
Inhoud

1. Inleiding..... 1

1.1. Aanleiding.....	1
1.2. Oplossingsrichtingen.....	1
1.3. Mogelijkheden.....	2

2. Ecologische achtergronden..... 5

2.1. Soortgerelateerde gegevens.....	5
2.1.1. Trekomstandigheden en -periode	6
2.1.1.1. Gewone pad.....	8
2.1.1.2. Bruine kikker	9
2.1.1.3. Groene kikker	9
2.1.1.4. Alpenwatersalamander	9
2.1.2. Actieradius en trekafstand	9
2.1.3. Oriëntatie en oversteekgedrag.....	11
2.1.4. Aantalschommelingen.....	12
2.1.5. Predatie bij voorzieningen.....	12

3. Impact van wegen en verkeer..... 15

3.1. Barrièrewerking en habitatverlies	15
3.2. Verkeerssterfte.....	15
3.2.1. Verliesmarges.....	17
3.2.2. Sterfte onder invloed van verkeerssnelheid	17
3.2.3. Sterfte onder invloed van verkeersintensiteit	17
3.2.4. Oversteekrichting en -breedte	19
3.2.5. Sterfte door secundaire weginfrastructuur	19
3.3. Verstoring van het microklimaat.....	20

3.4. Sterfte op spoorwegen.....	21
---------------------------------	----

4.G geleidingsmogelijkheden..... 23

4.1. Vereisten en kenmerken van geleidingssystemen	23
4.1.1. Algemene materiaalkenmerken.....	23
4.1.2. Materiaalsoorten.....	23
4.1.2.1. Beton	24
4.1.2.2. Polymeer(cement)beton.....	24
4.1.2.3. Vezelcement.....	24
4.1.2.4. Staal.....	24
4.1.2.5. IJzer.....	25
4.1.2.6. Metaalgaas	25
4.1.2.7. Kunststof	25
4.1.2.8. Hout.....	26
4.1.2. Vorm van het geleidingselement	26
4.1.3. Stabilisatie	28
4.1.4. Hoogte	29
4.1.5. Lengte.....	29
4.1.6. Vegetatie langs het scherm en nabij de tunnelingang.....	30
4.1.7. Situering	31
4.1.8. Toegankelijkheid	34
4.2. Onderhoud van geleidingswanden.....	35
4.3. Bijzondere geleidingselementen.....	37
4.3.1. Geleiding onder zijwegen.....	37
4.3.1.1. Geleidingsgoten en -roosters.....	37
4.3.1.2. Overbrugging van geleidingswanden over voetpaden.....	40
4.3.2. Stop- en keerwanden.....	41
4.3.2.1. Beveiliging van poortopeningen.....	41
4.3.2.2. Uiteinde van geleidingswanden.....	42
4.3.2.3. Zijwegen en inritten	43
4.4. Overzicht van geprefabriceerde geleidingssystemen	44
4.4.1. Geprefabriceerde geleidingswanden.....	45
4.4.2. Geprefabriceerde geleidingsgoten	47
4.5. Bijkomende aandachtselementen bij de aanleg van geleidingssystemen.....	48
4.5.1. Plaatsbeschikbaarheid	48
4.5.2. Terrein- en landschapskenmerken.....	49

5.0 versteekmogelijkheden..... 51

5.1. Vereisten en kenmerken van passages.....	51
5.1.1. Materiaalsoorten.....	51

5.1.1.1. Beton	51
5.1.1.2. Polymeer(cement)beton.....	51
5.1.1.3. Metaal.....	52
5.1.1.4. Kunststof.....	52
5.1.1.5. Gebakken klei.....	52
5.1.2. Vorm van de tunnel.....	52
5.1.3. Diameter.....	55
5.1.4. Lengte.....	56
5.1.5. Lichtinval.....	57
5.1.6. Bodemsubstraat.....	59
5.1.7. Afwatering.....	59
5.1.8. Situering.....	61
5.1.9. Tunneldichtheid.....	63
5.2. <i>Onderhoud van passages</i>	64
5.3. <i>Overzicht van de verschillende passagesystemen</i>	64
5.3.1. Tunnels.....	64
5.3.2. Goten.....	66
5.3.3. Aanpassingen van bestaande wegonderdoorgangen.....	66
5.3.4. Verhoging van het wegdek.....	68
5.3.5. Eco(via)ducten.....	69
5.4. <i>Overzicht van geprefabriceerde passagesystemen</i>	70

6. **A**ndere voorzieningen..... 73

6.1. <i>Afscherming van migratiehindernissen</i>	74
6.1.1. Scheiding afwateringssysteem van trekroute.....	74
6.1.2. Aangepast afwateringsrooster.....	74
6.1.3. Rasterscherm.....	75
6.1.4. Opstaande rand.....	76
6.1.5. Afdichting van spleten en openingen.....	77
6.1.6. Afscherming pompmond.....	77
6.1.7. Permanente wand.....	78
6.1.8. Put-omleidingssteen.....	79
6.2. <i>Aanpassing van migratiehindernissen</i>	79
6.2.1. Verlaagde boordsteen/trottoirband.....	79
6.2.2. Afschuining trapvormige elementen.....	81
6.2.3. Doorkruipopening.....	82
6.2.4. Overbrugging.....	82
6.3. <i>Opvangvoorzieningen</i>	83
6.3.1. Slibemmer.....	83
6.3.2. Reukafsluiter.....	84
6.4. <i>Uitstapvoorzieningen waterafvoer- en stockeringssystemen</i>	84
6.4.1. Kruipopening.....	84
6.4.2. Uitstapladder.....	84
6.4.3. Loopplank.....	85
6.4.4. Wandverlaging afwateringsgoot.....	87
6.4.5. Opvang- en uitstapvoorziening afwateringsgoot.....	87

6.5. Spoorrailvoorzieningen.....	89
6.6. Opheffen en (tijdelijk) afsluiten van wegen.....	90
6.7. Beperken en bemoeilijken van de verkeersdoorstroming	92
6.7.1. Gebruiksbeperking.....	92
6.7.2. Selectieve toegang.....	92
6.7.3. Bemoeilijken van de verkeersdoorstromin g	93
6.8. Waarschuwborden.....	93
6.9. Aanleg van compenserende voortplantingsplaatsen en leefgebieden.....	94
6.10. Inplanting van wegen t.o.v. de voortplantingsplaatsen	94

7.I Inventaris van de bestaande amfibieëntunnels & –geleidingswanden..... 97

7.1. Aantal en spreiding van de voorzieningen.....	97
7.2. Relatie met de spreiding van knelpunten.....	100
7.3. Aard van de voorzieningen	100
7.4. Voorkomende soorten.....	102
7.5. Beschrijving van de in Vlaanderen uitgevoerde voorzieningen	103

8.B eoordeling..... 105

8.1. Uitwerking van een beoordelingssysteem.....	105
8.2. Afwegingsaspecten.....	105
8.2.1. Dierenbescherming.....	105
8.2.2. Soortenbescherming.....	106
8.2.3. Verkeerssituatie	107
8.2.4. Verwachtingen inzake werkzaamheid.....	107
8.3. Beoordelingscriteria	107
8.4. Toepassingsmogelijkheden van de beoordelingscriteria op de bestaande overzetgegevens ...	110
8.4.1. Beperkingen.....	110
8.5. Prioriteiten.....	111
8.6. Kostenaspecten.....	113
8.7. Systeemkeuze.....	114

9.E

Efficiëntiebepaling 117

9.1. Doelstelling en onderwerp van de effectiviteitsanalyse	117
9.2. Methode van de effectiviteitsanalyse.....	117
9.2.1. Gebruik van de tunnel.....	117
9.2.2. Gebruik van de geleidingswand	120
9.2.3. Bijkomende gegevens	120
9.3. Resultaten van de effectiviteitsanalyse	120
9.3.1. Algemene bevindingen.....	120
9.3.2. Gebruik van de tunnel en de geleidingswand	122
9.3.2.1. Ename	122
9.3.2.2 Oud-Heverlee	124
9.3.2.3 Tielt-Winge	126
9.3.2.4 Houthalen.....	127
9.3.2.5 Sint-Pieters-Leeuw	129
9.3.2.6 Genk	131
9.3.3. Oplossingen en aanbevelingen.....	132
9.3.3.1. Ename	133
9.3.3.2. Oud-Heverlee	133
9.3.3.3. Tielt-Winge	133
9.3.3.4. Houthalen-Helchteren.....	133
9.3.3.5. Sint-Pieters-Leeuw	134
9.3.3.6. Genk	134
9.4. Doelstelling en onderwerp van de functionaliteitsanalyse	135
9.5. Methode van de functionaliteitsanalyse	135
9.6. Resultaten van de functionaliteitsanalyse.....	137
9.6.1. Algemene bevindingen.....	137
9.6.1.1. Voorbereiding, planning en opvolging	137
9.6.1.2. Bezwaren van bestuurlijke aard.....	138
9.6.1.3. Constructiefouten.....	138
9.6.1.4. Controle en onderhoud	139
9.6.1.5. Inpassing	139
9.6.2. Belangrijkste tekortkomingen aan de individuele systemen.....	140
9.6.2.1. Algemeen.....	140
9.6.2.2. Brakel.....	140
9.6.2.3. Dilsen-Stokkem - Lanklaar	140
9.6.2.4. Dilsen-Stokkem - Rotem.....	140
9.6.2.5. Halle-Lembeek	141
9.6.2.6. Huldenberg.....	141
9.6.2.7. Overijse.....	141
9.6.2.8. Puurs-Liezele	141
9.6.2.9. 's Gravenvoeren.....	141
9.6.2.10. St.-Truiden-Nieuwenhoven	142
9.6.2.11. Tervuren.....	142

10.G

gegevensverwerking & - opvolging 143

<i>10.1. Databank</i>	143
10.1.1. Knelpunten.....	144
10.1.2. Voorzieningen.....	144
10.1.3. Overzetacties.....	144
10.1.4. Systeembeschrijving	145
10.1.5. Contactpersonen.....	145
<i>10.2. Opvolging databank</i>	145

11.I

Instrumentarium & werkmethode 147

<i>11.1. Financieringssystemen</i>	147
11.1.1. Milieuconvenant - ondersteuning door Vlaams Gewest	147
11.1.2. Milieuconvenant - ondersteuning door provincies	148
11.1.3. Grond- en pandenbeleid Vlaamse Gewest.....	149
11.1.4. Investeringsfonds	149
<i>11.2. Onderhandelings- en uitvoeringsprocedures</i>	150
11.2.1. Betrokkenen bij het oplossen van knelpunten voor amfibieëntrek.....	150
11.2.1.1. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap - Departement Leefmilieu en Infrastructuur (LIN).....	150
11.2.1.2. Provincies.....	151
11.2.1.3. Gemeenten.....	151
11.2.1.4. Wetenschappelijke instellingen	152
11.2.1.5. Organisaties	152
11.2.1.6. Werk- en overleggroepen.....	153
11.2.2. Uitwerking van een beslissingsprocedure	153
11.2.3. Projectmatige invulling	154
11.2.3.1. Koppeling aan wegenbouw en -herstel.....	154
11.2.3.3. Invulling GNOP- of PNOP-acties.....	154
11.2.3.4. Natuur- en landinrichtingsprojecten en ruilverkavelingen.....	155
11.2.3.5. Vervollediging prioriteitenatlas ontsnippering	155
11.2.3.6. Ontsniperingsplan Administratie Wegen en Verkeer.....	155
11.2.4. Planning voor elk concreet project	156
<i>11.3. Juridische mogelijkheden en/of beperkingen</i>	156
11.3.1. Wettelijke bescherming van amfibieën.....	156
11.3.2. Internationaal te beschermen amfibieënsoorten	157
11.3.3. Verkeersreglementering	159
11.3.3.1. Bebording	159
11.3.3.2. Afsluiten van wegen.....	160
<i>11.4. Voorstellen voor bijkomend beleidsgericht onderzoek</i>	160
11.4.1. Inventarisatie en beschrijving van knelpunten	160

11.4.2. Verzameling en verwerking van raadgegevens.....	162
11.4.3. Wetenschappelijke opvolging van bestaande en nieuw aan te leggen voorzieningen	162
<i>11.5. Sensibilisatie en voorlichting</i>	<i>162</i>
11.5.1. Voorlichting bij knelpunten en bestaande voorzieningen	162
11.5.2. Algemene sensibilisatie en voorlichting van betrokkenen	163
11.5.3. Motiveren van wegbeheerders	164

12.0 ontsnipperingsscenario's..... 165

<i>12.1. Doelstelling.....</i>	<i>165</i>
<i>12.2. Keuzeverantwoording.....</i>	<i>165</i>
<i>12.3. Mogelijke ontsnipperingsscenario's.....</i>	<i>166</i>

Literatuur..... 167



1. Inleiding

1.1. Aanleiding

Jaarlijks worden op de Belgische wegen ontelbare dieren doodgereden. Daaronder bevindt zich een groot aantal amfibieën. Jaarlijks steken op de gekende oversteekplaatsen in Vlaanderen gemiddeld 38.500 amfibieën de weg over en in piekjaren, zoals in 1996, kan hun aantal tot 69.600 dieren oplopen (gegevens *Hyla*). Het merendeel (92%) bereikt met de hulp van vrijwillige overzetters veilig de overzijde van de weg, maar dat cijfer is zwaar overschat vermits niet van alle oversteekplaatsen aanrijdingsgegevens worden bijgehouden en er nog tal van aanrijdingsplaatsen bestaan die nog niet in kaart zijn gebracht of waar geen of niet langer overzetacties plaatsvinden.

De veilige oversteek hangt nauw samen met de inzet van honderden vrijwilligers die jaarlijks plichtsgetrouw wekenlang de dieren tegenhouden of van de weg oprapen om ze ongehavend aan de overzijde weer los te laten. Gezien de omvang van zulke acties dringt een meer duurzame oplossing van deze problematiek zich op. In bepaalde gemeenten werd daarom het initiatief genomen om d.m.v. mitigerende maatregelen als tunnels en geleidingswanden, een permanente oplossing aan het probleem te geven. De eerste Belgische amfibieëntunnel werd in 1985 te Ename nabij Oudenaarde in gebruik genomen. Andere zouden nadien volgen. Een deel van de voorzieningen functioneert geheel zelfstandig, doch andere vragen een weliswaar weinig intensieve, maar niettemin aanhoudende opvolging.

Terwijl aanvankelijk, zonder veel voorkennis, eigen systemen werden ontwikkeld zijn er ondertussen ook diverse gebruiksklare geleidings- en doorgangssystemen op de markt en op enkele plaatsen in Vlaanderen reeds toegepast. Gegevens betreffende de werking en efficiëntie ontbreken evenwel. Ook is onduidelijk welke factoren de werkzaamheid ervan bepalen en of de mogelijkheden volledig worden benut. Dat maakt het noodzakelijk om informatie omtrent diverse systemen te verzamelen en de gegevens tot een overzichtelijk geheel te verwerken, zodanig dat de verworven kennis meer gericht en doeltreffender ten behoeve van de amfibieënbescherming kan worden ingezet. Doel is ook na te gaan waar en in welke mate bepaalde systemen in Vlaanderen (verder) inzetbaar zijn en op welke wijze ze het meest doeltreffend functioneren.

Op dit ogenblik is ook onbekend waar de prioriteiten moeten liggen en hoe een oplossing aan diverse probleemsituaties kan gegeven worden. De bevoegde overheid wil toekomstige initiatieven aanmoedigen en ondersteunen, doch wil dat dit gericht en onderbouwd gebeurt. D.w.z. dat mitigerende maatregelen op een meer gecoördineerde wijze moeten getroffen worden en op de meest gepaste wijze moeten worden gestuurd.

1.2. Oplossingsrichtingen

Voor de oplossing van knelpunten bij verkeerswegen ligt de bouw van oversteekvoorzieningen het meest voor de hand. Tunnel- en geleidingsystemen voor amfibieën worden op grote schaal aangewend in Duitsland en Zwitserland, maar vinden ook in andere Europese landen toepassing, maar over het aantal voorzieningen in deze landen zijn geen nauwkeurige gegevens bekend.

Bij ontsnippering mag niet alleen aan mitigerende maar moet evenzeer aan compenserende maatregelen worden gedacht. Mitigerende maatregelen dienen vooral de aanrijdingskans te verminderen of geheel uit te sluiten en zo mogelijk de geleiding van amfibieën over dan wel onder de weg te verzekeren en hiermee de uitwisseling van individuen te waarborgen. Compenserende maatregelen daarentegen moeten de habitatomstandigheden verbeteren en/of bijkomend habitat creëren zodanig dat een soort zich buiten de wegbarrière kan handhaven en niet langer verplicht wordt de weg over te steken. Bij zogenaamde "verstoring gevoelige" populaties - zoals bij de Boomkikker - zal een combinatie van beide noodzakelijk zijn. De invloed van compenserende maatregelen is in zulke gevallen beslissender voor het voortbestaan van een populatie dan de mitigerende.

De huidige studie beschouwt enkel de mogelijkheden voor mitigerende maatregelen voor amfibieën en behandelt slechts in de marge de mogelijkheden voor compenserende maatregelen. Daarbij dient duidelijk te worden gesteld dat tunnels en geleidingswanden enkel de schade aan amfibieënpopulaties beperken en geenszins het versnipperingsprobleem geheel oplossen. De aanleg ervan mag daarom niet als alibi worden gebruikt om de aanleg of "verbetering" van wegen te verantwoorden.

Om richting te geven aan mogelijke oplossingen werd:

1. aan de hand van een uitvoerige literatuuranalyse nagegaan welke mitigerende maatregelen voor amfibieën tot nog toe werden ingezet in Vlaanderen (volledig en gedetailleerd overzicht) evenals in Wallonië en de ons omringende landen (algemeen overzicht);
2. een analyse gemaakt van de voor- en nadelen van de verschillende technieken, methoden en materialen;
3. nagegaan aan welke vereisten een doeltreffende voorziening dient te beantwoorden;
4. gecontroleerd in hoeverre de bestaande voorzieningen in Vlaanderen beantwoorden aan de vereisten;
5. bepaald in welke mate enkele voorzieningen efficiënt werken (efficiëntiebepaling);
6. bepaald waar de knelpunten in Vlaanderen liggen, hoe de prioriteiten kunnen worden bepaald en op welke wijze het beleid terzake kan worden gestuurd.

Momenteel zijn in Europa reeds honderden systemen beproefd, waardoor het mogelijk is om oversteekvoorzieningen gericht en op de meest gepaste wijze in te zetten, zodanig dat ze een hoge efficiëntie bereiken. Dat neemt echter niet weg dat op een aantal punten onenigheid of onduidelijkheid omtrent de werkzaamheid blijft bestaan.

