, deze goed aansluiten op de landschappelijke structuren die dieren gebruiken:

- waterlopen,
- grote waterpartijen,
- houtkanten en bomenrijen,
- bosranden of brandgangen in een bos,
- depressies (valleien),
- kleine landschapselementen zoals kleine bosjes of poelen.

Dergelijke landschapsstructuren sluiten echter niet altijd goed aan op de artificiële passagemogelijkheden (nieuwe of bestaande). Daarom is het nodig om extra landschappelijke geleiding of ondersteuning te voorzien zoals:

- Geleidende vegetatie / Lokstruweel
- Stronkenwallen
- Poelen

Deze worden besproken in de volgende fiches.

Fiche 10-A. Geleidende vegetatie / Lokstruweel

Algemene beschrijving en doelsoorten

Zowat elk type vegetatie is nuttig als geleiding of beschutting voor verschillende soorten dieren. Bij voorkeur zijn ze samengesteld uit streekeigen soorten omdat deze het meest aansluiten op de behoeften van de lokale diersoorten. Bloem- en besrijke soorten trekken ook insecten aan. Samen bieden ze voedsel voor kleinere diersoorten.

- Lage beplanting geeft beschutting voor kleinere dieren. De vegetatie is best samengesteld met soorten waarin dieren ook voedsel of een nestplaats kunnen vinden.
- Hogere beplanting zoals houtkanten of bomenrijen geleiden niet alleen de kleinere soorten maar zeker ook voor grotere soorten en vliegende soorten.
- De combinatie van de twee is optimaal. Dus voldoende gesloten houtkanten of bomenrijen met ondergroei.

Soms kunnen faunapassages om technische redenen niet voorzien worden op de plaats waar ze het beste aansluiten op de aanwezige landschappelijke structuren. Zelfs in landschappen met veel kleine landschapselementen sluiten deze meestal niet aan op de passage. In dat geval kunnen er ter hoogte van faunapassages zogenaamde **'lokstruwelen'** worden aangeplant. Deze bestaan ook best uit inheemse, bloem- en besrijke soorten.

Locatiekeuze

Dwarsende landschapsstructuren

Het beste sluiten dwarsende landschappelijke structuren rechtstreeks aan op de aanwezige faunapassages en lopen er indien mogelijk verder op door.

Wegbermen zijn dikwijls niet breed genoeg voor een hoge beplanting. Bovendien moet deze een bepaalde veiligheidsafstand behouden ten opzichte van het verkeer. De soms brede bermen van autosnelwegen blijven daarom vrij van hoge vegetatie. Het voorzien van lokale 'Lokstruwelen' die dieren aantrekken tot bij een passagemogelijkheid bieden hierbij een oplossing.

Voor vliegende soorten kunnen hop-overs langs niet-snelwegen een oplossing bieden. Zie Fiche 1-F Hop-over.

Voor vleermuizen is het moeilijk om een weg over te steken als er een onderbreking is in een dwarsende bomenrij. Daarvoor kunnen kunstmatige verticale structuren een oplossing bieden. Zie Fiche 6-B. Vleermuizenpassage.

Parallele landschapsstructuren

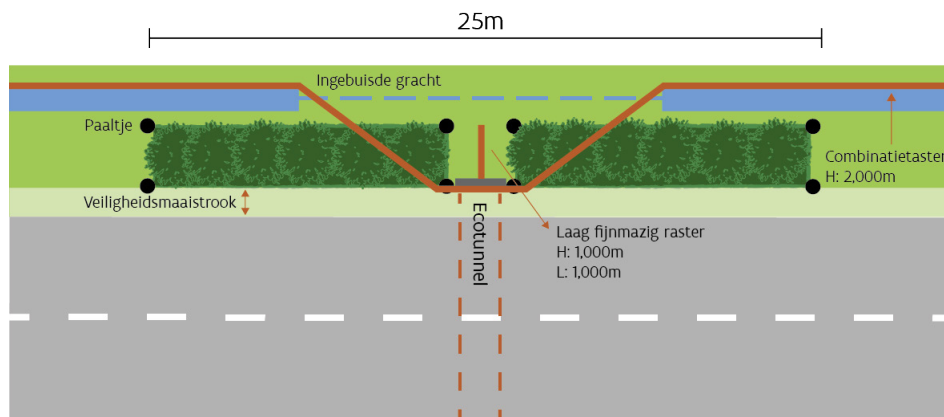
Parallele landschapsstructuren bevinden zich meestal in de wegbermen zelf. Een houtkant of bomenrij kan dieren aantrekken en geleiden langs de weg. Ter hoogte van een passage kan deze zo ingericht worden dat dieren deze ook vinden.

Technisch ontwerp en inrichting

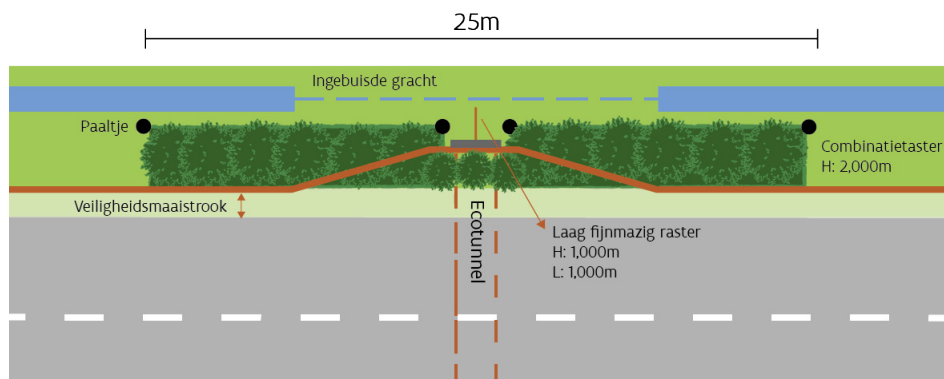
Voor ontwerp en inrichting van geleidende vegetaties verwijzen we naar de Fiches 1-D. Inrichting van houtige bermen en Fiche 1-E. Laanbomen en solitaire bomen (in opmaak).

Onderhoud en beheer

Het onderhoud en beheer wordt eveneens besproken in de Fiches 1-D. Inrichting van houtige bermen en Fiche 1-E. Laanbomen en solitaire bomen (in opmaak).



Figuur 10-1: Voorkeur: Raster achter de gracht



Figuur 10-2: Raster aan de wegzijde achter de veiligheidsstrook

Fiche 10-B. Stronkenwal

Algemene beschrijving en doelsoorten

Een stronkenwal (ook stobbenwal genoemd) fungeert als beschutte geleiding in de buurt van en op (of in) faunapassages en biedt er dekking bij de verplaatsingen van verschillende diersoorten. Naast de geleidende functie fungeren stronkenwallen ook als rust- en/of leefgebied voor bepaalde soorten zoals grondgebonden insecten, spinnen, muizen en kleine marterachtigen.

Doelsoorten die de stronkenwal als geleidend element kunnen gebruiken zijn onder andere kleine zoogdieren zoals muizen, spitsmuizen, egels, konijnen, kleine marterachtigen, reptielen, ...

Een stronken- of stobbenwal bestaat uit wortelkluiten en boomstronken van gerooide bomen en ander houtachtig materiaal zoals stamhout of grof takhout. Ook takkenrillen – in elkaar gevlochten of verstrengelde takken – kunnen gebruikt worden als geleidend element.

Locatiekeuze

Stronkenwallen worden altijd aangelegd buiten de veiligheidsstrook van de weg (zie Fiche Inrichting bermen)

Een stronkenwal kan nuttig zijn onder of nabij bruggenhoofden waar een berm die onder de brug doorloopt vaak onbegroeid is door gebrek aan licht en/of door de aanwezigheid van verharding. Door het aanbrengen van een stronkenwal en de daarmee gepaard gaande dekking, wordt de onderdoorgang opnieuw passeerbaar voor de doelsoorten (Figuur 10-1).

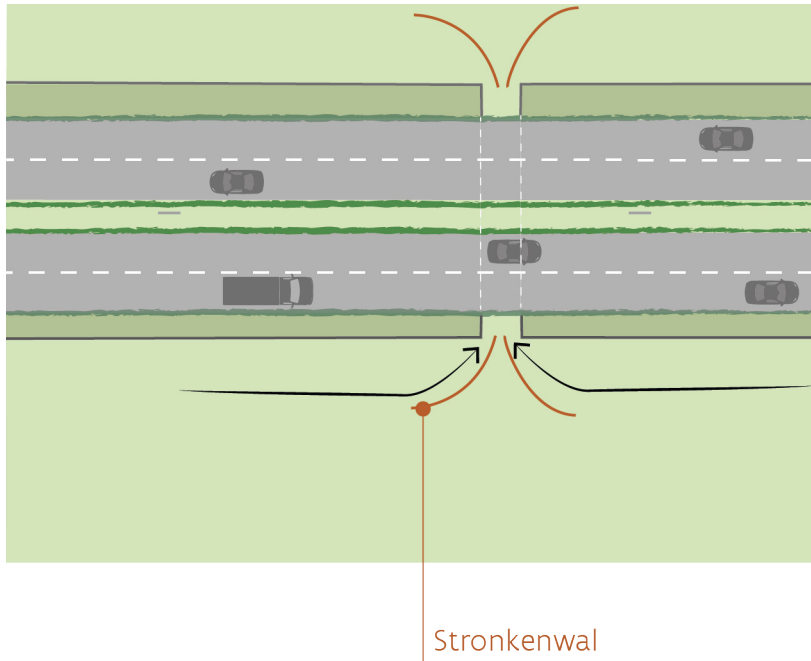
Ook op een ecoduct, bermbrug of in een grote ecotunnel kan een stronkenwal dienst doen als extra geleidend element (Figuur 10-2). Bij faunapassages met medegebruik door bv. voetgangers, fietsers, ruiters kunnen stronkenwallen aangelegd worden om beide delen van elkaar te scheiden. Ook bij bermbruggen kunnen ze een scheiding vormen tussen het natuur- en het verkeersdeel.

Stronkenwallen kunnen ook helpen om dieren effectief naar de ingang van specifieke passages te leiden, zoals een ecotunnel. Dit is vooral aangewezen in gebieden waar een geleiding door middel van groenstructuren moeilijk is. Dan kunnen meerdere stronkenwallen in de richting van de faunapassage gelegd worden.