1.3. Mogelijkheden

Oversteekvoorzieningen dienen om de trekbeweging van amfibieën zonder enig gevaar onder of over de weg te laten plaatsvinden. Om ervoor te zorgen dat amfibieën veilig de overkant van de weg bereiken, bestaan er uiteenlopende mogelijkheden (tabel 1.1.). Op plaatsen waar kleine aantallen dieren over de weg trekken, kan het volstaan om waarschuwingborden te plaatsen in combinatie met een snelheidsbeperking. Gezien de beperkte zelfdiscipline van vele chauffeurs blijkt dit in de praktijk echter weinig uit te halen en geeft dit onvoldoende veiligheidsgaranties aan de trekkende dieren. Daarom is het beter de weg gedurende de belangrijkste trekperioden tijdelijk met een niet verplaatsbare versperring af te sluiten en een omleiding van het verkeer te voorzien. Waar dit niet mogelijk is kan een tijdelijke uitrastering van de weg, waarbij de dieren door vrijwilligers worden overgezet, enig soelaas bieden. Een overzetactie is echter een tijdrovend en moeizaam karwei, dat verscheidene weken moet worden volgehouden en zich in de tijd steeds weer herhaalt.

Tabel 1.1.: Overzicht van de verschillende mogelijkheden om aanrijdingen van amfibieën te beperken. (aangepast en uitgebreid naar Vos en Chardon, 1994)

<i>Tunnels</i>	bestaande wegonderdoorgangen speciaal aangelegde wegonderdoorgangen
<i>Beekonderdoorgangen</i>	met droge oeverstrook (type ecoduiker) met ondiepe, watervoerende bedding met tijdelijk droge bedding
<i>Bruggen</i>	eco(via)ducten bestaande verkeersbruggen
<i>Aanpassing rijweg</i>	versmalling rijbaan (maximaal 20 m) verheffing wegdek met onderdoorgangmogelijkheid
<i>Afsluiten of opheffen weg</i>	uitbreken weg permanente afsluiting tijdelijke afsluiting (periodiek) (in combinatie met een verkeersomleiding)
<i>Bemoeilijken of verhinderen doorgang</i>	centrale afsluiting doorgang aanbrengen zandbakken of lage verkeerspalen (enkel toegankelijk voor aangepaste voertuigen) aanbrengen snelheidsvertragende wegvoorzieningen (o.a. bochten, wegvernauwingen)
<i>Overzetten van amfibieën</i>	zonder hulpmiddelen (oprapen van weg) met behulp van vangemmers en rasters
<i>Plaatsen van waarschuwingsborden</i> (bij voorkeur in combinatie met een snelheidsbeperking)	
<i>Instellen rijbeperkingen of herbestemming verkeersfunctie</i>	(tijdelijke) snelheidsbeperking (maximum 50 km, bij voorkeur 30 km of minder) gebruiksbeperking tot plaatselijk verkeer of landbouwverkeer periodieke gebruiksbeperking (nachtelijk rijverbod tussen 19.00 en 07.00 uur, gedurende trekperiode)
<i>Aanbrengen snelheidremmers</i>	permanente snelheidremmers tijdelijke snelheidremmers
<i>Verhinderen van de terugtrek</i>	
<i>Aanleg van nieuwe voortplantingspoelen of landhabitats</i>	
<i>Aanleg van geheel nieuw leefgebied</i>	

Bij een massale en steeds terugkerende trek op een vaste plaats is het beter naar een meer permanente oplossing te zoeken, waarbij de hindernis wordt opgeheven (bv. afsluiten van de weg) of de dieren zelfstandig over of onder de hindernis worden geleid. Als permanente oversteekvoorziening kan alleen gebruik worden gemaakt van tunnels of bruggen, die gecombineerd moeten worden met een geleidingswand. Zo'n wand kan tijdelijk of permanent van aard zijn. Vooraleer dergelijke voorzieningen worden aangelegd, moet evenwel bekeken worden in hoever bestaande wegonderdoorgangen zoals afwateringskanalen, viaducten en beken - al dan niet mits enige aanpassing - kunnen ingeschakeld worden. In bepaalde gevallen kan het ook mogelijk zijn de voorziening met andere geleidingsystemen zoals ecoducten of wildrasters te combineren. Bij de planning van een beschermingsvoorziening kan en moet ook rekening worden gehouden met de eisen die andere

diersoorten, zoals verschillende marterachtigen, aan gelijkaardige constructies stellen, zodanig dat amfibieëntunnels een meervoudige functie krijgen (tabel 1.2.). Zo mogelijk moeten onderdoorgangen in een totaalconcept worden ingepast.

Tabel 1.2.: Overzicht van diersoorten waarvoor amfibieëntunnels in Vlaanderen eveneens nuttig kunnen zijn.

soorten

wezel, hermelijn, bunzing, marter

das, vos

otter, waterspitsmuis (enkel langs watergangen)

egel

spitsmuizen, muizen, konijn

reptielen

In de gevallen waarin geen technische oplossing voor het probleem wordt gevonden of de kosten te hoog oplopen, kunnen de dieren ertoe worden aangezet een geheel nieuw leefgebied dan wel een voortplantingswater of winter- en zomerverblijf aan te nemen op een plaats die niet door een weg wordt doorsneden (Münch et al., 1996).

Vooraf in Duitsland en Zwitserland werd veel ervaring opgedaan met voorzieningen voor amfibieën, vooral dan met Gewone pad. Ook over de Bruine kikker zijn gegevens beschikbaar, doch dit geldt nauwelijks voor andere kikker- en paddensoorten en nog minder voor salamanders. Uit de literatuur kon geen gericht onderzoek worden gehaald omtrent de effecten van wegen op salamanders. De belangrijkste verklaring hiervoor ligt in de vaststelling dat massale aanrijdingen van deze soorten, zoals die bij de Gewone pad bekend zijn, eerder incidenteel plaatsvinden en bepaalde soorten te zeldzaam zijn om als verkeersslachtoffer te worden aangetroffen.

Door de talrijke overeenkomsten in levenswijze en levenscyclus wordt evenwel aangenomen dat de verkeersvoorzieningen die voor de Gewone pad en de Bruine kikker zijn uitgewerkt evengoed andere amfibieënsoorten ten goede komen en zelfs andere diersoorten kunnen dienen. In Vlaanderen worden tunnels voornamelijk door Gewone pad, Bruine kikker, Alpenwatersalamander, Groene kikker en in mindere mate door Vinpootsalamander en Kleine watersalamander gebruikt. Uit onderzoek naar de werking van bestaande oversteekvoorzieningen blijken tunnels vooral onvoldoende te werken voor salamanders (Zumbach, 2000).















Niettegenstaande dit rapport tal van mogelijkheden aanreikt en een veelheid aan gegevens verschaft, bestaat geen kant en klare oplossing voor het probleem van amfibieën en wegen. Tal van factoren zijn bepalend voor een goede inplanting en werking van voorzieningen. Daarom moet per geval bekeken worden welke de beste oplossing is. Een goede kennis van de lokale leefsituatie van de belangrijkste amfibieënsoorten en hun trekgedrag verhoogt de doelmatigheid waarmee een beschermingsconcept kan worden uitgewerkt.

2. Ecologische achtergronden






2.1. Soortgerelateerde gegevens

In Vlaanderen komen 14 amfibieënsoorten voor. Daarvan zijn er, al naargelang de lokale situatie, 4 soorten vaak en 2 soorten regelmatig slachtoffer van het verkeer (tabel 2.1.).

Tabel 2.1.: Overzicht van de in Vlaanderen voorkomende amfibieën met aanduiding van de mate waarin ze slachtoffer worden van het verkeer.

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	
<i>Alytes obstetricans</i>	Vroedmeesterpad	
<i>Bombina variegata</i>	Geelbuikvuurpad	
<i>Bufo bufo</i>	Gewone pad	
<i>Bufo calamita</i>	Rugstreepad	
<i>Hyla arborea</i>	Boomkikker	
<i>Pelobates fuscus</i>	Knoflookpad	
<i>Rana arvalis</i>	Heikikker	
<i>Rana esculenta</i> (synklepton)	Groene kikker complex	
<i>Rana temporaria</i>	Bruine kikker	
<i>Salamandra salamandra</i>	Vuursalamander	
<i>Triturus alpestris</i>	Alpenwatersalamander	
<i>Triturus cristatus</i>	Kamsalamander	
<i>Triturus helveticus</i>	Vinpootsalamander (1)	
<i>Triturus vulgaris</i>	Kleine watersalamander (1)	

(1) wijfjes van Vinpootsalamander en Kleine watersalamander zijn soms moeilijk van elkaar te onderscheiden waardoor de aantallen van beide soorten t.o.v. elkaar kunnen verschillen door foutieve determinaties; hiermee moet bij de interpretatie van overzetgegevens rekening worden gehouden.

-  veel voorkomend slachtoffer
-  plaatselijk regelmatig voorkomend slachtoffer
-  plaatselijk af en toe voorkomend slachtoffer
-  zeer sporadisch voorkomend slachtoffer
-  geen gegevens bekend

De kwetsbaarheid is aan de soort gerelateerd en hangt nauw samen met het gedrag, de actieradius, de trekafstand en de oversteeksnelheid van een soort. Allicht is de Gewone pad het grootste slachtoffer van het verkeer, vooral omdat de voorjaarstrek van deze soort meestal massaal optreedt. In Vlaanderen zijn plaatsen bekend waar meer dan 4.800 padden de weg oversteken (*Appeldijkstraat* in Bornem-Weert - tot 4.811 ex.). Op de tweede plaats worden veel Bruine kikkers overreden, hoewel het fenomeen meer lokaal is. Er zijn trekbewegingen tot 1.650 Bruine kikkers (*Het Wik* in Genk - tot 1.663 ex.) vastgesteld en bijwijken kan ook Groene kikker in groter aantal optreden (*Lichtaartseweg - Herentalsesteenweg* te Herentals - tot 270 ex.). Grote trekbewegingen van salamanders daarentegen zijn eerder uitzonderlijk, niettegenstaande op enkele plaatsen in Vlaanderen grote aantallen - tot meer dan 1.680 dieren (*Toekomstlaan* in Beerse - tot 1.682 ex.) - van verschillende soorten zijn gevonden. Zowel van Alpenwatersalamander als Kleine watersalamander maar ook van Vinpootsalamander en Kamsalamander is bekend dat ze in grotere aantallen over lange afstanden trekken. De Vinpootsalamander wordt in Vlaanderen doorgaans meer in bosgebieden gevonden (Sanders, 1987). Lokaal kan ook Vuursalamander in groter aantal een weg oversteken (Grossenbacher, 1981; Münch, 1994) - vooral langs boswegen (in Vlaanderen o.a. *Braambrugstraat* in Ename (Enamebos); *Makkegemstraat* in Schelderode (Makkegembos)) - en sporadisch vallen ook slachtoffers onder andere bijzondere soorten zoals Knoflookpad, Heikikker en Boomkikker (*Ballewijer* in Zonhoven) of Rugstreeppad (*Bergstraat* in Oud-Turnhout; *Laagsimse* in Alken).

Van Den Berge (Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer - schrift. med.) meldt als toelichting op een citaat van hem in *Bauwens & Claus (1996)* dat enkele passages van voertuigen volstaan om lokaal zware schade toe te brengen aan populaties van soorten met verhoudingsgewijs lage individuen aantallen, zoals de Vuursalamander. Een soort als de Vuursalamander trekt meestal onder zeer specifieke weersomstandigheden, zoals op warme en onweerachtige zomernachten, vooral na een lange, droge periode. De dieren worden dan vaak op en langs boswegen aangetroffen en een enkel voertuig volstaat om er een groot aantal dood te rijden. Dat het aantal trekkende dieren onder gunstige omstandigheden hoog kan liggen, bevestigt *Van Uytvanck (Natuurpunt - mond. med. + cit. in Bauwens & Claus, 1996)* die op één avond (september 1994) tijdens een zomeronweer 49 dieren telde op een bospad van nauwelijks 800 m lang in het *Hayesbos* (Vlaamse Ardennen - Everbeek). Mocht op dat ogenblik een auto zijn voorbijgereden, dan waren de gevolgen desastreus geweest. Uit Duitsland wordt gemeld dat zelfs fietsers in bossen met recreatieve functie onder dergelijke omstandigheden aanzienlijke schade toebrengen (Seifert, 1991).

2.1.1. Trekomstandigheden en -periode

Het wijd verbreide geloof dat amfibieën zich in de nazomer of de herfst in hun winterverblijfplaatsen terugtrekken en daar tot in het voorjaar roerloos verblijven, gaat geenszins op voor de Gewone pad, de Bruine kikker, de Alpenwatersalamander en de Vuursalamander. Het gebeurt regelmatig dat ze zich gedurende warmere perioden in de winter verplaatsen. Doorgaans verlopen dergelijke verplaatsingen niet over grote afstanden. De hierna beschreven trekbewegingen (paragraaf 2.1.2.) worden elk op eigen wijze door de milieuomstandigheden beïnvloed. Het best bekend en doorgaans het meest opvallend is de voorjaarstrek.

De periode waarin amfibieën van de overwinteringplaatsen naar de voortplantingsgebieden trekken verschilt naargelang de soortgroep en de soort (tabel 2.2.). In de regel zetten salamanders als eerste de trekbeweging in. Een soort als de Alpenwatersalamander kan al eind januari op of langs wegen worden aangetroffen. Voor andere salamandersoorten valt de trekperiode meestal iets later, hoewel lokaal verschillen optreden. Soms migreert een deel van de adulte dieren al in het najaar naar de voortplantingsplaats en zijn ze al in de winter actief (Van Hecke, 1993). De Gewone pad ontwaakt uit zijn winterrust vanaf begin maart, maar soms ook vroeger of later (Grossenbacher, 1981). De trekperiode kan jaarlijks verschillen van enkele weken tot twee maanden (Schops, 1999).

Tabel 2.2.: Belangrijkste trekperioden van inheemse amfibieën. (bijgewerkt naar: Küster, 2000; als basis dienden de gegevens van Blab & Vogel, 1989)

soort	trek	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Vroedmeesterpad	VJT				■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TV				■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TJ				■	■	■	■	■	■	■	■	■
	HT				■	■	■	■	■	■	■	■	■
Geelbuikvuurpad	VJT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TV			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TJ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	HT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Gewone pad	VJT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TV			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TJ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	HT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Rugstreepad	VJT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TV			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TJ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	HT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Boomkikker	VJT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TV			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TJ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	HT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Knoflookpad	VJT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TV			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TJ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	HT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Heikikker	VJT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TV			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TJ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	HT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Groene kikker complex	VJT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TV			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TJ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	HT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Bruine kikker	VJT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TV			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TJ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	HT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Vuursalamander	VJT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TV			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TJ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	HT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Alpenwatersalamander	VJT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TV			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TJ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	HT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Kamsalamander	VJT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TV			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TJ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	HT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Vinpootsalamander	VJT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TV			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TJ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	HT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Kleine watersalamanden	VJT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TV			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	TJ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	HT			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

VJT: voorjaarsheentrek
 TV: terugtrek adulten
 TJ: terugtrek juvenielen
 HT: herfsttrek

1) activiteitsbegin
 2) geboorte van de longademende juvenielen
 3) larven over winteren gedeeltelijk in het water
 4) inzoverre de dieren het water verlaten

De trekactiviteit in het voorjaar is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden. Zolang het winderig en koud is, blijven veel amfibieën in hun winterschuilplaats, maar zodra het weer zacht en vochtig wordt, wordt de trek ingezet. De volwassen dieren migreren vooral 's nachts. De trek begint doorgaans bij valavond - veelal vanaf 19.00 uur - en kan de gehele nacht aanhouden, zeker bij salamanders. Pas gemetamorfoseerde amfibieën migreren daarentegen uitsluitend overdag.

Ook de Bruine kikker is er in de regel vroeg bij. Onder gunstige weersomstandigheden kunnen reeds vanaf begin februari individuen van deze soort op trek worden waargenomen. Hiermee onderscheidt de soort zich van de Groene kikker, die beduidend later - ergens tussen half maart en begin april - actief wordt. Trek van Groene kikkers komt ook minder voor omdat zowel jonge als volwassen dieren veelal in de onmiddellijke omgeving van het water verblijven. Dat neemt niet weg dat lokaal massale trekbewegingen van Groene kikkers kunnen worden vastgesteld (bv. *Lichtaartseweg* in Herentals).

Gegevens over de terugtrek van amfibieën zijn minder goed gedocumenteerd. Doordat sommige soorten als Gewone pad, Bruine kikker en ook Heikikker een relatief korte paartijd kennen, waarbij het overgrote deel van de paringen zich in een periode van 3 tot 10 dagen concentreert (Van Gelder & Omen, 1970; Schops, 1999), verlaat het merendeel van de juveniele dieren ongeveer op hetzelfde ogenblik het water. In het geval dat honderden tot duizenden jonge kikkers of padden worden waargenomen, spreekt men wel eens van een "kikker- of een paddenregen" (Bauwens & Claus, 1996; Schops, 1999). Hoewel dergelijk fenomeen zelden op wegen wordt vastgesteld (bv. in de omgeving van de *Toekomstlaan* in Beerse), komt het allicht vaker voor dan tot nog toe wordt aangenomen en kan dat tot ware slachtingen onder de jonge dieren leiden.

2.1.1.1. Gewone pad

Van alle amfibieën is de Gewone pad het meest plaatstrouw, d.w.z. dat de individuen steeds weer naar hun geboorteplaats trekken. Dat gedrag werkt zo sterk dat zelfs drooggelegde of volledige opgevulde plassen steeds weer opnieuw worden opgezocht. Hetzelfde gedrag geldt ook voor de winter- en zomerverblijfgebieden en de trekroutes. Anderzijds is het ook een soort die gemakkelijk nieuwe gebieden koloniseert (Heusser, 1969; Schlüpmann, 1982; Karthaus, 1985).

De opwarming van de bodem is meestal de sturende factor voor de aanvang van de voorjaartrek. Zodra de bodemtemperatuur tot op een bodemdpte van 50 cm tot 4 à 5°C oploopt, wordt het sein gegeven om aan de trek te beginnen. De "ontwaakttemperatuur" hangt wel samen met het jaarritme van de dieren en wordt endogeen gestuurd (Heusser, 1968), waardoor bij aanhoudende koudetemperaturen tot eind maart/begin april alsnog migratie kan plaatsvinden bij lagere temperaturen.

Bij padden is de trek, vanwege het plotselinge en massale karakter opvallend, hoewel die onder sterk wisselende omstandigheden kan worden onderbroken. Het is dus mogelijk dat tijdens sommige jaren de meeste dieren binnen een tiental dagen op de paaiplaats arriveren, terwijl dat in andere jaren gespreid gebeurt over een periode van drie of vier weken (Bauwens & Claus, 1996).

Al meteen na de eiafzetting vatten de eerste dieren de terugtrek aan naar het zomerbiotoop. Het zijn vooral de wijfjes die hiertoe overgaan, terwijl de mannetjes meestal nog verscheidene weken in en rondom het voortplantingswater verblijven. Het gedrag wordt door dezelfde factoren als bij de voorjaartrek gestuurd, maar naarmate de weken verstrijken worden steeds hogere temperaturen vereist (Blanke & Metzger, 1987). De kritische temperatuur ligt doorgaans rond 11-12°C en een temperatuurdaling kan de zomertrekbeweging tijdelijk onderbreken.

De ontwikkeling van de eitjes hangt van de watertemperatuur af en dat beïnvloedt mee de trekperiode van de jonge padden. Bij een watertemperatuur van 9 tot 10°C komen de larven pas na een kleine maand uit, maar bij hogere temperatuur kan het ontwikkelingsproces beduidend sneller verlopen.