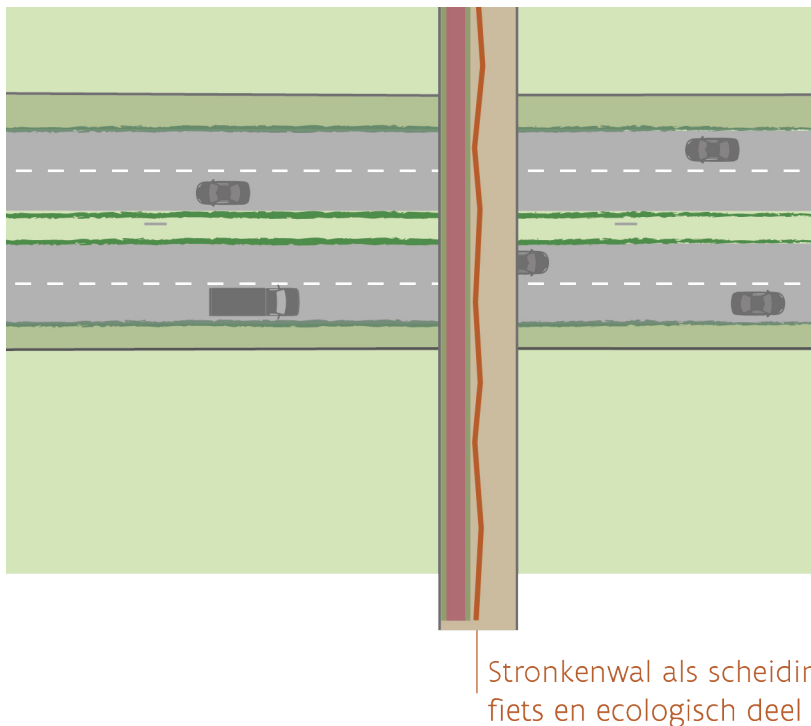
Stronkenwallen kunnen ook worden ingezet om open terreinen te overbruggen of waar structurelementen en dekking ontbreken.

Geleidende beplanting (zie Fiche 10-A) sluit idealiter aan op de stronkenwal.

Een stronkenwal is vrij eenvoudig te integreren aangezien er voor de stronkenwal zelf (nagenoeg) geen ingrepen nodig zijn aan de infrastructuur. Daarom wordt best bij elke inrichting bekeken of een stronkenwal kan worden aangelegd als extra geleidend element om de effectiviteit van geleiding en passage te verhogen.



Figuur 10-3: Situatieschets waarbij een stronkenwal gebruikt kan worden om dieren naar de ingang van een faunapassage te leiden



Stronkenwal als scheiding tussen fiets en ecologisch deel

Figuur 10-4: Situatieschets waarbij een stronkenwal gebruikt wordt als scheiding tussen het fiets- en natuurdeel op een bermbrug

Technisch ontwerp en inrichting

Dimensies

De dimensies (lengte, hoogte) van een stronkenwal variëren in functie van de reeds aanwezige natuurlijke geleiding, het type passage, en de doelsoorten. Belangrijk aandachtspunt is dat de wal voldoende dekking biedt en effectief als geleidend element functioneert.

Aanleg

- Het materiaal om een stronkenwal op te bouwen wordt best bekomen bij lokale (en betrokken) terreinbeheerders. Het is meestal niet beschikbaar in de handel.
- Om een duurzame en stabiele stronkenwal te voorzien, wordt best geopteerd voor **relatief grote wortelkluiten en stronken**. Deze gaan het langst mee en zijn beter bestand tegen schade en vandalisme. Kleinere stronken en takken kunnen als aanvulling dienen om grote gaten op te vullen. Daarnaast kan een beperkte hoeveelheid aarde aangebracht worden om kleine holten te creëren.
- Het **gedeeltelijk ingraven** van de stronken zorgt voor extra weggroei mogelijkheden en een vochtigere situatie door nauwer contact met grondwater. Dit vormt een ecologisch meer waardevolle wal die ook brandstichting tegengaat.
- Kleinere stobben of takhout kunnen eventueel vastgelegd worden met een gaas, ogen en/of kabels om vandalisme tegen te gaan en de stabiliteit (bij storm) te verzekeren.
- Brandgevaar onder bruggen dient zoveel mogelijk voorkomen te worden gezien de kans op blijvende schade. Een **mogelijk alternatief** voor een stronkenwal in meer stedelijk gebied, waar een groter risico op brandstichting bestaat, is het **gebruik van stenen/rotsblokken**. Ook deze kunnen dekking bieden aan passerende fauna. Gebruik bij voorkeur geen schanskorven.
- Wanneer voorkomen moet worden dat dieren de weg op kunnen, wordt de stronkenwal best gecombineerd met een geleidend raster.

Onderhoud en beheer

Over het algemeen vragen stronkenwallen geen arbeidsintensieve inspecties, maar dient er wel minimum jaarlijks een controle te gebeuren waarbij op volgende zaken moet gelet worden:

- Stobben vervangen of aanvullen indien gaten ontstaan zijn of indien er vertering optreedt door weersinvloeden.
- Stronken met nieuwe uitlopers (scheuten) terug afzetten.
- Zwerfvuil verwijderen en beschadigd gaas (indien aanwezig) herstellen of vervangen.

Voorbeelden en werking



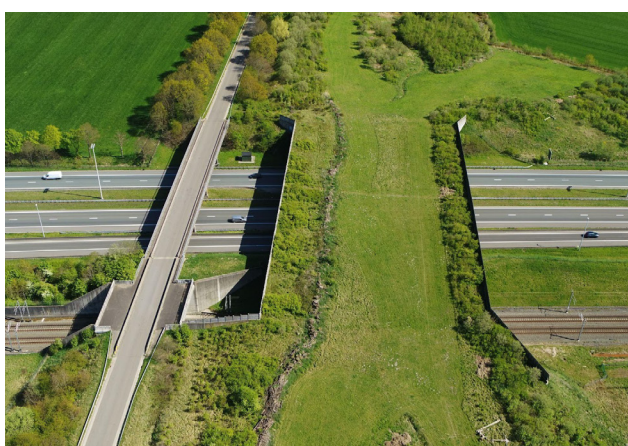
Figuur 10-5: N25 Meerdaalwoud - Ecoduct De Warande: stronkenwal als scheiding tussen het recreatieve en het natuurdeel



Figuur 10-6: E34 Postel - Ecoduct Kempengrens: stronkenwal verbindt het achterland met het ecoduct



Figuur 10-7-8: E314 Genk (omgebouwde bestaande brug van de oorspronkelijke N730): Stronkelwal als geleiding en afscheiding tussen fietsruiterpad en het ecologische gedeelte



Figuur 10-9: Ecoduct De Munt met stronkenwal en geleidende beplanting



Figuur 10-10: E314 Genk - Ecotunnel Den Teut waar het aanbrengen van takkenwallen de werking sterk bevorderden

Fiche 10-C. Poelen

Algemene beschrijving en doelsoorten

Grote en kleine waterpartijen zijn steeds een belangrijke aantrekkingspool voor dieren. Zeker als ze natuurvriendelijk ingericht zijn. Ontsnipperende maatregelen worden dan ook best voorzien ter hoogte van deze landschapselementen.

Op andere locaties kan de aanleg van een extra poel voor deze aantrekking zorgen. Ze vormen ook het leefgebied voor watergebonden soorten.

Vooraf ter hoogte van grote maatregelen zoals ecoducten of grote ecotunnels is gebleken dat een wateroppervlak het gebruik van de passage sterk bevordert.

Locatiekeuze

Poelen liggen het best zo dicht mogelijk bij de faunapassage. Dit is vooral heel goed mogelijk bij grote passages die horizontaal vanuit het landschap over of onder de weg lopen. Anders worden ze voorzien onderaan de toegangshelling of in de nabije omgeving waar het reliëf dit toelaat. Ze worden nooit op een verhoogde plaats in de omgeving voorzien omdat het daar moeilijk is om voldoende water vast te houden in alle seizoenen.

Technisch ontwerp en inrichting

Voor ontwerp en inrichting van poelen verwijzen we naar Fiche 2-C. Wateropslag.

Onderhoud en beheer

Het onderhoud en beheer wordt eveneens besproken in de Fiche 2-C. Wateropslag

Voorbeelden en werking



Figuur 10-11: E314 Maasmechelen - Ecoduct Kikbeek. Spontaan ontstane natuurlijke poel trekt heel veel natuurlijk leven aan.



Figuur 10-12: N771 Dilsen-Stokkem - Ecovallei Vossenbergh. Aangelegde poelen zowel in de lus van fietspaden (afstroomwater) als in de ecologische vallei zelf die al vol leven zitten kort na de aanleg.



Figuur 10-13: E19 Wuustwezel - Ecoduct De Munt. Aangelegde poelen die mede gevoed worden door het afstroomwater van het brugdek via verdiepte grachtjes.

Figurenlijst

Figuur 10-1: Voorkeur: Raster achter de gracht	6
Figuur 10-2: Raster aan de wegzijde achter de veiligheidsstrook	6
Figuur 10-3: Situatieschets waarbij een stronkenwal gebruikt kan worden om dieren naar de ingang van een faunapassage te leiden	8
Figuur 10-4: Situatieschets waarbij een stronkenwal gebruikt wordt als scheiding tussen het fiets- en natuurdeel op een bermbrug	8
Figuur 10-5: N25 Meerdaalwoud - Ecoduct De Warande: stronkenwal als scheiding tussen het recreatieve en het natuurdeel	10
Figuur 10-6: E34 Postel - Ecoduct Kempengrens: stronkenwal verbindt het achterland met het ecoduct	10
Figuur 10-7-8: E314 Genk (omgebouwde bestaande brug van de oorspronkelijke N730): Stronkelwal als geleiding en afscheiding tussen fiets- ruitpad en het ecologische gedeelte	10
Figuur 10-9: Ecoduct De Munt met stronkenwal en geleidende beplanting	10
Figuur 10-10: E314 Genk - Ecotunnel Den Teut waar het aanbrengen van takkenwallen de werking sterk bevorderden	10
Figuur 10-11: E314 Maasmechelen - Ecoduct Kikbeek. Spontaan ontstane natuurlijke poel trekt heel veel natuurlijk leven aan.	12
Figuur 10-12: N771 Dilsen-Stokkem - Ecovallei Vossenbergh. Aangelegde poelen zowel in de lus van fietspaden (afstroomwater) als in de ecologische vallei zelf die al vol leven zitten kort na de aanleg.	12
Figuur 10-13: E19 Wuustwezel - Ecoduct De Munt. Aangelegde poelen die mede gevoed worden door het afstroomwater van het brugdek via verdiepte grachtjes.	12