2.1.1.2. Bruine kikker

De Bruine kikker vertoont eveneens enige plaatstrouw al is dat iets minder uitgesproken dan bij de Gewone pad. Meteen na het ontwaken uit de winterslaap trekt hij naar de voortplantingsplaats en kort daarop - gemiddeld na een tiental dagen - worden de eieren gelegd. Bij koud weer kan het gebeuren dat de dieren zich weer ingraven nadat de eieren zijn afgezet om pas in april of mei naar de zomerbiotopen te trekken (Schlupmann & Günther, 1996).

De pas gemetamorfoseerde dieren blijven weliswaar nog enig dagen rond de voortplantingsplaats hangen maar vertrekken eveneens kort daarop naar de zomerbiotopen. Het gebeurt dat ze al meteen ver van de geboorteplaats wegtrekken. Het eerste levensjaar kunnen ze gemakkelijk tot 2 km ver afdwalen en in het tweede levensjaar leggen ze gemakkelijk de dubbele afstand of meer af. De meeste dieren verblijven evenwel op wisselende afstanden in een straal van enkele tientallen meters tot 800 m van het voortplantingswater (o.a. Blab, 1978; Schlupmann, 1981; Blab et al., 1991).

In oktober of november wordt de terugtocht naar de winterverblijfplaats aangevat, waar ze soms in groepen overwinteren.

2.1.1.3. Groene kikker

Net als bij de Bruine kikker brengt een deel van de Groene kikkers de winter in de slibbodem van het water door. Wanneer de dieren hun winterbiotoop aan land hebben kunnen ze onder vochtige en warme omstandigheden in het latere voorjaar trekkend over wegen worden waargenomen. De voorjaarsstrek is doorgaans in de tijd gespreid, behalve wanneer het overwinteringsgebied zich in de onmiddellijke omgeving van de eiafzetplaats bevindt. Sommige dieren leggen lange rustpauzes in en verblijven een tijdlang in watergrachtjes in de nabijheid van de voortplantingsplaats alvorens verder te trekken (o.a. Blab, 1982; eveneens vastgesteld bij Groene kikker en Bruine kikker aan de *Zandstraat* in Diepenbeek). De eieren worden in vergelijking met andere amfibieënsoorten vrij laat afgezet - vanaf mei tot de eerste helft van juni. De meeste larven metamorfosereren in de maand augustus of begin september. Net als de adulten blijven de juvenielen in de nabijheid van het water. Slechts enkele, doorgaans jonge exemplaren migreren over langere afstanden naar de zomerbiotopen. Vanaf eind september zoeken de dieren opnieuw hun winterverblijf op.

2.1.1.4. Alpenwatersalamander

Van zodra zich in de late winter de eerste zachte en vochtige dagen aanbieden worden de eerste Alpenwatersalamanders actief en begin maart kan al de eerste voortplanting plaatsvinden (Van Hecke, 1993). Vanaf eind mei verlaten veel adulte dieren het voortplantingswater om het zomerbiotoop op te zoeken. De juveniele salamanders verlaten pas in augustus of september het voortplantingswater.

2.1.2. Actieradius en trekafstand

In tegenstelling tot veel salamandersoorten, die binnen een beperkt gebied voorkomen, kan de Gewone pad over verscheidene kilometers trekken, soms tot 4,5 km (Blab, 1986; Nöllert & Nöllert, 1992) (tabel 2.3.). Doordat met de afstand doorgaans ook het aantal wegen dat moet worden overgestoken toeneemt, heeft de Gewone pad meer kans om overreden te worden. De meeste aanrijdingen vinden plaats tijdens bewegingen tussen deelhabitats en in het bijzonder op plaatsen waar deze door een weg worden gescheiden. We onderscheiden de volgende bewegingen (Grossenbacher, 1981) (figuur 2.1.):

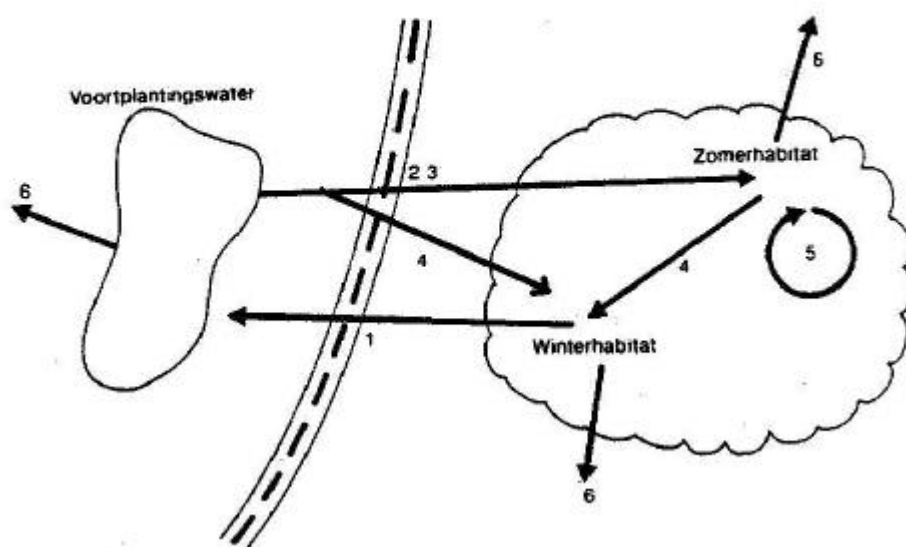
1. Voorjaarsmigratie van adulte dieren van winterleefgebied naar voortplantingswater.
2. Voorjaarsmigratie van adulte dieren van voortplantingswater naar zomerleefgebied.
3. Dispersie van gemetamorfoseerde dieren van voortplantingswater naarandleefgebied.
4. Herfstmigratie van adulten en juvenielen van zomer- naar winterleefgebied.

5. Ongerichte bewegingen binnen het leefgebied.
6. Dispersie naar nieuwe leefgebieden.

Dat maakt dat er verschillende migraties bestaan. In Vlaanderen, maar ook in andere landen, is tot nog toe hoofdzakelijk aandacht besteed aan de voorjaarsmigratie van adulte dieren van het winterleefgebied naar het voortplantingswater, omdat die het meest opvallend is. Nochtans is bekend dat de dispersie van gemetamorfoseerde dieren - hoofdzakelijk van Gewone pad en Bruine kikker - in juni en juli eveneens tal van slachtoffers eist. In tegenstelling tot volwassen dieren zijn de pas gemetamorfoseerde individuen hoofdzakelijk overdag actief, wanneer de verkeersintensiteit doorgaans een stuk hoger ligt (Berthoud & Müller, 1983; Karthaus, 1985). Wanneer het populatieaantal ondanks maatregelen alsnog terugloopt dan zijn doorgaans twee mogelijke oorzaken hiervoor te vinden (Wolf & Igelmann, 1995):

- ❑ ofwel is een deel van het voortplantingsgebied verloren gegaan en/of de habitatkwaliteit ervan verslechterd
- ❑ ofwel sterven er teveel juveniele dieren

Figuur 2.1.: Mogelijke bewegingen tussen deelhabitats en dispersiebewegingen van amfibieën (naar: Grossenbacher, 1981) (nummering zie tekst).



De aanrijdingskans verhoogt met een toenemende wegdichtheid en verkeersintensiteit, waardoor ook soorten met een beperkte actieradius slachtoffer kunnen worden wanneer hun leefgebied door wegen wordt doorsneden - zeker wanneer deze ook nog eens druk bereden worden. In de regel worden echter soorten met een beperkte actieradius en trekbeweging - zoals de meeste salamandersoorten - minder bedreigd dan soorten met een ruime actieradius en trekbeweging - zoals de Gewone pad. In bepaalde gevallen kan de soort richtinggevend zijn voor de aard van de oplossing en kan het zinvol zijn om voor soorten met een beperkte trekbeweging (tabel 2.3.) veeleer compenserende maatregelen i.p.v. mitigerende maatregelen te treffen.

Tabel 2.3.: Gemiddelde trekafstanden van verschillende amfibieënsoorten tijdens seizoenmigratie (naar: Blab, 1986 (*) en Günther, 1996 (**)).

<i>Gewone pad</i> *	2200 m; soms ook dubbel zo ver
<i>Groene kikker</i> **	2000 m; doorgaans niet verder
<i>Bruine kikker</i> *	800 m; soms ook verder
<i>Boomkikker</i> *	600 m; soms ook verder
<i>Knoflookpad</i> *	600 m; zelden verder
<i>Alpenwatersalamander</i> *	400 m
<i>Vinpootsalamander</i> *	400 m
<i>Kleine watersalamander</i> *	400 m
<i>Kamsalamander</i> **	300 m; uitzonderlijk tot 1000 m ver
<i>Vuursalamander</i> **	300 m
<i>Vroedmeesterpad</i> *	< 100 m; zelden 500 m of verder

2.1.3. Oriëntatie en oversteekgedrag

Onderzoek lijkt erop te wijzen dat de trek van Gewone padden instinctmatig wordt gestuurd door enerzijds een genetisch bepaald richtingsgedrag dat de dieren naar een gunstig leefgebied leidt en een ingeprent richtingsgevoel dat door microklimatologische omgevingsfactoren wordt beïnvloed en de dieren in staat stelt (zonodig) naar andere geschikte gebieden uit te wijken (Wolf & Igelmann, 1995). Het richtingsgedrag van padden wordt o.m. door het aardmagnetisch veld gestuurd, maar er spelen in deze ook andere zintuiglijke factoren een rol (Sinsch, 1987; Buck, 1988; Wolf & Igelmann, 1995; Finck, 1995). Rond plassen oriënteren ze zich bijvoorbeeld naar de warmte die het water uitstraalt en waarschijnlijk ook op bekende terreinstructuren. Mochten ze alsnog om bepaalde redenen de richting verliezen, bijvoorbeeld doordat ze te laat aan de trek zijn begonnen, dan zijn ze alsnog in staat andere wateren te vinden. Verschillende studies wijzen ook op het belang van het reukvermogen voor de oriëntatie van amfibieën¹.

Veel paddenwijfjes trekken slechts een- tot tweemaal in hun leven naar een voortplantingswater om er eieren af te zetten (Kuhn, 1994). Niettegenstaande de grote afstanden die meestal worden afgelegd, verloopt de seizoenstrek langzaam. Dat komt ook in de geringe oversteeksnelheid van de Gewone pad tot uiting: om een 7 m brede weg over te steken is een oversteektijd van 15 à 20 minuten niet uitzonderlijk (Grossenbacher, 1981). Er blijken geen verschillen in oversteeksnelheid tussen mannelijke, vrouwelijke en paarsgewijs² overstekende padden te bestaan (Kuhn, 1987), niettegenstaande dat ooit wel eens is geopperd (Moore, 1954). Kikkers steken een stuk sneller de weg over, waardoor de kans om overreden te worden veel kleiner is.

Heel vaak verstarren padden bij verstoring door autolicht of -lawaai en laten ze zich ophouden door hindernissen (o.a. Lustrat, 1998). De oversteeksnelheid van juveniele padden is allicht nog geringer dan bij adulte dieren. Dat blijkt althans uit gegevens van *Berthoud* (1973). Hij stelde vast dat pas gemetamorfoseerde padden al gauw 30 tot 60 minuten nodig hadden om een weg van 6 m breed over te steken. In extreme gevallen bereikt nauwelijks 1 tot 3% van de jonge dieren de overkant (Müller et al., 1973). Ook *Karthaus* (1985) illustreert het enorme effect van het verkeer op jonge dieren. Hij constateerde dat nauwelijks enkele gemetamorfoseerde padden en bruine kikkers de overkant van een provinciale weg bereikten, terwijl binnen het uur na het afsluiten van de weg een 100.000-tal dieren op een wegstrook van 400 m verschenen.

¹ Een overzicht van studies die ingaan op het olfactorische stimuli voor de oriëntatie van amfibieën wordt gegeven door *Brehm* (1989).

² Op weg naar de poel vindt soms al paarvorming plaats: het mannetje klimt op de rug van het wijfje en omklemt haar onder de oksels. Dergelijke houding wordt ook "amplexus" genoemd.

De heentrek van de volwassen dieren verloopt niet noodzakelijk langs de kortste weg (o.a. Blanke & Metzger, 1987; Veith et al., 1995) maar niettemin doelgericht naar de voortplantingsplaats. Naargelang het terreintype moeten de dieren omwegen maken en hindernissen overbruggen. Wanneer ze een omweg moeten beschrijven, kiezen ze meestal voor de kortst mogelijke weg in de trekrichting. Om geen extra belasting teweeg te brengen moet het oponthoud aan de oversteekvoorziening zo kort mogelijk gehouden worden. Dat geldt in het bijzonder voor laat trekkende individuen, indien die nog aan de voortplanting willen deelnemen. Een goede conditie is noodzakelijk voor de voortplanting zodat de dieren niet uitgeput aan het voortplantingswater mogen aankomen. Bij Gewone padden zijn het vooral de sterkere mannetjes die erin slagen een wijfje blijvend te omklemmen en de eieren te bevruchten.

De verschillende amfibieënsoorten gebruiken de voorzieningen op soorteigen wijze. Padden hebben de neiging tegen de geleidingswand aan te lopen en die in nauw contact te volgen. Kikkers daarentegen houden steeds enige afstand van de voorziening en proberen soms over de wand te springen. Ook geleidingsgoten worden op aparte wijze benaderd. Padden en salamanders proberen voorzichtig tastend naar houvast over het gootrooster te kruipen terwijl kikkers er overheen proberen te springen.

Bij padden en salamanders moet met kleinere tunnelafstanden rekening worden gehouden in tegenstelling tot bij kikkers (Frey & Niederstrasser, 2000).

2.1.4. Aantalschommelingen

In de regel wordt in een stabiele populatie het aantal dode dieren gecompenseerd door het aantal geslachtsrijpe nakomelingen. Hoewel aanrijdingen van amfibieën erg ingrijpend kunnen werken op een populatie, is een vermindering van het aantal overstekende dieren niet altijd tekenend voor een populatieachteruitgang. Sterke aantalschommelingen zijn immers kenmerkend voor amfibieënpopulaties en te verklaren door het wisselende voortplantingssucces, waarvan de oorzaken nog niet geheel zijn doorgrond, maar waarin zowel milieu- en habitatinvloeden als menselijke ingrepen bepalend zijn.

Schommelingen komen het best tot uiting in de leeftijdsopbouw. Slechte voortplantingsjaren zetten zich door in het deel van de populatie dat voor de voortplanting zorgt en getalmatig het sterkst is (Ryser, 1988). Er treedt een piekvertraging op tot opnieuw voldoende jonge dieren geslachtsrijp zijn. De vertragingduur verschilt van soort tot soort.

De stabiliteit van de leeftijdsstructuur en de invloed van de jongste leeftijdsklassen op de populatie hangt samen met de overlevingskans van een soort. Bij amfibieënsoorten met een kleine(re) overlevingskans treedt vlugger een daling van het aantal dieren in de verschillende en vooral hogere leeftijdsklassen op. Dat resulteert in sterkere aantalschommelingen als bij soorten met een hoge(re) overlevingskans. Het uitblijven van een eerste lichte geslachtsrijpe dieren kan bij een soort met een lage overlevingskans (40-50%) - zoals de Bruine kikker - de populatie met ruim de helft reduceren. Bij een soort met een grotere overlevingskans (60-80%) - zoals de Gewone pad - blijft dat beperkt tot een derde. Anderzijds leidt de aanvulling van de populatie, na enkele zwakke voortplantingsjaren, met een sterke nieuwe generatie tot een aanzienlijke aantaltoename hetgeen zich vooral bij soorten met een beperkte overlevingskans sterk manifesteert.

2.1.5. Predatie bij voorzieningen

Van predatoren als kraaiachtigen, Bunzing, Hermelijn, Egel, Vos, Bruine ratten en zelfs spitsmuizen en grote loopkevers is bekend dat ze zich tegoed doen aan amfibieën wanneer die zich in een groot aantal langs de geleidingswand of aan de tunnelopening ophopen (o.a. Reading, 1989; Frey & Niederstrasser, 2000), maar het effect is allicht te verwaarlozen temeer geen gevallen van gerichte

predatie bekend zijn (Berthoud & Müller, 1987). Doorgaans concentreren ze hun voedselzoektochten rond de amfibieënpaaiplaatsen en vindt predatie van amfibieën in en rond tunnels eerder toevallig plaats op een ogenblik dat deze dieren zelf van de tunnel gebruik maken of in de buurt zijn.

3. Impact van wegen en verkeer

3.1. Barrièrewerking en habitatverlies

Voor het voortbestaan van een populatie is een uitwisseling van individuen binnen een populatie en tussen verschillende populaties noodzakelijk. Het geheel van populaties vormt een metapopulatie - een netwerk van populaties waartussen uitwisseling mogelijk is. Hoe groter de populaties zijn en hoe uitgebreider het netwerk is, hoe kleiner de kans dat ongunstige milieu-invloeden het voortbestaan van de metapopulatie bedreigen. De structuur van zo'n netwerk wordt zwaar aangetast wanneer delen van het leefgebied van elkaar afgesneden raken. Dergelijke versnippering is één van de belangrijkste oorzaken van de achteruitgang van diersoorten en kan lokaal tot het uitsterven van soorten leiden.

Wegen hebben een belangrijk aandeel in de versnippering van de leefgebieden van amfibieën. In gebieden met een hoge verkeersintensiteit worden doorgaans lage dichtheden van amfibieën gevonden als gevolg van een geringere overlevingskans en verminderde uitwisseling (Fahrig et al., 1995; Reh & Seitz, 1993; Vos & Chardon, 1996; van der Sluis & Vos, 1996). Brede en druk bereden wegen vormen een absolute barrière voor amfibieën: in het ene geval omdat te overbruggen afstand te groot is en in het ander geval vanwege het hoge aanrijdingsrisico en de daardoor geringe oversteekkans. De barrièrewerking enerzijds en de herkoloniseatiekans anderzijds variëren naargelang de soort. Zo kan een soort met een hoge populatiedichtheid, een beperkte ruimtebehoefte en een sterke populatieaanwas - zoals de Kleine watersalamander - zich onder gunstige omstandigheden bij lage dichtheden gemakkelijker handhaven in kleinere habitateenheden dan een soort met een grote(re) ruimtebehoefte en ruime actieradius zoals de Gewone pad (Bugter & Vos, 1997). Tegelijk betekent dit dat de kans op migratie en herbezetting van leefgebieden verkleint naargelang de soort een beperkte actieradius heeft. Ook de kans op lokaal uitsterven is het grootst bij soorten met een geconcentreerd lokaal voorkomen. Bij een afnemende omvang en samenhang van een populatienetwerk, worden leeg geraakte leefgebieden minder gemakkelijk vanuit de omliggende gebieden gekoloniseerd en dreigen meer amfibieënsoorten definitief te verdwijnen (van der Sluis & Vos, 1996; Griffith & Williams, 2000). Voor de Bruine kikker is aangetoond dat bij een toenemende wegendichtheid de uitwisseling tussen populaties vermindert, waardoor op termijn de genetische uitwisseling in het gedrang komt (Reh, 1989; Reh & Seitz, 1990 en 1993).