Begrippenlijst

Autochtoon plantmateriaal: Een individuele plant is autochtoon of oorspronkelijk inheems in een bepaalde streek in Vlaanderen, als deze een nakomeling is van planten die zich sinds hun spontane vestiging na de laatste ijstijd altijd natuurlijk hebben verjongd, of die kunstmatig vermeerderd werden met strikt lokaal materiaal. Een zomereik afkomstig uit de Balkan is dus niet autochtoon in Vlaanderen, maar de soort zomereik is hier wel inheems.

Boomspiegel: Een boomspiegel is het stuk grond rondom de stam van een boom dat van boven toegankelijk is voor lucht en water, en in de ideale situatie minstens zo groot is als de kruin van de boom (verticale projectie van de boomkruin).

Choppermateriaal: Snoeisels van heide of bosstrooisel dat kan gebruikt worden voor het enten van substraten bovenop natuurbruggen.

Corridor (landschappelijke-): Lijnvormig landschapselement waarlangs soorten kunnen migreren. Voorbeelden zijn bermen, waterlopen, houtkanten, bomerijen en bosranden.

Doelsoort: Een doelsoort is de belangrijkste biologische soort waarvoor een maatregel uitgevoerd wordt. Dit is niet hetzelfde als een paraplu-soort.

Ecologische val: Is een situatie waarbij soorten worden aangetrokken naar plaatsen die op langere termijn niet geschikt zijn om de soort in stand te houden. Bijvoorbeeld de aantrekking van Kerkuilen naar de bermen om te jagen op muizen. Dit verhoogt de kans om te worden aangereden door het verkeer.

Ecosysteemdiensten: Ecosysteemdiensten zijn diensten die door een ecosysteem (geheel van organismen, hun abiotische omgeving en de wisselwerkingen tussen beide) aan mensen worden geleverd.

Deze diensten zijn onder te verdelen in vier grote groepen:

- Producterende diensten zoals bestuiving: de levering van producten (voedsel, grondstoffen...)
- Regulerende diensten: voordelen die de mens verkrijgt doordat ecosystemen bepaalde processen helpen reguleren (waterkwaliteit, klimaat...)
- Culturele diensten: diensten die zorgen voor geestelijke verrijking, recreatie en esthetische beleving
- Ondersteunende diensten: diensten nodig voor de levering van voorgaande diensten (bodenvorming, fotosynthese...)

Faunaportie: Een speciaal ontworpen technische constructie voor de oversteek van boombewonende soorten zoals eekhoorns. Dit kan ook gerealiseerd worden bovenop een portiek voor wegsignalisatie

Gebiedseigen grond: Gebiedseigen grond is grond dat gewonnen wordt in de onmiddellijke omgeving voor het gebruik bovenop natuurbruggen. Deze grond bezit dezelfde eigenschappen als in de natuurlijke omgeving en bevat een zaadbank met gebiedseigen soorten. Dit is niet steeds hetzelfde als 'teelaarde'. Deze begrippen worden naast elkaar gebruikt maar betekenen iets anders.

Gebiedseigen plantmateriaal: Zie streekeigen plantmateriaal

Gefaseerd maaien: Bij gefaseerd maaien worden delen van het terrein niet mee gemaaid zodat soorten zich in deze zones kunnen handhaven. Ze kunnen daarna de gemaaide delen opnieuw koloniseren. Sinusmaaien is een vorm van gefaseerd maaien.

Habitat: Is het leefgebied van een soort. Op deze plekken voldoen zowel biotische als abiotische factoren aan de minimale levensvoorwaarden van soorten. Hierdoor kan het op deze plaatsen overleven, groeien en zich voortplanten.

Habitatconnectiviteit: Habitatconnectiviteit verwijst naar hoe en in welke mate verschillende habitatfragmenten met elkaar verbonden zijn, wat de verspreiding, genetische diversiteit en gezondheid van dier- en plantenpopulaties kan beïnvloeden.

Heg: een haag die bestaat uit één plantenrij en die mag doorgroeien, zodat de bomen of struiken kunnen bloeien en vruchten dragen

Home-range: eigen bestaand territorium of eigen leefgebied dat bepaald wordt door de afstand dat een soort kan afleggen (mobiliteit).

Houtkant: Dichte houtgewassen die breder zijn dan één plantenrij worden houtkanten genoemd.

Houtwal: Een houtkant op een wal wordt een houtwal genoemd

Inheems plantmateriaal: Soorten zijn inheems wanneer ze van nature in een bepaald gebied voorkomen. Het natuurlijk verspreidingsgebied is het gebied waar de soort van nature voorkomt en niet werd ingevoerd door de mens.

Invertebraten: Diersoorten die behoren tot de ongewervelden (dieren zonder wervelkolom). Hiertoe behoren onder andere de insecten, spinnen, slakken en wormen.

Infrastructuurbeheerder: De instantie die het beheer uitvoert van een bepaalde infrastructuur. Dat kan een wegbeheerder (AWV, gemeentebestuur), een spoorbeheerder of een waterloopbeheerder (De Scheepvaart, VMM, provincie, gemeentebestuur) zijn.

Kleine landschapselementen: Kleine landschapselementen of KLE's zijn groene punten en lijnen in het landschap, met inbegrip van bijhorende vegetaties. De KLE's maken deel uit van de natuur, maar hun bestaan en uitzicht is vaak het resultaat van menselijk handelen. Voorbeelden zijn: kleine waterlopen, houtkanten, hagen, poelen, bomenrijen, bosjes, struwelen, wegbermen, graften, holle wegen, houtwallen

Koesterburen: Elk dier en elke plant voelt zich thuis in een leefgebied met specifieke kenmerken, en elke regio is uniek in haar samenstelling van leefgebieden en bijhorende soorten. Elke regio heeft op die manier haar eigen dieren en planten om te koesteren, de zogenaamde koesterburen.

Ladder van Lansink: De ladder van Lansink is een standaard op het gebied van afvalbeheer. Het afvalbeleid is erop gericht prioriteit te geven aan de milieuvriendelijkste verwerkingwijzen. Deze staan bovenaan de 'ladder' (van boven naar onder: preventie, hergebruik, sorteren & recycleren, verbranden, storten). De Ladder van Lansink wordt ook toegepast op duurzaam waterbeheer. Daar bestaat de ladder uit vermijden, herbruik, infiltratie, bufferen, lozen.

Landschappelijke inpassing: Bij een goede landschappelijke inpassing van een weg wordt rekening gehouden met de typische kenmerken en kwaliteiten van het omliggende landschap door middel van de inrichting van de weg, de hoogteligging ten opzichte van de omgeving en beplanting.

Lokstruweel: Struweel ter hoogte van toegangen tot natuurverbindingen met de bedoeling dieren te lokken. Dit is vooral nuttig in open landschappen en bij kleinere maatregelen. Een lokstruweel bestaat bij voorkeur uit soorten die dekking en voedsel bieden.

Padstelling: Een plaat uit metaal of gaas dat geperforeerd is (maaswijdte 1 cm) en dat tegen de opening van straatkolken kan worden geplaatst.

Paraplusoort: Een paraplusoort is een soort die representatief is voor een groep van soorten met dezelfde habitateisen en migratiemogelijkheden. Dit is niet hetzelfde als een doelsoort.

Plagsel: Is de afgeschraapte bovenste grondlaag met een teveel aan organisch materiaal. Plaggen is een natuurmaatregel om een onnatuurlijk aangereikte grond (bijvoorbeeld een landbouwperceel) op korte termijn te verarmen. Op die manier krijgt de natuurlijke lokale vegetatie meer kansen en verhoogd de biodiversiteit.

Predatie: Predatie is het vangen, doden en opeten door een organisme, meestal een dier, van een ander dier, het prooidier. Predatoren worden ook natuurlijke vijanden of roofdieren genoemd. Predatoren kunnen carnivoor (uitsluitend vleesetend) of omnivoor (vlees- en plantenetend) zijn.

Sinusbeheer: Is een vorm van gefaseerd maaien. Het terrein wordt daarbij niet opgedeeld in rechthoekige blokken maar de randen worden in een sinusvormig patroon gemaaid waardoor er meer variatie ontstaat.

Soortengroep: Is een groep van soorten waarvoor dezelfde habitatvereisten gelden.

Standplaatsgeschikt plantmateriaal: Zijn planten die het beste aangepast zijn om te gedijen op een bepaalde plek. Bijvoorbeeld bepaalde soorten gedijen het beste in een gesloten (bosrijke) omgeving en andere in een open omgeving. Een standplaats kan ook geschikt gemaakt worden. Bijvoorbeeld door bij de aanplant van bomen voldoende ondergrondse en bovengrondse ruimte te voorzien.

Stapstenen: Zijn kleine oppervlaktes geschikt habitat voor een bepaalde soort, die deze toelaten om zich doorheen het landschap van het ene natuurgebied naar het andere te verplaatsen.

Streekeigen plantmateriaal: Of gebiedseigen plantmateriaal bestaat uit soorten die het meest aangepast zijn aan de groeiomstandigheden in een bepaalde streek. Zo zijn er soorten die beter aangepast zijn om te groeien aan de kust, in de polders, in de Kempen of in de leemstreek. Dit is niet hetzelfde als inheems plantmateriaal.

Stronkenwal/Stobbenwal/Takkenril: Dit is een lijnvormig neergelegde geleiding met stronken van bomen, dikke takken of stammen.

Teelaarde: Teelaarde is een verwarrend begrip dat anders wordt begrepen door verschillende initiatiefnemers. Teelaarde wordt in de wegenbouw begrepen als de bovenste laag grond met organisch die eerst wordt afgegraven. Voor anderen betekent teelaarde zuivere grond verrijkt met grondverbeteraars. Dit laatste wordt best nooit gebruikt in natuurlijke omstandigheden.

Tractorsluis / landbouwsluis: Dit is een verkeersvoorziening voor selectieve toegang. Passage is enkel mogelijk voor landbouwverkeer en/of fietsverkeer.