Behalve het verlies aan oppervlakte die door wegen en randinfrastructuur wordt ingenomen, vooral dan in de gebieden die voorheen tot leefgebied voor amfibieën dienden, is er ook nog het kwalitatieve verlies aan habitat. Milieuvreemde stoffen (o.a. oliën, zouten, zware metalen) die vanaf de weg in de langs liggende voortplantingswateren terechtkomen kunnen het watermilieu grondig wijzigen (Fahrig et al., 1995) of zich in wegbermen ophopen (Lichtenthäler & Reutter, 1987; Münch, 1990b). De waterhuishouding van bermpeelen en andere nabijgelegen wateren kan ook door de plotse aanvoer van waterpiekdebieten via rioleringen of overstorten worden verstoord. In bepaalde gevallen is er ook sprake van verstoring door trillingen, lawaai en licht vanwege het wegverkeer (Buchanan, 1993).

3.2. Verkeerssterfte

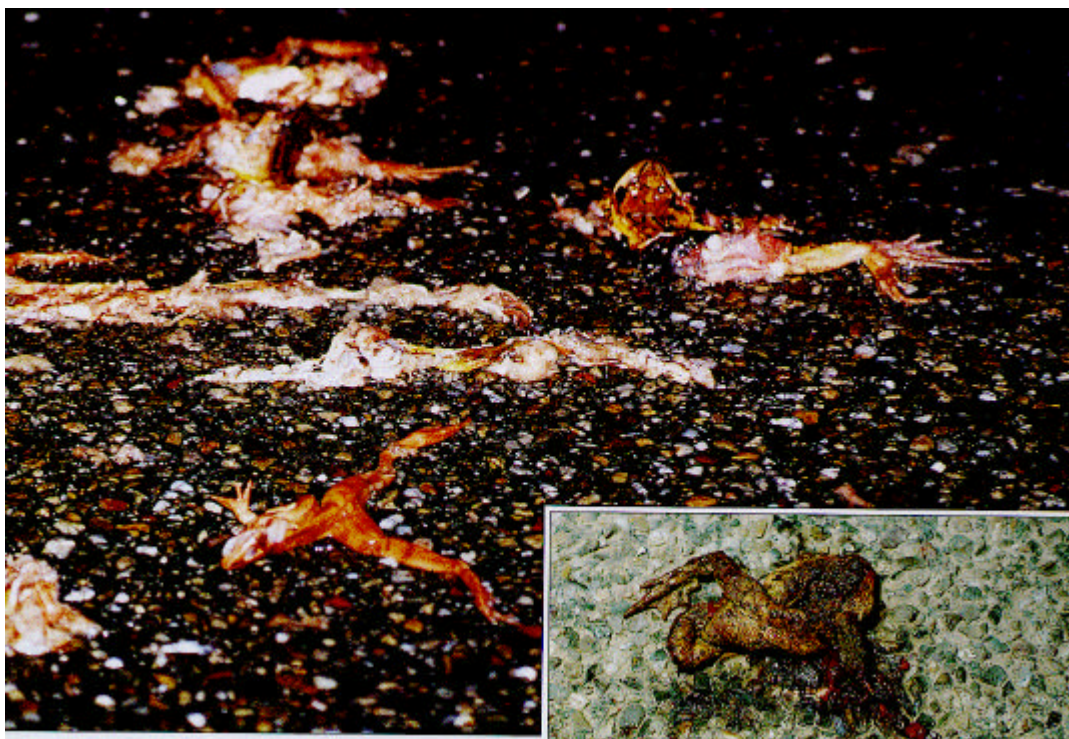
Verkeerssterfte onder amfibieën is reeds een oud probleem dat voor het eerst door *Savage* (1935) nabij London werd gesignaleerd. Sindsdien is het probleem door de toenemende verkeersdruk en de uitbreiding van het wegennet enkel maar acuter geworden, zeker in Vlaanderen. Het autoverkeer is de

belangrijkste verantwoordelijke voor de verkeersslachtoffers (foto 3.1.), maar onder bepaalde omstandigheden kan ook fiets- en soms ook voetverkeer tot de dood van amfibieën leiden (Münch, 1991b; Seifert, 1991).

Welke amfibieënsoorten in het verkeer omkomen, is sterk gerelateerd aan de algemeenheid van een soort en de grootte van het leefgebied. De meest opvallende sterfte treedt op tijdens de voorjaarsmigratie naar het voortplantingswater, hetgeen niet betekent dat andere seizoensbewegingen minder slachtoffers eisen. *Münch* (1989) noteert voor Gewone pad en Bruine kikker evenals voor Vuursalamander en Kamsalamander vergelijkbare trekbewegingen in het voorjaar en de herfst en wijst tevens op migraties van jonge dieren gedurende de zomermaanden. Enkel in de winter zijn amfibieën doorgaans inactief. De voorjaarssterfte valt het meest op omdat in een relatief korte periode, grote aantallen dieren op welbepaalde plaatsen worden overreden.

De overlevingskans van een individu dat de weg oversteeft wordt bepaald door de oversteeksnelheid en de oversteekrichting van de individuen, de breedte van de weg, de verkeersintensiteit en de verkeerssnelheid (Vos & Chardon, 1994). De meeste onderzoekers stellen bij de Gewone pad vast dat in het begin van de trek vooral mannetjes op de wegen worden gevonden en dat het aandeel van de wijfjes pas later toeneemt. Dat maakt dat paddenmannetjes aanvankelijk een groter risico lopen onder de wielen van auto's terecht te komen dan wijfjes. Tegen het einde van de trekperiode is de geslachtverhouding meestal gelijkmatiger verdeeld (Sander et al., 1977). Soms worden lineaire landschapsstructuren in de nabijheid van voortplantingsvijvers en -poelen, waaronder ook wegen, door paddenmannetjes gebruikt om wijfjes op te wachten (schrift. med. *Tom Kirschey & Andreas Krone*³; Forester & Thompson, 1998).

Foto 3.1.: Gewone pad als slachtoffer van het wegverkeer. (foto:Dehlinger, 1991)



³ Webpagina <http://www.amphibienschutz.de/index.html>

3.2.1. Verliesmarges

Het verkeer heeft een belangrijk effect op het voortplantingssucces van amfibieën (Ryser, 1988) en kan lokaal tot het uitsterven van soorten leiden (Moore, 1954; Heusser 1960 en 1967a; Heusser & Honegger, 1963; Sander et al., 1977; Honegger, 1978; Schlüpmann, 1982; Münch, 1991a), vooral wanneer het gepaard gaat met veranderingen in de leefomgeving. Volgens *Röhnert* (1980) kan dat al na enkele jaren (4 jaar voor kikkers tot 8 jaar voor padden) gebeuren. De populatie is geenszins in gevaar zolang er deelpopulaties bestaan die veilig de voortplantingsplaats kunnen bereiken. Echt bedreigend wordt de situatie pas wanneer alle dieren uit een populatie wegen moeten oversteken.

Er bestaan weinig wetenschappelijke gegevens omtrent de grenzen waarbinnen de verliezen kunnen worden gecompenseerd. Zeker is dat niet alleen de dood van volwassen dieren maar evenzeer van jonge, pas gemetamorfoseerde dieren een rol speelt. *Stolz & Podloucky* (1983) leggen de maximale verliesmarge bij 25% terwijl voor *Heusser* (1968) het overleven van de populatie in het gedrang komt wanneer meer dan 20-25% van de geslachtsrijpe dieren omkomt. Het gegeven wordt ook door *Stoermer* (1981) bevestigd. *Ryser* (1988) heeft voor de Gewone pad en de Bruine kikker een mathematisch model uitgewerkt dat de invloed van verkeerssterfte op de overlevingskans van een populatie voorspelt. Het model is onvolkomen omdat het geen rekening houdt met andere fluctuatiefactoren dan het verkeer en enkel op de voorjaars trek betrekking heeft. Evenmin is rekening gehouden met de sterfte onder juveniele dieren. Volgens zijn berekening is een populatieherstel mogelijk wanneer het slachtofferpercentage 20% niet overschrijdt. Wanneer dat aandeel tot 40% oploopt, dreigt de populatie uit te sterven. De invloed van verkeerssterfte op de populatieontwikkeling uit zich het sterkst bij soorten met een lage reproductiecapaciteit en een relatief hoge levensverwachting, zoals salamanders (*Berthoud & Müller*, 1986; *Ryser*, 1988), zelfs wanneer de voorjaarsmigratie wordt ondersteund door overzetacties (*Münch*, 1991a).

3.2.2. Sterfte onder invloed van verkeerssnelheid

Niet alleen amfibieën die onder wielen terechtkomen worden gedood maar er vallen ook slachtoffers ingevolge de luchtverplaatsing dat voorbijrazend verkeer veroorzaakt (*Scholte*, 1982). Amfibieën worden door het enorme luchtdrukverschil omhoog geworpen. Als ze al niet meteen sterven, vallen ze bewusteloos en maken ze alsnog een grote kans om overreden te worden. De impact hangt nauw samen met de rijdsnelheid. Belangrijke effecten treden al op bij een snelheid van 40 km/uur en de impactzone neemt exponentieel toe bij grotere snelheden. Door hun kleine gestalte zijn juveniele dieren gevoeliger voor luchtverplaatsingen dan adulte (*Müller et al.*, 1973; *Karthus*, 1985).

In Zwitserland is geprobeerd om d.m.v. een snelheidsbeperking tot 30 km/uur het aantal slachtoffers te verminderen (*Fischer*, 1972), maar de ervaring leert dat het erg moeilijk blijft om de overstekende dieren te ontwijken, zeker wanneer massale trek plaatsvindt. Een snelheid van 10 km/uur is een absoluut maximum wil men de amfibieën tijdig opmerken en omzeilen (*van Gelder*, 1973).

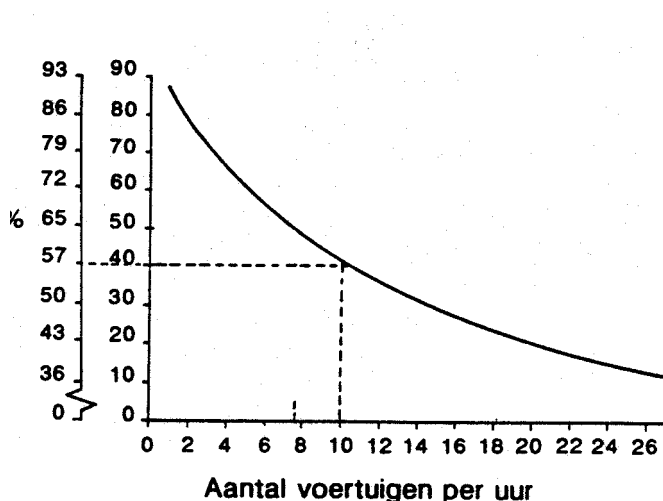
3.2.3. Sterfte onder invloed van verkeersintensiteit

Naar de overlevingskans van overstekende padden in relatie tot de verkeersintensiteit zijn verscheidene onderzoeken gebeurd (*van Gelder*, 1973; *Berthoud & Müller*, 1983; *Heine*, 1987; *Kuhn*, 1987; *Münch*, 1989). Zo schat *van Gelder* (1973) dat ongeveer 30% van de dieren wordt gedood bij een wegtrafiek van 10 voertuigen per uur. *Kuhn* (1987) komt tot gelijkaardige bevindingen (tabel en figuur 3.1.) en stelt dat al bij vier voertuigen per uur 10% van de overstekende dieren wordt doodgereden; bij 60 voertuigen per uur zijn het er al 75%. *Karthus* (1985) betwist deze gegevens, maar is van mening dat nog nauwelijks dieren de weg over geraken van zodra meer dan 70 voertuigen per uur over de weg razen. *Berthoud* (1973) daarentegen heeft een mortaliteit van 50% vastgesteld op een weg met gemiddeld 90 voertuigen per uur. *Heine* (1987) schat de overlevingskans nog lager in,

nl. op amper 57% bij een verkeersintensiteit van 10 voertuigen. De schattingen verschillen beduidend en zijn mogelijk het gevolg van de verschillende onderzoeksomstandigheden. Er zijn geen gegevens beschikbaar met betrekking tot de overlevingskans van jonge dieren in relatie tot de verkeersintensiteit. Ook wat salamanders betreft, is nauwelijks kennis voorhanden, maar vermoed wordt dat de aantallen ongeveer overeenkomen met die van de Gewone pad. Uit onderzoek van *Münch* (1989) blijkt alvast dat bij 40 tot 60 auto's per uur, ongeveer de helft van de overstekende Kamsalamanders wordt doodgereden.

Heine (1987) bedacht een formule waarmee de kans dat een Gewone pad levend de overkant van een weg bereikt kan worden berekend (zie kadertekst). Het gebruik van de formule blijft een theoretische benadering van het probleem, want de overlevingskans ligt volgens de berekening lager dan uit tellingen naar voor komt.

Tabel en figuur 3.1.: De overlevingskans van de Gewone pad bij het oversteken van een weg met toenemende verkeersintensiteit (berekend door Vos en Chardon, 1994 naar gegevens van Kuhn, 1987). Rechter Yas bij een aanloophoek van 45°; linker Yas gecorrigeerd voor een aanloophoek loodrecht op de weg (berekend door Vos en Chardon, 1994; figuur naar: Heine, 1987).



verkeersintensiteit
(auto's / uur)

overlevingskans
(%)

4-20	87
21-40	60
41-60	23
61-80	20
81-100	37

OVERLEVINGSKANS VAN OVERSTEKENDE PADDEN

Door *Heine* (1987) werd een eenvoudige meet- en rekenmethode uitgewerkt om de overlevingskans ($P_{(levend)}$) van overstekende padden te berekenen.

$$P_{(levend)} = 1 - \frac{N * SB}{VK_i}$$

De vergelijking steunt op de volgende factoren:

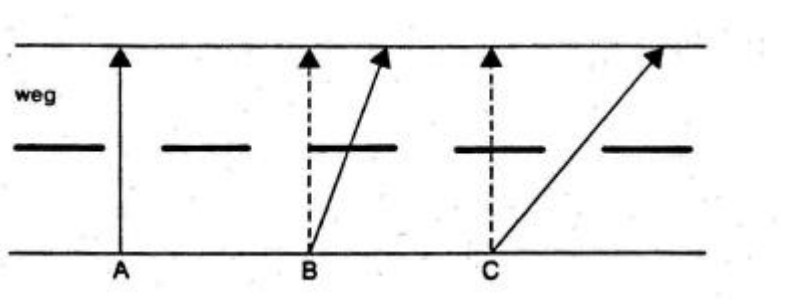
- het aantal passerende auto's per uur (N)
- de breedte van twee banden per voertuig (SB) (gemiddeld 20 tot 30 cm per band)
- de effectieve oversteeksnelheid (cm/uur) per individuele pad (VK_i)

Op een weg met 60 voertuigen per uur (met een enkele autobandbreedte van 20 cm) en een effectieve oversteeksnelheid van 3000 cm/uur is de overlevingskans van een individuele pad volgens de vergelijking 0,2 of 20% (Vos & Chardon, 1994).

3.2.4. Oversteekrichting en -breedte

De breedte van de weg is vooral van invloed op de tijdspanne die een overstekend individu op de weg verblijft. Elders is gesteld dat soorten als de Gewone pad eerder langzaam een weg kruisen. De verblijftijd wordt verlengd wanneer een dier schuin de weg kruist. Verschillen in effectieve oversteektijd ontstaan door de hoek waaronder de dieren de weg oversteken (figuur 3.2.). De kortste effectieve oversteektijd wordt bereikt wanneer een dier loodrecht de weg kruist (A). Dieren die de weg onder een hoek van 45° oversteken, verlengen daarmee de oversteekroute met 41%.

Figuur 3.2.: Verschillen in effectieve oversteektijd: dier A steekt de weg loodrecht over en bereikt daarmee de hoogste effectieve oversteektijd; dier C daarentegen steekt de weg over in een hoek van 45° en verlengt daarmee de oversteekroute met 41%. (naar: Vos en Chardon, 1994)

**3.2.5. Sterfte door secundaire weginfrastructuur**

Amfibieën sterven niet alleen op de weg door het verkeer maar evenzeer in allerlei randinfrastructuur. Vooral systemen die voor de waterafvoer zorgen zoals rioolputten en rioleringen, afwateringsgoten en -kanalen evenals de wateropvangbekkens en -zuiveringstations waarin die uitmonden eisen heel wat slachtoffers (o.a. Kaplan, 1983; Meier & Schelbert, 1999). De dieren worden er vaak door hindernissen zoals boordstenen naar putten en goten geleid. Daar vallen of kruipen ze doorheen de openingen van rioolroosters of afwateringsmonden, al dan niet aangetrokken door de vochtige omstandigheden die er heersen. *Hallmann* (1984) toonde aan dat amfibieën die in afwateringskanalen terechtkwamen niet tegen de steile, gladde wanden konden omhoog klimmen en met het

snelstromende water afdreven. Uiteindelijk eindigen ze in waterreservoirs of waterzuiveringstations, waar ze evenmin een uitweg vinden of door maal- en pompsystemen gedood worden.

Gebeurlijk kunnen ook bijzondere wegvoorzieningen, zoals weegbruggen, ventilatieschachten en kelders, of tijdelijke wegconstructies, zoals voorlopige wegafzettingen, wegruigingen en putten, een gevaar voor amfibieën vormen (o.a. Bitz & Thiele, 1992).

3.3. Verstoring van het microklimaat

Het afwijkend microklimaat van de weg t.o.v. de omgeving (andere temperatuur, luchtvochtigheid, windsnelheid en lichtomstandigheden) heeft een invloed op het gedrag van overstekende amfibieën - vooral op wegen met een opgaande randbegroeiing zoals in bossen (Mader, 1979; Müller & Steinwarz, 1987; Mader et al., 1988). In het vroege voorjaar koelt het wegdek snel af, waardoor een plotselinge weersverandering alsnog een risico voor bevriezing inhoudt (Münch, 1991b). Zonnig weer zorgt dan weer voor een geheel ander microklimaat op de weg met een hoge temperatuur en een lage luchtvochtigheid (Müller & Steinwarz, 1987). Dergelijke omstandigheden houden pas gemetamorfoseerde dieren tegen om de weg over te steken. Ze hopen zich dan op in de wegrand om bij vochtig massaal de weg over te steken. *Buschinger et al.* (1970) toonden aan hoe juveniele padjes door een kunstmatige beregening van de weg tot oversteken konden worden aangezet. *Loos* (1986) zag hoe zich onder vochtige omstandigheden een vochtfilm over een kasseiweg legde waaraan jonge padden vastkleefden en niet meer konden bewegen.