Vanggewas: de functie van een vanggewas is het voorkomen dat een bepaalde stof in de bodem en op de hoofdbeplanting terecht zou komen. Bijvoorbeeld zout zou "afgevangen" kunnen worden door een vanggewas. Wanneer vanggewassen gesnoeid en afgevoerd worden wordt daarmee ook het zout afgevoerd.

Vergevingsgezinde weg: Een vergevingsgezinde weg is een weg ontworpen met een specifieke klemtoon op het voorkomen en inperken van schade aan mensen en goederen bij ongevallen. Zie [Vademecum Vergevingsgezinde wegen](#).

Viaduct: Een lange brug op pijlers die aangelegd wordt over een rivier of landschap. Over de winterbedding van een rivier of over een natuurlijke droge vallei wordt dit ook een 'ecovallei' genoemd.

Voedselplanten: Besdragende, bloemrijke en andere planten die als voedsel kunnen dienen voor soorten. Ze worden aangelegd op plaatsen waar men dieren naartoe wil leiden of lokken (natuurverbindingen, lokstruwelen)

Vogelschroot: Vogelschroot is de benaming van een flexibele kunststof strip met dwarslamellen, die in de bouw gebruikt wordt onder dakranden. Deze bieden nestplaatsen aan bijvoorbeeld huismussen en voorkomen dat de dieren verder dan de onderste dakrand komen. Als natuurtechnische maatregel kunnen ze gebruikt worden als uitklimvoorziening in straatkolken.

Watertoets: De watertoets is een onderzoek dat dient opgemaakt te worden bij aanleg van nieuwe wegen en geeft aan welke maatregelen te verkiezen zijn inzake de verwerking van het hemelwater.

Wetlands: Wetland is laagland dat permanent of tijdelijk verzadigd wordt door opkomend water. In Vlaanderen betreft het ook vaak tijdelijke overstromingsgebieden die overtollig water opvangen. Vegetaties en habitats typisch voor wetlands zullen steeds als Biologisch zeer waardevol aangeduid staan op de BWK.

Winterbedding: De winterbedding is het gebied rond een rivier dat in de winter op een natuurlijke manier onder water staat. Een winterbedding wordt meestal begrensd door dijken waarbinnen de rivier veilig kan overstromen zonder bedreiging van de verdere omgeving.

Afkortingen

ANB: Agentschap Natuur en Bos

AWV: Agentschap Wegen en Verkeer

BEA: Bomeneffectenanalyse

BWK: Biologische Waarderingskaart

EBS: Expertise Beton en Staal, afdeling van MOW

MER: Milieu Effecten Rapport

MOW: Departement Mobiliteit en Openbare Werken

PB: Passende beoordeling

RUP: Ruimtelijk Uitvoeringsplan

VNT: Verscherpte natuurtoets

VLM: Vlaamse Landmaatschappij

Literatuurlijst

Amfibieën onderweg. Maatregelen voor de bescherming van amfibieën op onze wegen. 2007. Departement Omgeving. Afdeling Partnerschappen met besturen en maatschappij, Brussel.

Benten, A. et al. 2018. **Wildlife warning reflectors do not mitigate wildlife–vehicle collisions on roads.** *Accident Analysis and Prevention* 120:64-73.

Berthinussen, A., and J. Altringham. 2012. **Do Bat Gantries and Underpasses Help Bats Cross Roads Safely?** *PLOS ONE* 7(6):e38775. doi: 10.1371/journal.pone.0038775

Best Management Practices for Mitigating the Effects of Roads on Amphibians and Reptile Species at Risk in Ontario. 2016. Ontario Ministry of Natural Resources and Forestry.

Botteldooren, D., and L. Dekoninck. 2019. **MIRA Themabeschrijving omgevingsgeluid**, Universiteit Gent in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, België.

Brieger, F. et al. 2017. **Do roe deer react to wildlife warning reflectors? A test combining a controlled experiment with field observations.** *European Journal of Wildlife Research* 63(5):72. doi: 10.1007/s10344-017-1130-5

Brieger, F. et al. 2016. **Effectiveness of light-reflecting devices: A systematic reanalysis of animal-vehicle collision data.** *Accid Anal Prev* 97:242-260. doi: 10.1016/j.aap.2016.08.030

Claireau, F. et al. 2019. **Bat overpasses: An insufficient solution to restore habitat connectivity across roads.** *Journal of Applied Ecology* 56(3):573-584. doi: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13288>

Green Bridges, Wildlife Tunnels and Fauna culverts: the Biodiversity approach. 2018. BFN-Scripten 465.

Criel, D. 2009. **Boombruggen, Synthese van de beschikbare informatie over passages voor boombewonende zoogdieren.** In opdracht van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, dienst Leefmilieu

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

Handbook of Road Ecology. 2015. John Wiley & Sons, West Sussex, UK.

Handleiding voor de bescherming van wegconstructies tegen de inwerking van water. 2014. Opzoekcentrum voor de Wegenbouw, Brussel

Handleiding voor het ontwerp en de uitvoering van verhardingen in betonstraatstenen. 2009. Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw, Brussel

Hoffman, M. H. A. 2009. **Planten en luchtkwaliteit.** *Dendroflora* 46

Hop, M. E. C. M. 2010. **Zouttolerantie van planten.** *Dendroflora* 47

Jacobs, I. et al. 2020. **Monitoring van ontsnipperings-maatregelen vor herpetofauna in Vlaanderen.** Rapport Natuurpunt Studie 2020/9, Mechelen.