Foto 3.2.: Trekkende amfibieën als slachtoffer van treinen (lijn 139-Oud-Heverlee). (foto: Econnection)



3.4. Sterfte op spoorwegen

Niet alleen autowegen maar ook spoorwegen kunnen problemen stellen (bv. lijn 139-Oud-Heverlee ter hoogte *Bogaardenstraat*). Amfibieën kunnen gevangen geraken in de goten langs de spoorweg of de spoorrails kunnen een barrière opwerpen voor bepaalde soorten - vooral salamanders - of leeftijdsgroepen - vooral juvenielen. Kleine salamandersoorten en jonge kikkers en padden kunnen eventueel nog langs de ruimten tussen de ballast kruipen en volwassen kikkers kunnen over de spoorstangen kruipen of springen. Padden daarentegen kunnen de spoorrails niet overklimmen wanneer ze te hoog liggen en/of onvoldoende steun hebben om eroverheen te kruipen (Müller & Berthoud, 1996). Vooral salamanders neigen ertoe de gladde, blootliggende onderzijde van de rails te volgen tot een punt waar ze die kunnen oversteken (Lehmann, 1989) (foto 3.2.). De rail vervult aldus de rol van een geleidingswand met looprichel, vermits de bovenste uitstekende rand het overklimmen verhindert of bemoeilijkt en de onderste uitstekende rand tot loopvlak dient.

Ook al zijn kikkers en padden best in staat de rails te overklimmen, toch worden ze hierdoor een tijdlang opgehouden, waardoor de kans groot is dat ze alsnog verongelukken. Dieren die bovenop de rails lopen worden door de trein overreden, maar nog meer dieren worden het slachtoffer van het aanzuigeffect van een voorbijrazende trein (Bolz, 1995; mond. med. *Frank Vandersteen*) (zie ook paragraaf 3.2.2.).

4. Geleidingsmogelijkheden

Amfibieën trekken doorgaans over een brede zone, die zich onder bepaalde omstandigheden kan verleggen. Dat gebeurt bijvoorbeeld wanneer de voormalige voortplantingsgebieden verdwijnen en/of elders nieuwe worden gecreëerd. Geleidingsvoorzieningen dienen ertoe de trekkende dieren in de gewenste richting te sturen en moeten het grootste deel of zo mogelijk de hele trekzone omvatten. Omdat amfibieën zowel een heen- als terugtrekbeweging maken moeten de voorzieningen langs weerszijden van de weg worden aangebracht. Tegelijk mogen ze niet teveel afwijken van de natuurlijke trekrichting en moeten ze zo nauw mogelijk aansluiten op het voortplantingsgebied. Alles valt of staat evenwel met de aansluiting op de oversteek- of opvangvoorzieningen waarmee de trekkende dieren veilig onder de weg worden doorgeleid of over de weg kunnen worden gezet. Om optimaal te functioneren dienen de aangebrachte voorzieningen aan een aantal vereisten te beantwoorden.

4.1. Vereisten en kenmerken van geleidingssystemen

4.1.1. Algemene materiaalkenmerken

Het materiaal moet sterk en duurzaam zijn alsook deskundig worden aangelegd, zodat geen gaten of kieren ontstaan. Dat betekent dat het materiaal slagvast, vorstbestendig en vormvast moet zijn (Küster, 1987 & 2000; Frey & Niederstrasser, 2000). Vooral op plaatsen waar de wand onmiddellijk aan of vlakbij de weg ligt, moet het materiaal onbreekbaar zijn, omdat voertuigen vaak het scherm aanrijden. Constructies waarvan onderdelen regelmatig moeten worden vernieuwd, vragen veel onderhoud waardoor gauw verwaarlozing optreedt.

De wand moet ook ondoordringbaar zijn, waardoor rasterafsluitingen met mazen en zeker deze met een brede maaswijdte worden uitgesloten. Juveniele amfibieën wringen zich al door openingen met een diameter van meer dan 4mm (Grossenbacher, 1981).

Doorzichtige materialen als draadafspanningen en netten zijn uit te sluiten omdat ze de amfibieën afleiden en aanzetten tegen de wand aan te klimmen (Küster, 2000).

De geleidingselementen moeten een gladde wand hebben en mogen, behalve langs de bovenkant, geen uitstulpingen bezitten. Zeker niet langs de loopkant aangezien dat het beklimmen mogelijk maakt en het de dieren kan verwonden.

De wand moet stevig in de grond kunnen worden verankerd.

4.1.2. Materiaalsoorten

Er zijn geleidingswanden uit de meest uiteenlopende materialen bekend (o.a. Feldmann & Geiger, 1987) (tabel 4.1.), maar doorgaans wordt voor permanente geleidingssystemen beton of staal gebruikt, terwijl in Vlaanderen vooral kunststof ingeburgerd is. Over de milieuvriendelijkheid van bepaalde materialen worden geen uitspraken gedaan.

Tabel 4.1.: *Geschiktheid van materiaalsoorten voor verschillende toepassingen.*

<ul style="list-style-type: none"> □ <i>indien de wand mechanische druk moet weerstaan</i> □ <i>indien de wand geen extreme mechanische druk moet weerstaan</i> □ <i>indien de wand slechts tijdelijk een geleidingsfunctie vervult</i> 	<ul style="list-style-type: none"> beton staal polymeerbeton ijzer kunststof (plaat) metaalgaas vezelcement kunststof (folie, gaas, weefsel) hout
--	---

4.1.2.1. Beton

Beton is een veel aangewend materiaal en in talloze vormen beschikbaar. De gekozen samenstelling en uitvoering moet evenwel extreme belastingen kunnen doorstaan. Het moet allereerst voldoende stabiel zijn om onder mechanische druk niet te breken. Voorts moeten het tegen extreme weersomstandigheden zoals vorst bestand zijn. Door het zware gewicht kan beton gemakkelijk(er) verzakken.

Nadelig is de hygroscopische werking van droge beton waarbij amfibieën die nat zijn aan het droge betonoppervlak blijven kleven (Frey & Niederstrasser, 2000). Daartegenover staat het warmteabsorptievermogen dat in het voordeel is van de warmtegevoelige amfibieën.

4.1.2.2. Polymeer(cement)beton

Polymeer(cement)beton is een beton waarbij polymeren aan de betonspecie zijn toegevoegd (zie voor de technische toelichting paragraaf 5.1.1.2.).

4.1.2.3. Vezelcement

Vezelcement wordt vervaardigd van cement en minerale toeslagstoffen en is versterkt met organische, asbestvrije vezels. Gebruikt worden allerhande geperste vlakke of vervormde (o.a. golvend) platen. Dergelijke platen breken gemakkelijk.

4.1.2.4. Staal

Bij de juiste metaalsterkte is staal uitstekend bestand tegen extreme belastingen. Het is voldoende stabiel en weerstaat mechanische druk. Het is bovendien gemakkelijk verwerkbaar bij moeilijke terreinomstandigheden (bv. reliëfrijke terreinen) en gemakkelijker te manipuleren dan beton.

Onder extreem koude omstandigheden kunnen amfibieën aan metaalelementen vastvriezen (Geiger in Frey & Niederstrasser, 2000; Bender, 2000). Bovendien beïnvloeden staal en staalbeton het aardmagnetisch oriëntatievermogen van padden (zie voor verdere toelichting paragraaf 5.1.1.3.). Het warmteabsorptievermogen kan zowel in het voordeel als in het nadeel van de warmtegevoelige amfibieën spelen.

In Duitsland worden de kwaliteitseisen van de materialen met DIN-normen aangeduid. Voor staal moet overeenkomstig de DIN-norm 50976 de metaalsterkte minstens 2,5 mm zijn en thermisch stukverzinkt met een laagdikte van 60 tot 80 µm. Bij het thermisch verzinken, wordt laag gelegeerd staal ondergedompeld in vloeibaar zink.

4.1.2.5. IJzer

IJzer wordt onder uiteenlopende vormen aangewend. Er zijn geleidingswanden opgericht uit elementen van gietijzer, verzinkte ijzerplaat en verzinkt blik. In enkele gevallen werd gebruik gemaakt van gegolfde platen die eerder dienst deden als vangrail en die enkel of dubbel boven elkaar werden geplaatst (Podloucky, 1990; Schlupp & Podloucky, 1994). Dergelijke platen geven doorgaans een slechte geleiding (Dehlinger, 1991) al bestaan hier ook goede ervaringen mee (Podloucky, 1990).

4.1.2.6. Metaalgaas

Gaasdraad - doorgaans met een maaswijdte van 13 mm - is veruit het meest eenvoudige materiaal dat soms voor een tijdelijke geleiding van amfibieën wordt ingezet. Als geleiding is het in principe uit te sluiten omdat zelfs fijnmazige constructies doorzichtig en meestal ook overklimbaar zijn. Het is enkel bruikbaar voor volwassen dieren in combinatie met een bovenliggende overklimbeveiliging van een ander materiaal of in gevallen dat de amfibieën slechts korte tijd moeten tegengehouden worden, zoals bij overzetacties.

4.1.2.7. Kunststof

Kunststof (o.a. polyethyleen (PE), hoge dichtheid polyethyleen (HDPE) en polyvinylchloride (PVC) - al dan niet met een acrylaatversteving) is een veelzijdig materiaal en wordt op diverse wijzen aangewend. Voor tijdelijke geleiding wordt veelal gebruik gemaakt van kunststoffolies en -weefsels; voor een permanente geleiding van kunststofplaten.

Kunststoffolie

Folies zijn goedkoop maar slechts beperkt en zeer tijdelijk inzetbaar, bijvoorbeeld bij overzetacties. Een folie scheurt gemakkelijk, zeker wanneer ze niet op deskundige wijze aan de steunpalen en spandraden wordt bevestigd. Onder extreme weersomstandigheden zoals vrieskou en hitte kan materiaalvervorming of -afbraak optreden.

Kunststofweefsel

Bij kunststofweefsels bepaalt de dichtheid en opbouw van de weefstructuur in hoge mate de efficiëntie van het materiaal. Grote structuren kunnen in de regel gemakkelijk overklommen worden en moeten om werkzaam te zijn van een overklimbeveiliging worden voorzien. In bepaalde gevallen kan het probleem worden opgelost door de wand schuin of in een halfronde vorm tegen de trekrichting in op te stellen. Evenals bij gaas verleiden doorzichtige en ruwe structuren de amfibieën ertoe over de wand te klimmen en zich langdurig op een bepaalde plek op te houden. Bij overzetacties stelt dit evenwel geen probleem en is dergelijk verstarringsgedrag zelfs handig. Een slechte geleiding van het materiaal vormt in zulke gevallen een voordeel. Ook dient er rekening mee gehouden te worden dat salamanders zich in de ongebruikte voorgesneden openingen in bepaalde soorten geotextiel kunnen klemlopen (Feldmann & Geiger, 1987). De openingen die ongebruikt blijven, moeten in zulke gevallen worden dichtgemaakt.

Kunststofgaas

De inzet van dit materiaal is vergelijkbaar met dat van metaalgaas en mogelijk zelfs iets duurzamer, op voorwaarde dat het UV-bestendig is en de randen zijn versterkt.

Kunststofplaten

Kunststofplaten zijn in de regel minder bestand tegen mechanische druk dan beton of staal en het valt nog af te wachten hoe duurzaam ze zijn ten overstaan van extreme milieuomstandigheden zoals de inwerking van dooizouten, steenslag, strenge vorst, enz. en materiaalmoetheid. Ze zijn daarom maar beperkt inzetbaar op plaatsen waar weinig of geen beschadiging wordt verwacht of waar de wand maar een tijdelijke functie heeft.

4.1.2.8. Hout

Enkel hardhoutsoorten komen voor geleiding in aanmerking. In vergelijking met andere materialen blijft het echter één van de minst duurzame materialen, omdat door het rechtstreeks contact met de bodem snel aftakelingsverschijnselen optreden. Alle naaldhoutsoorten - met uitzondering van Douglasspar - die voor geleiding zijn aangewend trekken al na kort verloop van tijd krom en zelfs bij gevlochten houtwanden van tropisch hardhout (o.a. Bongossi) werden al na één jaar vervormingen vastgesteld (Feldmann & Geiger, 1987). Houtsoorten die in het buitenland voor geleiding zijn gebruikt of worden aanbevolen zijn Douglas (Grossenbacher, 1981), Bongossi (Stolz & Podlucky, 1983), Lork (Worms, 1983) en Robinia (Ryser, 1988).

4.1.2. Vorm van het geleidingselement

Geleidingselementen bestaan in diverse uitvoeringen (figuur 4.1.). Ze zijn grofweg in vijf basisvormen onder te verdelen:



I-vormige geleidingswanden

met een rechte wand en zonder looprichel en al dan niet met een overklimbeveiliging

De meest eenvoudige vorm van een geleidingswand bestaat uit een rechte wand die een afscheiding vormt tussen de weg en de berm.



L-vormige geleidingswanden

met een rechte wand en een looprichel en al dan niet met een overklimbeveiliging

L-vormige geleidingselementen zijn voorzien van een voetstuk langs één (L-vorm) of beide zijden (omgekeerde T-vorm) van de eigenlijke wand. Wanneer de voet naar de bermzijde⁴ is gekeerd, ontstaat een looprichel waarlangs de amfibieën sneller en gemakkelijker naar de passage worden geleid. Een bijkomende voet langsheen de wegzijde zorgt op gevoelige plaatsen voor een betere stabilisatie van het element.



halfronde geleidingswanden

al dan niet met een looprichel en voorzien van een overkapping

Halfronde geleidingswanden beschrijven een boog in de richting van de weg. Dergelijke kromming varieert tussen een lichte buiging en een boogvormige overkapping.



U-vormige geleidingswanden

al dan niet met een verhoogde wand langsheen de wegzijde

Loopvlak met opstaande wanden langs beide zijden (= gootvorm), waarvan de ene wand hoger kan zijn dan de andere. Voor de verdere beschrijving zie paragraaf 4.3.1.1.



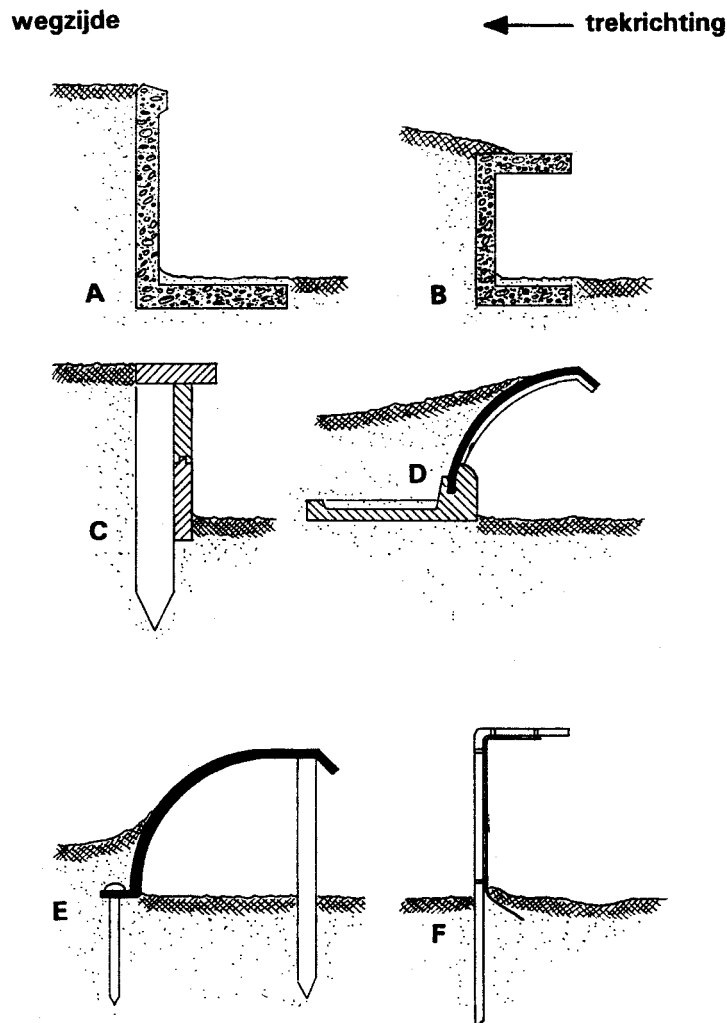
C-vormige geleidingswanden

met een looprichel en voorzien van een overkapping

Gekantelde U-vormige geleidingsgoot, waarvan de zijkanten respectievelijk als looprichel en overklimbeveiliging dienen.

⁴ Toelichting bij het gebruik van de terminologie (weg- en bermzijde) wordt gegeven in bijlage 4.

Figuur 4.1.: Voorbeeldschetsen van geleidingselementen (naar: Oord, 1995): betonnen L-profiel (A), betonnen U-profiel - gekantelde geleidingsgoot (B), wand van hout of gerecycleerde kunststof (C), gebogen vaste wand van kunststof of polymeer(cement)beton (D), gebogen demontabele wand van kunststof (E) of tijdelijk scherm van kunststofweefsel of -folie (F).

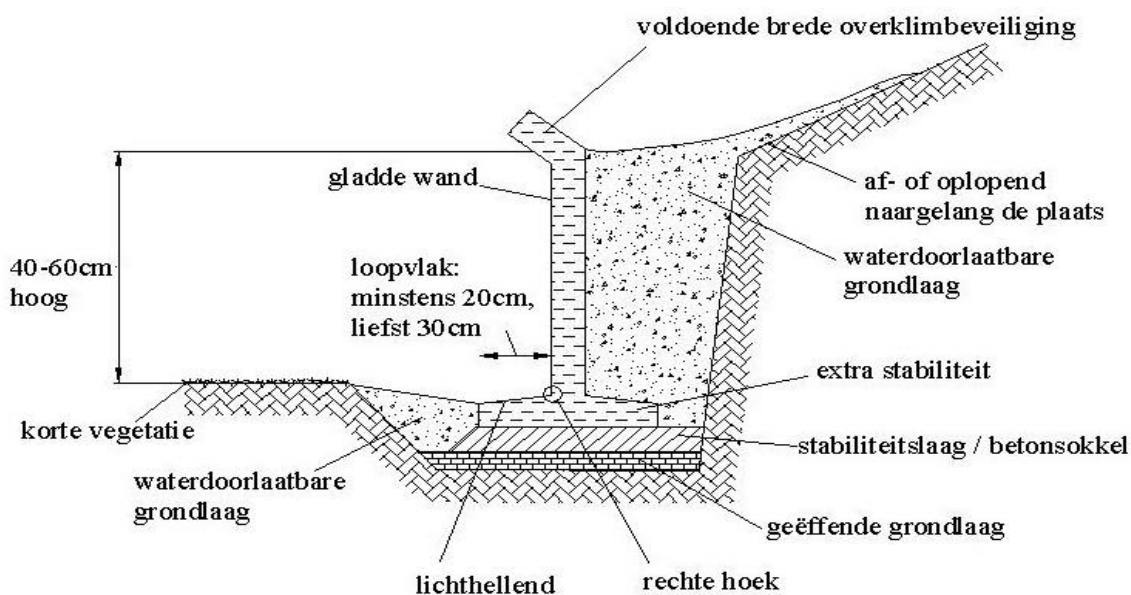


Gezien het belang van een looprichel en een overklimbeveiliging (paragrafen 4.1.4. en 4.1.6.) gaat de voorkeur naar L- en T-vormige elementen met een vaste overklimbeveiliging en een looprichel die kan nat worden. Dat neemt niet weg dat onder bijzondere omstandigheden (bv. langs smalle bermen) andere systemen beter op hun plaats zijn. Over de werking van halfronde respectievelijk overkapte geleidingsystemen zijn geen eenduidige gegevens voorhanden. Een overkapping van het loopvlak maakt dat een deel van de loopstrook weinig of niet nat wordt. Ook de wand blijft droog en hooguit afdruiwend of inwaaierend regenwater zorgt voor enige bodembevochtiging. Een nadelige invloed van een droge omgeving op het trekgedrag van amfibieën werd nog niet vastgesteld, maar wel zijn waarnemingen bekend waarbij natte jonge dieren aan de droge beton vastkleefden (= hygroscopische werking van droge beton) (Kyeck in Frey & Niederstrasser, 2000).

Om te voorkomen dat amfibieën, die erin slagen alsnog tegen de wand naar omhoog te klimmen, over de geleidingswand geraken en op de weg terecht komen wordt een "overklimbeveiliging" voorzien (figuur 4.2.). Het is niet meer dan een voldoende brede kromming of uitstulping van de bovenste rand in de richting van de berm. Doordat het een hoek beschrijft kunnen de dieren niet over de rand kruipen en tuimelen ze naar beneden wanneer ze het toch proberen.

Geleidingswanden dienen zo min mogelijk aanleiding te geven tot oponthoud. Eén van de plekken die vaak de aandacht van amfibieën trekt zijn de voegen tussen de verschillende delen van de geleidingswand (bijlage 1). Dat is de reden waarom de voorkeur gaat naar wanden met zo min mogelijk voegen (= lange elementen) waarvan de elementen geheel op elkaar aansluiten en bijvoorbeeld geen afgeschuinde kanten hebben. Een minimum aan voegen voorkomt ook het ingroeien van wortels en vegetatie.

Figuur 4.2.: Principetekening van een goed functionerende geleidingswand met looprichel en overklimbeveiliging. (bijgewerkt naar: Küster, 2000)



In het geval dat geen vaste geleidingswand kan worden geplaatst, kan een gedeeltelijke oplossing worden gevonden in het aanbrengen van paaltjes of vergelijkbare structuren waartussen of waartegen gedurende de trekperiode op een snelle en eenvoudige wijze tijdelijk geleidingswanden worden aangebracht. Dergelijke constructie vraagt een regelmatige opvolging.

4.1.3. Stabilisatie

Bepaalde materialen zoals stalen of betonnen L-vormige geleidingswanden zijn in veel gevallen op zichzelf voldoende stabiel. Op onstabiele bodems kan echter beter met T-vormige geleidingselementen worden gewerkt; m.a.w. met elementen die voorzien zijn van een tegenoverliggende voet langsheen de wegzijde. Onder alle omstandigheden is het belangrijk dat de voorziening voldoende ontwaterd en tegen vorstdruk is beschermd d.m.v. een onder- en achterliggende waterdoorlatende grondvulling en zonodig van een bijkomende drainage is voorzien. Overtollig water mag zich niet achter de wand opstuwten. Daarom is de achterliggende grond niet alleen poreus maar wordt de grond iets hoger dan de bovenkant van de wand en schuin t.o.v. de weg opgeworpen, zodanig dat het afvoerwater over de wand heen stroomt (figuur 4.2.) (paragraaf 4.1.7.).

Tegelijk moet de wand onderaan goed aansluiten op de bodem zodat geen gaten overblijven en elementen verzakken of worden ondergraven. Het probleem is vooral op oneffen terreinen en hellingen aan de orde. Het is noodzakelijk dat oneffen bodems vooraf zorgvuldig worden geëgaliseerd en indien nodig moeten verschuivingen door het aanbrengen van een fundering voorkomen worden.

4.1.4. Hoogte

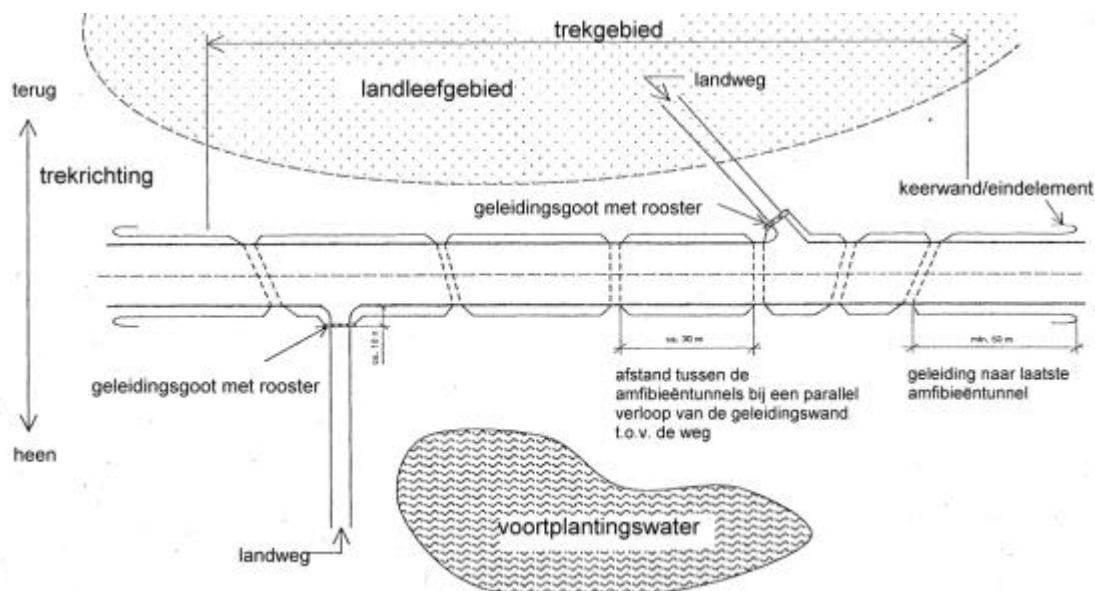
Omdat amfibieën steeds proberen over de wand heen te klimmen of te springen, moet die voldoende hoog zijn en een glad oppervlak hebben. Een gladde en rechte wand met een minimale hoogte van 40 cm vormt voor de meeste soorten een totale barrière, behalve voor Bruine kikker en Groene kikker die er soms toch nog in slagen over de wand te kruipen (Sermet, 1971). Op plaatsen met veel kikkertrek wordt daarom een wandhoogte van 50 tot 60 cm gehanteerd⁵.

Jonge dieren met een gering lichaamsgewicht worden hiermee echter niet tegengehouden. Er zijn gevallen bekend waarin ze een natte, 2 m hoge betonwand beklimmen (Karthaus, 1985). Maar ook de adulte dieren van veel amfibieënsoorten - vooral salamanders - zijn in staat tegen een loodrechte wand omhoog te kruipen. Om geheel te voorkomen dat de dieren de wand overklimmen, wordt langs de bermzijde een omgebogen of uitstekende rand (= overklimbeveiliging) voorzien (Grossenbacher, 1981) (paragraaf 4.1.2.; figuur 4.2.).

4.1.5. Lengte

Schermen over een korte afstand worden doorgaans door de amfibieën omlopen, waardoor ze alsnog de weg onbeschermd oversteken (Dexel & Kneitz, 1987; Polivka et al., 1991). Het is één van de belangrijkste mankementen van geleidingswanden (Stolz & Podloucky, 1983). Het om een scherm heen lopen is geconstateerd bij lengten variërend van 100 m (Karthaus, 1985) tot 300 - 500 m (Dexel & Kneitz, 1987), ook al zijn amfibieën niet geneigd lange afstanden langsheen geleidingswanden af te leggen.

Figuur 4.3.: Inplanting van een amfibieënvoorziening t.o.v. de trekrichting. (naar: Küster, 2000)



⁵ Indien de voorziening aan kikkers is aangepast, werkt de maatregel voor alle voorkomende amfibieënsoorten. De Springkikker (*Rana dalmatina*) stelt doorgaans de hoogste eisen aan een voorziening (Frey & Niederstrasser, 2000). Het is evenwel een soort die niet in Vlaanderen voorkomt. Van de soort is bekend dat ze al het mogelijke doet om over hindernissen heen te springen, zo mogelijk van op een nabijgelegen terreinverhoging. Het volstaat de voorziening af te stemmen op het springvermogen van de gemiddelde kikker waarbij vooral Groene kikker als referentie geldt.

De noodzakelijke lengte van het scherm hangt af van de lengte van de migratiezone. Een geleidings scherm moet over de gehele migratiezone plus over een bijkomende afstand van enkele tientallen meters - bij voorkeur 50 m - in het verlengde daarvan worden voorzien (figuur 4.3.) (Küster, 2000). In bepaalde omstandigheden kan men de wand laten aansluiten op bestaande barrières zoals betonplaten van omheiningen, hoge drempels of muren. In zulke gevallen kan het zinvol zijn deze initieel niet voor de geleiding aangelegde wanden te voorzien van een loopstrook en/of een overklimbeveiliging.

De mate waarin amfibieën de geleidingswand gebruiken, hangt af van de ligging van de tunnels t.o.v. de migratieroute en de hoeveelheid tunnels die beschikbaar zijn (hoofdstuk 5).

4.1.6. Vegetatie langs het scherm en nabij de tunnelingang

Amfibieën gebruiken vaak de naast groeiende vegetatie of overhangende takken om over de geleidingswand te klimmen (Woike & Neumann, 1980). Daarom wordt een strook van ongeveer 1 m regelmatig gemaaid en van laag overhangende takken en andere tegen de wand aanleunende elementen (bv. afgebroken takken of omgevallen boomstammen) ontdaan (Stolz & Podloucky, 1983; Dixel & Kneitz, 1987). Dat hoeft maar tot op een bepaalde hoogte te gebeuren. De overhangende vegetatie biedt immers ook bescherming tegen uitdroging en predatie (Keresztes & Zürcher, 1978; Trentini & Trentini, 1980; Schwerdtle, 1986), zodat het vrijstellen niet al te drastisch mag gebeuren. Langs de wegzijde kan een opgaande struikbegroeiing behouden of aangelegd worden, zolang men er maar voor zorgt dat overhangende takken buiten het bereik van de trekkende dieren blijven. Op deze wijze wordt de loopstrook beschaduwd en wordt verhinderd dat onopmerkbare weggebruikers de geleidingswand overzien. *Berthoud & Müller* (1983) wijzen er ook op dat struiken rondom de tunnelingang tocht voorkomen en sterke temperatuurschommelingen temperen. Veel hangt af van de oriëntatie van het scherm en de naastliggende begroeiing. In bossen stelt dit veel minder problemen dan in open gebieden. Overhangende struiken en bomen die buiten het bereik van de dieren liggen alsook losse, grazige of kruidige vegetaties vormen doorgaans geen bezwaar en ondervangen het probleem. Ook gebogen schermen verhinderen of beperken de vegetatiegroei langs de geleidingswand.

Aansluitend op de geleidingswand wordt een minstens 20 cm en bij voorkeur 30 cm brede en zo mogelijk geheel hindernisvrije loopstrook voorzien. Geleidingswanden die een brede vegetatievrije strook bezitten, geleiden de dieren beduidend beter hetgeen vooral bij jonge dieren sterk tot uiting komt (Frey & Niederstrasser, 2000). Sommige geprefabriceerde elementen voor amfibieëngeleiding zijn reeds van een looprichel voorzien, maar het blijft zinvol deze met een standplaatseigen bodemsubstraat af te dekken om temperatuurschommelingen beter op te vangen en zo uitdroging of bevriezing te voorkomen (Wolf & Igelmann, 1995). Indien een richel ontbreekt dan kan afhankelijk van de lokale omstandigheden zelf een loopvlak worden aangelegd. Het is vooral belangrijk dat het een waterdoorlaatbare en/of -afvoerende grondlaag is (bv. grove kiezel of zand), zodat uitspoeling en waterstagnatie voorkomen worden. Omdat het water zou kunnen weglopen wordt het loopvlak lichtjes hellend aangelegd. Het loopvlak sluit in een rechte hoek aan op de geleidingswand en wordt dus niet afgerond. Afgeronde - zelfs kleine - overgangen verleiden amfibieën ertoe tegen de wand te klimmen ook wanneer ze hierin niet succesvol zijn (Küster, 2000; Frey & Niederstrasser, 2000). Vandaar dat het nuttig is dat de verschillende onderdelen - looprichel, wand en bovenrand - van het geleidingselement uit één stuk bestaan.

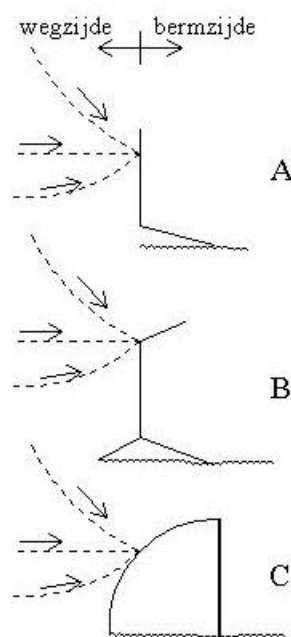
Bij tijdelijke geleidingswanden moet met de doorgroeibaarheid van het materiaal rekening worden gehouden. Materialen waar de vegetatie is doorheen gegroeid, zijn moeilijk te verwijderen en geraken gemakkelijk beschadigd.

4.1.7. Situering

Het geleidingsscherm langsheen de weg mag enkel in de trekrichting, d.w.z. langs de bermzijde, een barrière voor amfibieën opwerpen, zodat de dieren die alsnog op de weg terechtkomen, zonodig terug kunnen keren. Dat kan door de bovenkant van het scherm op het wegtalud aan te sluiten (figuur 4.4.). Een boogvormig scherm, waarvan de bolle zijde naar de weg is toegekeerd is door de vormgeving zonder meer vanaf de wegzijde overklimbaar.

Rechte geleidingswanden worden langs de wegzijde tot aan de bovenrand opgevuld. Welk materiaal hiervoor wordt gebruikt, hangt af van de plaatselijke omstandigheden. Ook hier is het belangrijk dat het een waterdoorlaatbare en/of -afvoerende grondlaag is, zodat uitspoeling of waterstagnatie voorkomen wordt. Omdat het water zou kunnen weglopen, moet in de richting van de geleidingswand de grond in een hellingshoek van tenminste 7% worden opgeworpen (Küster, 2000).

Figuur 4.4.: Aansluiting van een geleidingsselement op de berm. Het is belangrijk dat amfibieën die vanaf de wegzijde over de geleidingswand kunnen klimmen, maar dat tegelijk afspoelend water en grond wordt tegengehouden. Naargelang de vorm van de wand, het verloop van de berm en de aan- of afwezigheid van een overklimbeveiliging moet de bodemaanhoging langsheen de wegzijde functioneel daarvan worden aangepast.

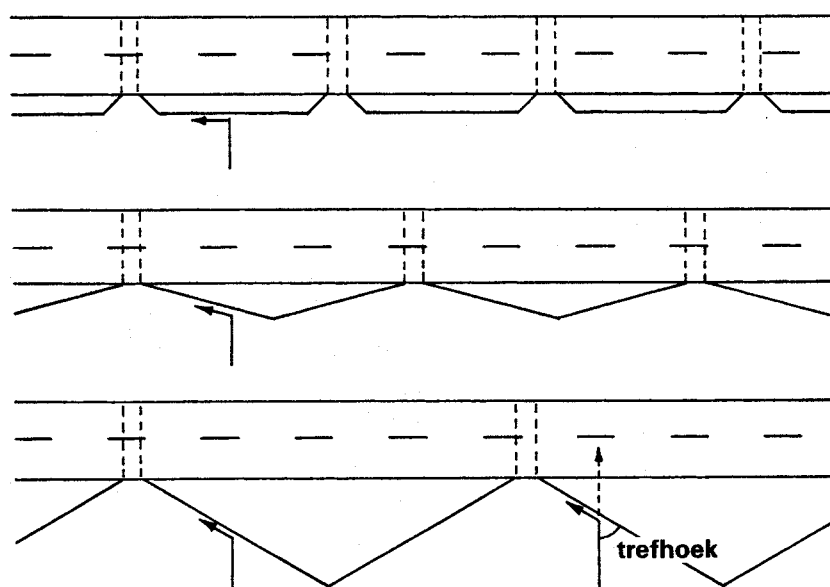


De geleidingswand moet perfect aansluiten op de tunnelingang, d.w.z. dat ertussen geen openingen mogen zitten en dat het aansluitstuk niet achter of voor de tunnelingang mag uitkomen. Een smalle trechter- of gangvormige uitloop van de geleidingswand naar de tunnelingang is niet aanvaardbaar (bijlage 1).

De voorziening ligt bij voorkeur in de nabijheid van en parallel aan de weg (Frey & Niederstrasser, 2000). Het voorkomt dat onnodig een deel van het leefgebied – ook van andere kleine dieren – wordt uitgesloten (figuur 4.5.). Bovendien biedt het een grotere garantie t.a.v. het onderhoud, vanwege de bereikbaarheid en de zichtbaarheid van de installatie. Een nadeel is echter wel dat tunnels een stuk dichter bij elkaar moeten aanliggen. Met deze stelling wordt voor een stuk gebroken met de vroegere grondslag om meer trechtersvormige geleidingswanden aan te leggen (zie verder). Door de aard van dergelijke constructie kwam de geleidingswand een heel eind van de weg te liggen en was er een

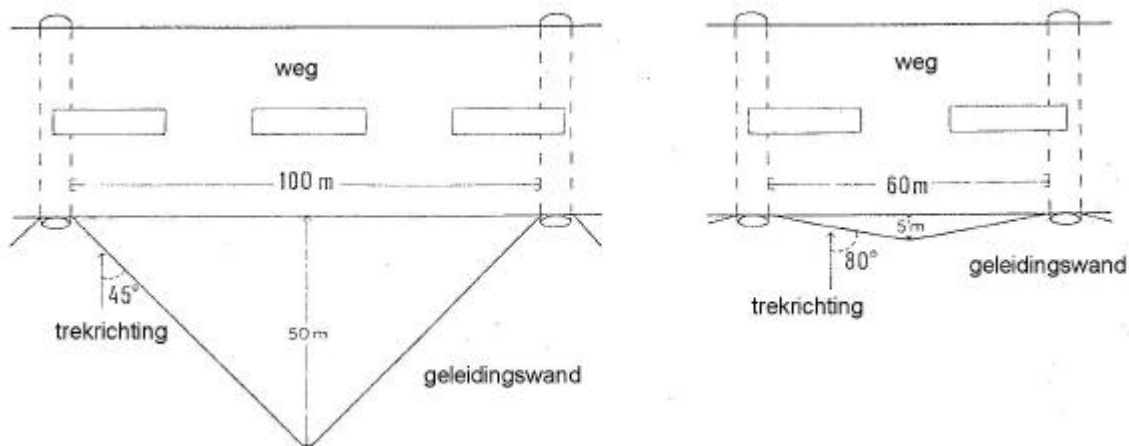
aanzienlijk groter grondoppervlak nodig om de constructie te bouwen. Tegelijk stelden zich vaak bouwtechnische moeilijkheden en was meer en soms bijzonder materiaal nodig. Het vergt eveneens een apart onderhoud dat niet combineerbaar is met een bermbeheer of het onderhoud van andere weginfrastructuur.