Leidraad Faunavoorzieningen bij Infrastructuur. 2021. Rijkwaterstaat, Dienst Water, Verkeer en Leefomgeving, Delft.

Leidraad natuurtechniek - Ecologisch bermbeheer. 2015. Departement Leefmilieu Natuur & Energie, Brussel

Leidraad natuurtechniek: Ecologisch bermbeheer. 2015. Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, Brussel.

Lichtvisie Vlaamse Gewestwegen. 2017. Sweco Belgium in opdracht van Agentschap Wegen en Verkeer, Brussel.

Meiresonne, L., and F. Turkelboom. 2014. **Biodiversiteit als de basis voor ecosystemendiensten in Vlaanderen.** Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Ouden, J. B., and A. A. G. Piepers. 2006. **Richtlijnen voor inspectie en onderhoud van faunavoorzieningen bij wegen,** Rijkwaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde. Nieuwland, Wageningen, Delft.

Paulus, I. 2015. **Zouttolerantie in groenvoorzieningen,** VIVES, Roeselare.

Pisman, A. et al. 2018. **Ruimterapport Vlaanderen (RURA). Een ruimtelijke analyse van Vlaanderen.** Departement Omgeving, Brussel.

Prudon, B., and R. Creemers. 2004. **Veilig naar de overkant: een kritische kijk op de constructie en onderhoud van amfibieëntunnels.** Stichting RAVON, Nijmegen.

Rutten, A. et al. 2021. **Evaluatie monitoring wilddetectiesysteem N73-Kamperbaan,** Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Schut, J. et al. 2013. **Belangrijke factoren voor het gebruik van hop-overs door vleermuizen over wegen. Veldonderzoek bij Sumar en Gieten,** A&W- rapport 1840. Attenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

Schut, J. et al. 2011. **Wegpassages van vleermuizen,** A&W rapport 1534, Attenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden, Nederland.

Technical prescriptions for wildlife crossing and fence design. 2016. Ministry of Agriculture, Food and Environment, Madrid.

Technisch Vademecum Paden en Verhardingen - Harmonisch Park- en Groenbeheer. 2010. Agentschap voor Natuur en Bos

Vademecum vergevingsgezinde wegen (VVW) deel gemotoriseerd verkeer. 2020. Agentschap Wegen en Verkeer, Brussel

Vademecum vergevingsgezinde wegen (VVW) deel kwetsbare weggebruikers. 2020. Agentschap Wegen en Verkeer, Brussel

van der Grift, E. A. et al. 2010. **Recreatief medegebruik van ecoducten: effecten van het functioneren als faunapassage,** Alterra-rapport 2097, Alterra, Wageningen.

Van der Grift, E. A. et al. 2017. **Safe roads for wildlife and people. SAFEROAD Final Report,** CEDR, Brussels.

Van Diepenbeek, A., and R. Creemers. 2012. **Het voorkomen van amfibieën in straatkolken**. , Stichting RAVON, Nijmegen.

Vercauteren, M. et al. 2015. **Handleiding eekhoornbruggen aanleggen**, Natuurpunt Studie, Mechelen.

Vercayie, D., and J. Lambrechts. 2017. **Inventarisatie en evaluatie van de impact van het verkeer op wilde dieren in Vlaanderen - “Dieren onder de wielen 2.0”**, Natuurpunt Studie, Mechelen.

Vismigratie: een handboek voor herstel in Vlaanderen en Nederland. 2004. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL, Afdeling Water, Brussel.

Vlaams Actieprogramma Ecologische Ontsnippering (VAPEO): Deel 1 - Wegen. Agentschap Wegen en Verkeer, Agentschap Natuur en Bos, Brussel.

Vliegenthart, A., and R. Zollinger. 2012. **Kleine faunavoorzieningen bij kunstwerken in de infrastructuur**, VOFF in opdracht van ProRail, Wageningen.

Wildlife & Traffic: a European handbook for identifying conflicts and designing solutions. 2021. Infrastructure & Ecology Network Europe (IENE), <https://handbookwildlifetraffic.info/handbook-wildlife-traffic/>.

Wildlife and Traffic in the Carpathians: guidelines how to minimize the impact of transport infrastructure development on nature in the Carpathian countries. 2019. The State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Banská Bystrica.

Wildlife and Traffic: a European handbook for identifying conflicts and design solutions. 2003. European Co-operation in the Field of Scientific and Technical Research (COST 341), Brussels.

The Wildlife Fencing Guide: Amphibians, Reptiles & Small Mammals; version 1. 2021. <https://www.wildlifefencing.com/>.



AGENTSCHAP
WEGEN & VERKEER

TEAM OMGEVING
PLANNING COÖRDINATIE EN ONDERSTEUNING

Graaf de Ferrarisgebouw
Koning Albert II-laan 20 bus 4
1000 Brussel

wegenverkeer.be/natuur-en-milieu
vlaanderen.be/ontsnippering
omgeving.PCO@verzendlijst.wegenverkeer.be