Figuur 4.5.: Trechtersvormige aanleg van een geleidingswand aansluitend op de tunnelingangen, waarbij het tracé van de wand geheel (boven), minder (midden) of helemaal niet (onder) de wegrand volgt. Hoe kleiner de hoek is tussen trekrichting en geleidingswand des te gemakkelijker laten de amfibieën zich van hun route afleiden. De afstand tussen de tunnels hangt af van de hoek waaronder de geleidewand wordt opgesteld. (naar: Oord, 1995)



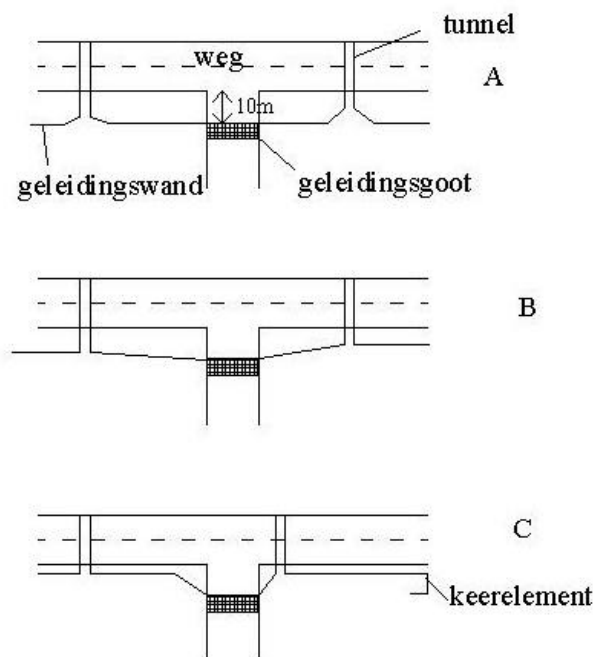
Niettemin wordt op plaatsen met een belangrijke afwijking op de trekrichting gepleit voor een V-vormige opstelling van het scherm om te voorkomen dat trekkende amfibieën (teveel) van hun oorspronkelijke trekrichting afwijken (figuur 4.6.). Amfibieën zouden bij een afwijking van 60-90° nog slechts bereid zijn 50 tot 70 m in zijdelingse richting verder te trekken terwijl dit bij een afwijking van minder dan 60° al gauw 100 m bedraagt (Grossenbacher, 1981; Berthoud & Müller, 1983). Enkel in de onmiddellijke nabijheid van hun voortplantingswater zijn de dieren - althans Gewone padden - geneigd een grotere afwijkingshoek tot maximaal 120° te tolereren (Wolf & Igelmann, 1995). Ook rond dit onderzoek bestaat nog discussie die zijn weerslag heeft op de bepaling van de maximale trekafstand langsheen de schermen en de hieruit voortvloeiende afstand tussen de tunnels. Bepaalde onderzoekers beschrijven veel langere trekafstanden (Trentini & Trentini, 1980; Dexel & Kneitz, 1987), maar wijzen erop dat afstanden van meer dan 100 m gauw te groot zijn. Enkele onderzoekers besluiten hieruit dat op plaatsen waar de tunnels al dan niet noodgedwongen ver(der) uit elkaar liggen een trechtersvormige wandopstelling alsnog aangewezen is. Meer recent onderzoek trekt dat echter in twijfel (Frey & Niederstrasser, 2000). Omdat dergelijk scherm sowieso meer plaats beslaat dan een parallel scherm geven *Dexel & Kneitz* (1987) de voorkeur aan brede trechtersvormige schermen nabij de tunnelingang in combinatie met zwaluwstaartvormige geleidings-elementen. De hoek ligt bij voorkeur tussen 45°- 60° (Wolf & Igelmann, 1995). Zodra de aanloophoek voor meer dan 60° afwijkt van het scherm kan langsheen de geleidingswand beter een U-vormige geleidingsgoot worden ingegraven die de trekkende amfibieën naar de tunnel dwingt. Dergelijk systeem heeft weliswaar enkele nadelen, maar die kunnen mits enkele aanpassingen grotendeels worden opgelost (paragraaf 4.3.2.).

Figuur 4.6.: Afhankelijkheid van de tunnelafstand naargelang de opstellingshoek van de geleidingswand. (naar: Stolz & Podlucky, 1983)



Indien van de rechte lijn sterk moet worden afgeweken, dan moet op het knikpunt een tunnel worden voorzien. Een tracé dat tegen de trekrichting ingaat, moet vermeden worden, d.w.z. dat afwijkingen met de trekrichting moeten meegaan, zodanig dat de dieren alsnog de geleidingswand in de kortste en gewenste richting volgen (Wolf & Igelmann, 1995). Het gebeurt dat dieren op zulke punten onnodig worden opgehouden of zelfs de trek geheel stopzetten en terugkeren (Keresztes & Zürcher, 1978; Frey & Niederstrasser, 2000). Dergelijke problemen ontstaan bijvoorbeeld op plaatsen waar een geleidingsgoot onder een zijweg doorgaat. Omdat zo'n goot uit veiligheidsoverwegingen op een tiental meter van de hoofdweg wordt gelegd, ontstaat onvermijdelijk een knik in de geleidingswand. Omdat het onzinnig is op beide hoeken van de weg een tunnel te bouwen en in de andere hoek een geleidelijke kromming in de geleidingswand aan te brengen (figuur 4.7.).

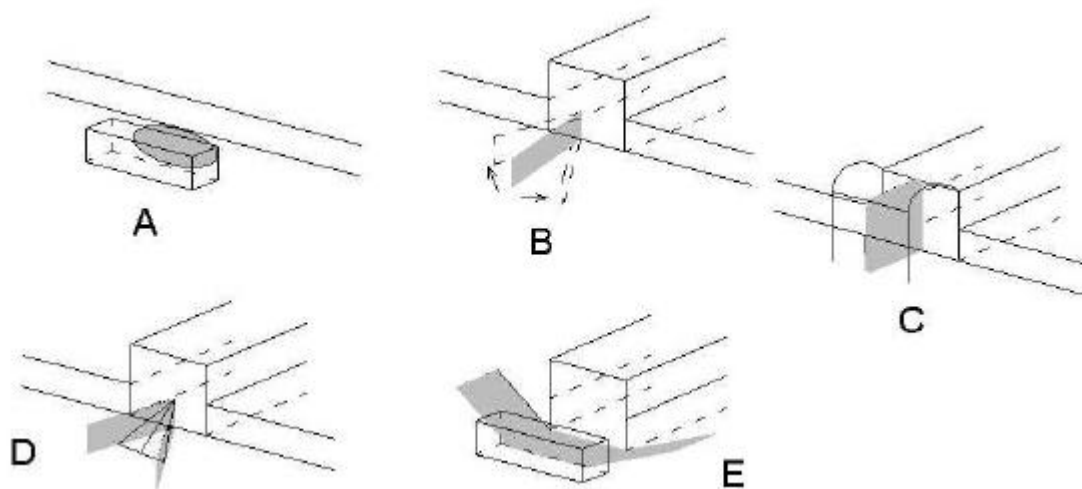
Figuur 4.7.: Mogelijke tracés van een geleidingswand die aansluit op een geleidingsgoot op een kruispunt van wegen: ideaal verloop (A & B) en onder beperkte ruimteomstandigheden (C).



Veel problemen i.v.m. de aanleg kunnen ondervangen worden door het tracé vooraf duidelijk op het terrein uit te tekenen en aan de lokale omstandigheden aan te passen. Mochten alsnog bepaalde problemen moeilijk oplosbaar zijn dan moeten tussenoplossingen worden bedacht om het nadelig effect te minimaliseren.

De trekkende dieren gaan zelden spontaan een tunnel in (Müller et al., 1973) en moeten in de tunnel worden geleid. Bij een éénrichtingssysteem kan dat middels een invalschacht (figuur 4.8.A.). Bij andere tunneltypen kan het voorbijlopen van de tunnelingangen grotendeels ondervangen worden door het plaatsen van licht gebogen, V-vormige geleidingselementen - zogenaamde "zwaluwstaarten" of dubbele scheidingsvinnen - die schuin op de tunnelingang worden geplaatst en een klein eind in de tunnel doorlopen (figuur 4.8.B & D.). Polivka et al. (1991) constateerden een toename in het gebruik van de passage van 10% tot 15% na het plaatsen van zwaluwstaarten. In bepaalde gevallen - bijvoorbeeld bij plaatsgebrek - wordt gewoon gebruik gemaakt van een afzonderlijk stuk geleidingswand of scheidingsvin, dat ter hoogte van de tunnelingang loodrecht op de eigenlijke geleidingswand wordt geplaatst of afbuigt naar de tunnelingang (figuur 4.8.B.). Het kan in bepaalde gevallen worden gecombineerd met een speciaal tunnelingangselement (figuur 4.8.C. & 5.8.C.). De geleiding kan ook middels reliëfaanpassingen worden versterkt (figuur 4.8.E. & 5.8.A.).

Figuur 4.8.: Verschillende typen van secundaire geleidingselementen die amfibieën in de tunnel leiden: vangschacht met geleidingsmuurtje (A - éénrichtingssysteem), eenvoudige geleidingsplank of enkelvoudige scheidingsvin(nen) (B), ingangselement (C), (geprefabriceerde) zwaluwstaart (D - in het midden opgehoogd) en trechtersvormige bodemuiddieping met geleidingsmuurtje (E - zie ook figuur 5.8.A. & C.).



4.1.8. Toegankelijkheid

De trek is voor amfibieën een stresserende en gevaarlijke periode. Tijdens de trek mogen de amfibieën daarom zo weinig mogelijk gehinderd en opgehouden worden. Alle onnatuurlijke barrières die de dieren, afgezien van de weg en de geleidingswand, op hun trekweg kunnen ontmoeten, worden daarom opgeruimd. Amfibieën zijn er weliswaar op ingesteld hindernissen te omzeilen, maar al te vaak zijn langsheen de geleidingswand onnodig hindernissen of afleidingselementen aanwezig. Bovendien gaat men ervan uit dat dieren terugkeren wanneer ze na verloop van tijd geen doorgang vinden. Daarom is het zinvol:

- steunpalen die tegen de wand aanleunen langsheen de wegzijde op te stellen, zodanig dat de verschillende onderdelen van de geleidingswand naadloos op elkaar aansluiten. Steunpalen die bij

sommige voorzieningen met een schuine of halfronde opstelling op enige afstand van de wand zijn opgesteld, vormen doorgaans geen hindernis, maar bemoeilijken wel het onderhoud van de onderliggende loopstrook;

- ❑ dat de overgang tussen looprichel en wand een rechte hoek vormt en dus niet wordt afgeschuind, om te voorkomen dat dieren zich alsnog laten verleiden tegen de wand aan te klimmen;
- ❑ het loopvlak vrij te houden van hindernissen (bv. takken, grote stenen of dikke aardklonten) die al dan niet toevallig erop terecht komen.

Geleidingselementen moeten gescheiden van de riolering en andere afwateringssystemen worden aangelegd. Indien dit om de een of andere reden niet mogelijk is moeten speciale voorzieningen worden getroffen (hoofdstuk 6).

De geleidingswanden mogen geen gevaar voor het wegverkeer vormen en dienen zorgvuldig in de wegberm te worden verwerkt. Het niveauverschil dat de geleidingswand creëert, moet zodanig van de rijweg worden afgeschermd, zodanig dat geen voertuigen van de voorziening kunnen afglijden. Ook een verhoging van de geleidingswand t.o.v. de berm is te vermijden of moet deskundig worden afgeschermd.

4.2. Onderhoud van geleidingswanden

Permanente voorzieningen worden zodanig ontworpen dat ze een minimum aan onderhoud en opvolging vragen en geheel zelfstandig kunnen functioneren. Uiteraard kan en is dat nooit geheel uit te sluiten en moet steeds worden toegezien op beschadigingen en omstandigheden die het geleidingseffect doorbreken. De praktijk bevestigt dat de voorzieningen na installatie veelal aan hun lot worden overgelaten, waardoor de doelstelling wordt voorbijgeschoten (o.a. Münch, 1996; eigen bevindingen). Dat is zeker het geval wanneer de voorzieningen moeilijk bereikbaar zijn en het onderhoud niet in het reguliere weg(berm)beheer kan worden ingepast. Wanneer de voorziening in de berm wordt gebouwd kan het onderhoud in de beheersplanning van de wegbeheerder worden opgenomen.

Tabel 4.2.: Noodzakelijke jaarlijkse handelingen voor een blijvend functioneren van amfibieënvoorzieningen.

- ❑ herstellen van "lekken" in het geleidingssysteem en de aansluitingen op de tunnels
- ❑ vervangen van beschadigde of slecht functionerende voorzieningselementen
- ❑ reinigen van de tunnels om een zo groot mogelijke en ongehinderde doorgang te behouden
- ❑ draineren van onder water gelopen tunnels
- ❑ verwijderen van de laag overhangende vegetatie tot op ongeveer 100 cm van de geleidingswand
- ❑ verwijderen van hinderende elementen (o.a. afval, dooizouten of restanten van wegbouwmaterialen) langs de geleidingswand
- ❑ kort maaien of zonodig vegetatievrij maken van de loopstrook - 20 à 30 cm - langs de geleidingswand

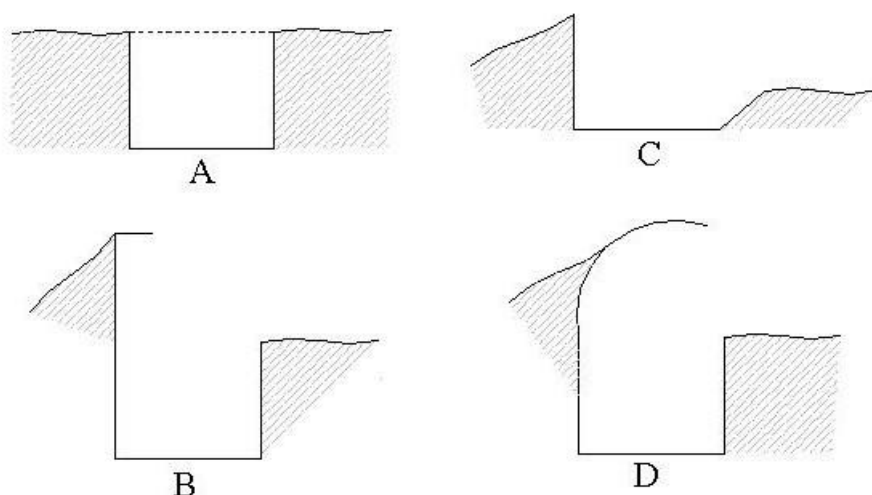
Veel voorkomende beschadigingen zijn het gevolg van aanrijdingen door wegverkeer of voertuigen die ingezet worden voor het bermbeheer. Ze zijn meestal niet te voorzien en kunnen enkel door regelmatige controle worden herkend. Controles gebeuren best net voor en gedurende de belangrijkste trekperiodes. Om snel tot een reparatie over te kunnen gaan, doet de verantwoordelijke beheerder er goed aan steeds een aantal wisselstukken in voorraad te hebben zodat beschadigde of verdwenen onderdelen meteen kunnen worden hersteld.

Beter te voorzien zijn "lekken" die onder druk van de omliggende vegetatie tot stand komen en enkel te voorkomen zijn door een regelmatig en tijdig onderhoud van de voorziening. Vegetatiebruggen, die ontstaan door laag overhangende vegetatie, maken dat amfibieën over de wand kunnen klimmen. Ze zijn enkel te vermijden door regelmatig te maaien zelfs wanneer een open loopstrook langsheen de wand aanwezig is. Het maaien moet buiten de trekperiode en bij droog weer plaatsvinden om te vermijden dat dieren worden gedood of verwond. Dat is niet zo eenvoudig omdat de trek van jonge dieren, bij de aanvang van de zomer, precies in het seizoen met een sterke vegetatiegroei valt. Met een brede, vegetatievrije looprichel wordt het probleem grotendeels ondervangen, temeer de vegetatie minder tegen de wand aandrukt en een minder intensief onderhoud vergt. Minder problematisch is de vegetatie die vanaf de wegzijde over de wand hangt omdat die veel gemakkelijker te verwijderen is en zich hier in principe weinig of geen amfibieën in ophouden. Hier moet er wel op worden gelet dat geen steunpalen boven de wand uitsteken.

Naargelang de situatie moeten ook het loopvlak, de tunnel en de tunnelopeningen vrijgehouden worden van afval, maaisel, aarde en oogstresten, die van omliggende akkers afkomstig zijn of van landbouwvoertuigen vallen. Hetzelfde geldt voor geleidingsgoten en andere bijkomende voorzieningen.

Voor bij geleidingsvoorzieningen over lange afstanden moet het onderhoud efficiënt en eenvoudig kunnen verlopen. Constructies waarbij de vegetatie tot tegen de wand groeit of die langsheen de bermzijde door palen worden ondersteund zijn doorgaans machinaal moeilijk(er) te onderhouden en vragen om de nodige voorzichtigheid. Halfronde elementen overdekken het loopvlak waardoor het moeilijker is om vanaf de wegzijde de eronder groeiende vegetatie te zien, dit in tegenstelling tot elementen zonder overhang (L- en T-vorm). Onoverkoepelde wanden met een lichte afschuining van het loopvlak hebben een zelfreinigend effect, doordat regenwater stof en aarde van het loopvlak spoelt en zich vanzelf naast de looprichel een smalle, vegetatievrije zone handhaaft.

Figuur 4.9.: Mogelijke uitvoeringen van geleidingsgoten: eenvoudige U-goot, al dan niet voorzien van een rooster en zonder uitstapmogelijkheid (A), al dan niet verlaagd U-profiel met een eenvoudige verhoging langs de wegzijde als overklimbeveiliging (B) of een overkapping (D) en goot met afgeschuinde verlaging langsheen de bermzijde en voldoende hoge wand langsheen de wegzijde (C).



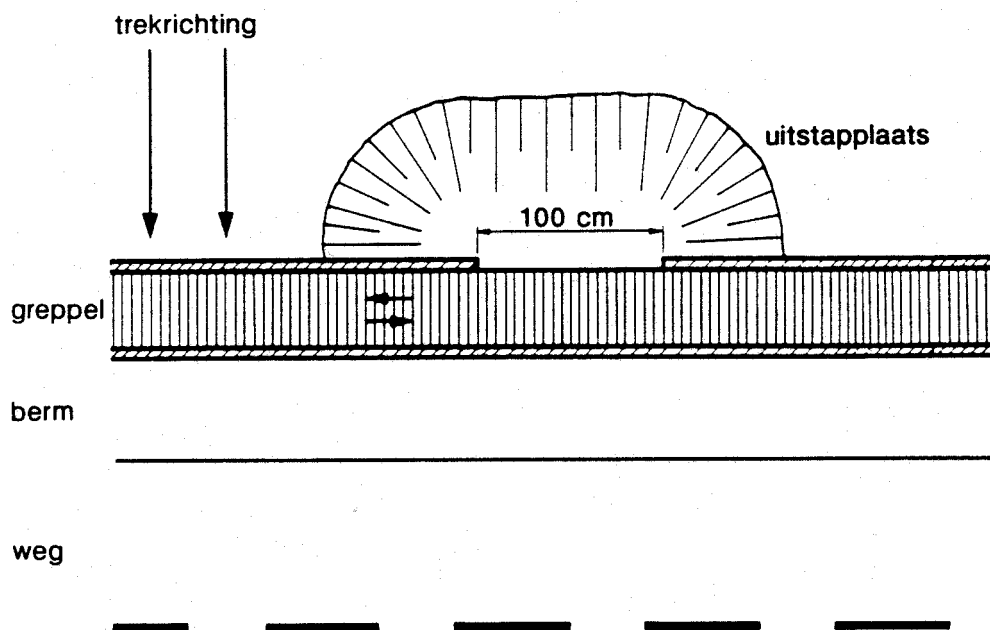
4.3. Bijzondere geleidingselementen

4.3.1. Geleiding onder zijwegen

4.3.1.1. Geleidingsgoten en -roosters

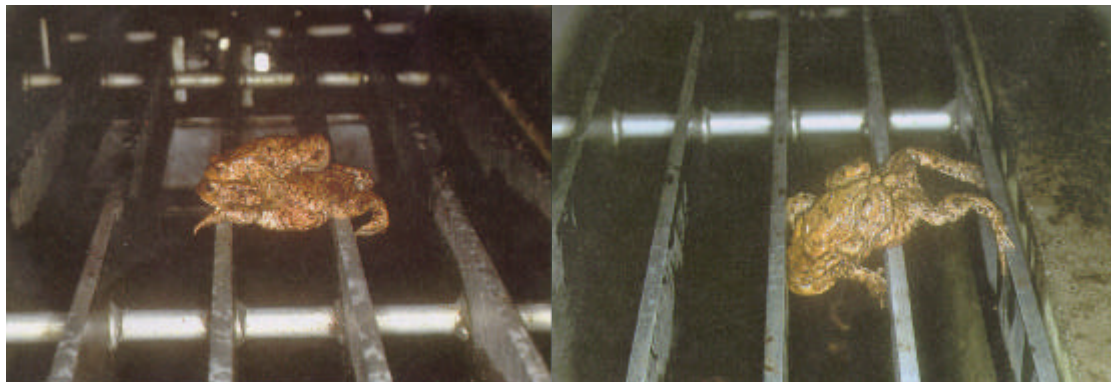
Op plaatsen waar geen scherm kan worden geplaatst of een scherm sterk aan beschadiging onderhevig is, wordt gebruik gemaakt van U-vormige goten al dan niet in combinatie met een bovenliggend rooster of met een bijkomende verhoging respectievelijk verlaging langs de weg- of bermzijde (figuur 4.9.). Een geleidingsgoot heeft het voordeel dat dieren die in de goot vallen niet terug kunnen en gedwongen worden naar de passage toe te lopen. Daartegenover staat dat amfibieën maar ook andere kleine dieren die in de berm hun leefgebied hebben, verplicht worden door de tunnel te lopen, terwijl het niet hun bedoeling was de straat over te steken. In zulke gevallen is men verplicht om over regelmatige afstanden licht hellende uitstapplaatsen langs de bermzijde in te bouwen, waarlangs toevallige gasten opnieuw de berm kunnen opzoeken. Dergelijke voorziening hoeft niet lang te zijn (gemiddeld 1 m) maar moet wel opvallen. Uitstapplaatsen kunnen om de 10 m worden voorzien, behalve aan de uiteinden en nabij de tunnels (Berthoud & Müller, 1987) (figuur 4.10.).

Figuur 4.10.: Uitstapplaatsen langs goten (naar: Berthoud & Müller, 1983).



Op plaatsen waar verkeer over de voorziening heenrijdt, wordt de geleidingsgoot bovenaan steeds voorzien van een rooster. Amfibieën proberen dergelijk rooster te overbruggen: kikkers proberen eroverheen te springen terwijl padden en salamanders omzichtig proberen langs de spijlen erover te kruipen (foto 4.1.). Het overspringen van de barrière kan voorkomen worden door het rooster voldoende breed te maken: in ieder geval meer dan 50 cm (Frey & Niederstrasser, 2000). Vooral de knooppunten van de spijlen dienen als stapstenen voor amfibieën. Dat maakt systemen waarvan de dwarse spijlen niet of slechts gedeeltelijk verzonken liggen, minder werkzaam. In voorkomend geval werken ze efficiënter wanneer de verlagingen aan de rand van het rooster worden voorzien (foto 4.2.).

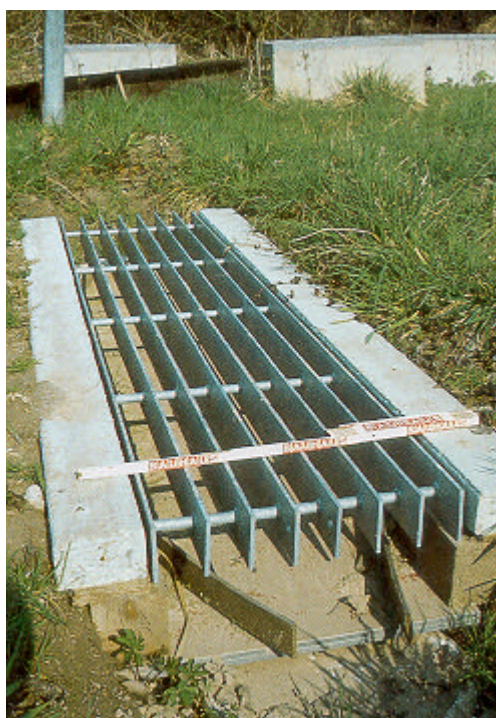
Foto 4.1.A & B.: Een voldoende brede spijlafstand, smalle overlangse spijlen en verzonken dwarsspijlen beletten dat amfibieën houvast vinden om een geleidingsrooster te overklommen. (foto's: Bender, 2000)



Een goed werkend rooster beantwoordt aan drie belangrijke criteria (Ratzel, 1993), die hierna uitvoeriger worden besproken, nl.:

- de afstand tussen de overlangse spijlen
- de breedte, respectievelijk dikte van de spijlen
- de verzonken ligging van de dwarse spijlen

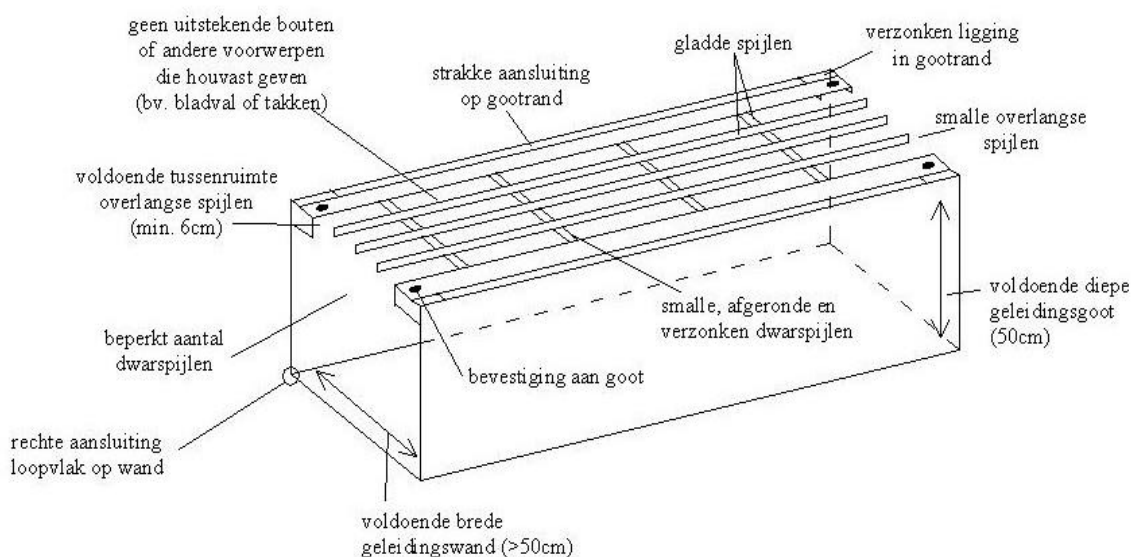
Foto 4.2.: Spijlverlaging in rooster met oppervlakkig gelegen dwarse spijlen (type Zieger).



Het rooster wordt zodanig geconstrueerd dat dieren die over het rooster proberen te lopen onvoldoende houvast hebben en in de geleidingsgoot vallen van waaruit ze naar de oversteekvoorziening worden geleid. Voor het overklommen van de goot worden vooral de dwarse (= in de breedte lopende) spijlen gebruikt waarop de overlangse (= in de lengte lopende) spijlen rusten. Bij veel roosters liggen beide

spijlen op gelijke hoogte en vormen ze een vlak draagvlak, waarlangs vooral jonge dieren gemakkelijk een weg vinden, temeer adhesie onder natte omstandigheden de dieren meer houvast geeft. Zelfs spijlen die 2,5 cm diep verzonken lagen, bieden soms nog voldoende houvast, vooral wanneer daarnaast nog een drager het rooster ondersteunt (Bender, 2000). Door de dwarse spijlen lager te leggen t.o.v. de overlangse spijlen, worden gaten gecreëerd die door de dieren niet of enkel moeizaam kunnen worden overbrugd. Daardoor is de kans zeer groot dat ze eraf tuimelen. Het meest efficiënt zijn metaalroosters van smalle in de lengte liggende lamellen die met elkaar verbonden zijn door eveneens afgeplatte en dieper gelegen dwarse spijlen en waarvan de dwarse dragers niet op de dwarse spijlen aansluiten (figuur 4.11.). Afhankelijk van de dikte geven afgeronde spijlen vooral aan jonge amfibieën en salamanders meer houvast.

Figuur 4.11.: Elementaire elementen van een goed functionerend geleidingsgoot met een metaalrooster.



Bij droog weer glijden de dieren gemakkelijk van het rooster. Uiteraard speelt ook de dikte van de spijlen een doorslaggevende rol. Dikke spijlen (> 8 mm) dienen als loopvlak en moeten vermeden worden (Bender, 2000). Hoe dunner respectievelijk smaller de spijlen zijn, hoe beter ze de passage tegenwerken, maar de ideale dikte wordt bepaald door de draagkracht die het rooster moet weerstaan. Scherpe kanten moeten vermeden worden om de dieren niet te kwetsen. Ook de onderlinge afstand tussen de spijlen is beslissend. Bij voorkeur wordt de afstand tussen de dwarse spijlen zo groot mogelijk gehouden om het aantal overbruggingen te beperken, doch zonder de stabiliteit in het gedrang te brengen. Voor de overlangse spijlen geldt een afstand van 6 cm als beste compromis tussen soortbescherming en verkeersveiligheid (Küster, 2000). Onder deze omstandigheden is sprake van een efficiëntieresultaat van meer dan 80% bij volwassen dieren en 100% bij jonge dieren (Frey & Niederstrasser, 2000). Een brede maaswijdte voorkomt ook dat bladeren op het rooster blijven liggen en zo de barrière wordt doorbroken.

Het rooster moet in de goot passen en daarin stabiel liggen. Anders kan het verschuiven of losraken en veroorzaakt het onnodig lawaai waardoor dieren in hun trek worden verstoord. Tussen de gootrand en het rooster mogen geen spleten overblijven waartussen dieren kunnen kruipen. Door de roosteronderdelen op deskundige wijze aan elkaar te verankeren en stevig op de gootrand te bevestigen, verkrijgt men een stabiel en duurzaam systeem. Een vastliggend rooster bemoeilijkt evenwel het onderhoud. Door gebruik te maken van hoogdrukreiniging kan dit enigszins ondervangen

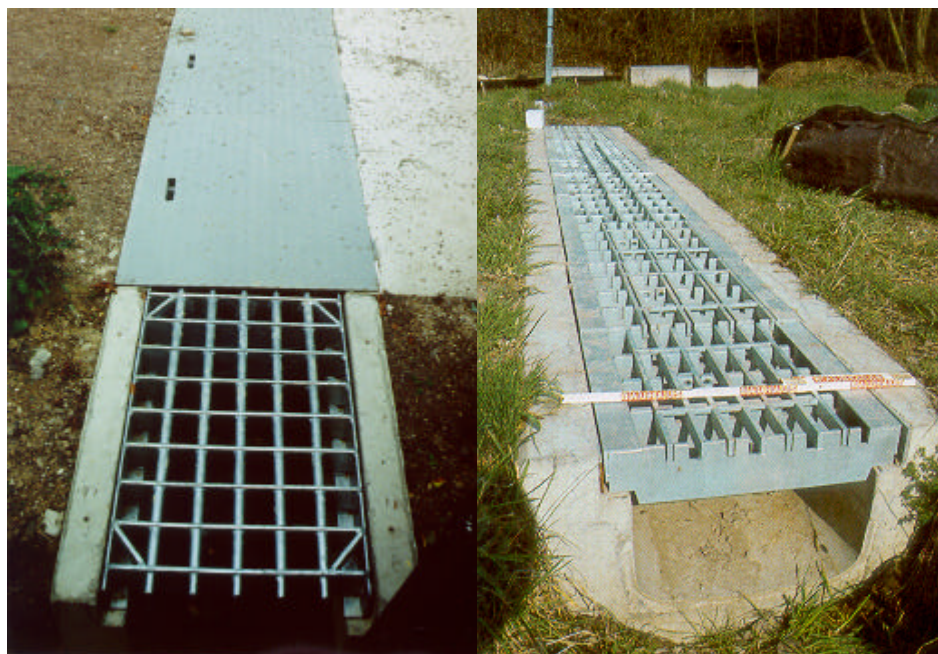
worden. Vasthechting van het rooster aan de goot voorkomt ook dat het door onbevoegden wordt verwijderd of verschoven.

De goot moet naadloos en op eenzelfde niveau aansluiten op de geleidingswand. Ze is daarom ongeveer 50 cm diep. Indien niveauverschillen bestaan, moet een geleidelijke overgang of een bijkomende geleidingsvoorziening tussen geleidingswand en -goot worden voorzien om te vermijden dat dieren hierlangs op de weg geraken. Verschillen in breedte tussen het loopvlak van de geleidingswand en -goot kunnen door een geleidelijke verbreding van de looprichel in aansluiting op de goot ondervangen worden. Goot en wand liggen bij voorkeur in het verlengde van elkaar. Ze vormen m.a.w. liefst geen of hooguit een zwakke hoek. Het loopvlak van de goot wordt niet afgedekt en wordt zonodig regelmatig gereinigd.

Enkel goten waarvan het loopvlak in een rechte hoek aansluit op de gootwand, verzekeren een voortdurend en ongeremd trekgedrag. Afschuiningen en andere oneffenheden houden de dieren alleen op doordat ze hen verleiden tegen de wand aan - en zo mogelijk erover - te klauteren.

Voorzieningen onder zijwegen worden uit veiligheidsoverwegingen tenminste op een tiental meter van de hoofdweg aangelegd (figuur 4.7.). In het geval vee over het rooster moet worden geleid, wordt in voorkomend geval tijdelijk een losse afdekplaat over het rooster gelegd (Küster, 2000) (foto 4.3.A.). Voor voetgangers en fietsers kan zo'n rooster eveneens problemen opleveren. Vandaar dat het rooster steeds dwars op de rijrichting wordt aangelegd en een eind in de berm doorloopt. Ten behoeve van voetgangers kan buiten het trekseizoen een bijkomend (insteek)rooster in het bestaande rooster worden gelegd (type verstelbaar rooster) (foto 4.3.B.).

Foto 4.3.A & B.: Buiten de trekperiode kan de geleidingsgoot worden afgedekt met een afdekplaat (links - type KANN) of een insteekrooster (rechts - type ACO).

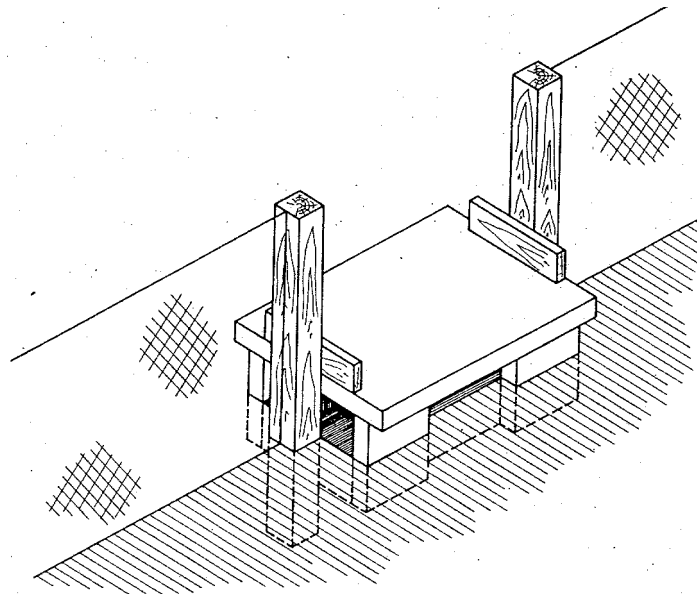


4.3.1.2. Overbrugging van geleidingswanden over voetpaden

De hiervoor beschreven geleidingsgoten dienen vooral voor de veilige geleiding onder brede zijwegen en opritten. In enkele gevallen kunnen echter ook kleine wegen en andere kleinschalige toegangen,

zoals voetpaden, ingangen en hekken, voor lekken in het geleidingsstelsel zorgen. In zulke gevallen zijn verscheidene oplossingen te bedenken, waarbij het creëren van een getrapte opstap tegen de geleidingswand doorgaans het meest eenvoudig is. Voorwaarde is evenwel dat de trede langs de bermzijde niet door amfibieën kan beklommen worden. Dat betekent dat de eerste trede minimaal 40 cm hoog moet zijn en dat de trap een open constructie vormt (bv. uit gietijzer of hout), die de dieren toelaat onder de trap door verder te trekken. Zonodig moet de trap beveiligd worden door een bijkomende geleidingswand langs de voetweg aan te brengen. Even efficiënt werkt een eenvoudige en voldoende hoge opstap, bijvoorbeeld van twee houten palen waarop bovenaan een plank wordt genageld die de geleidingswand kruist (figuur 4.12.). Dergelijk systeem wordt in natuurgebieden vaak gebruikt om draadafsluitingen over te klimmen.

Figuur 4.12.: Voorbeeld van een eenvoudige opstap voor voetgangers op plaatsen waar smalle paden de geleidingswand kruisen. In dit geval wordt gebruik gemaakt van een houten opstap waaronder de dieren kunnen doorlopen. (naar: Sander, 1977)



In alle gevallen wordt ernaar gestreefd om de loopstrook langs de geleidingswand niet te onderbreken. Waar reeds een opstap aanwezig is wordt de loopstrook tot op de gepaste hoogte in de bodem verzonken, om het beklimmen van de opstap te verhinderen.

4.3.2. Stop- en keerwanden

4.3.2.1. Beveiliging van poortopeningen

Waar zijtoegangen van een poort zijn voorzien, kan i.p.v. een geleidingsgoot een hard rubberen band onderaan de poort worden aangebracht. De band is voldoende hoog (minimum 40 cm) en wordt langs de bermzijde aan de onderkant van het hek bevestigd. Tussen de band en het grondoppervlak mag geen spleet aanwezig zijn. Daarom is het veelal noodzakelijk dat een betonnen sokkel onder het hek wordt gegoten. De rubberen band overlapt langs weerszijden een stuk met de geleidingswand (foto 4.4.).

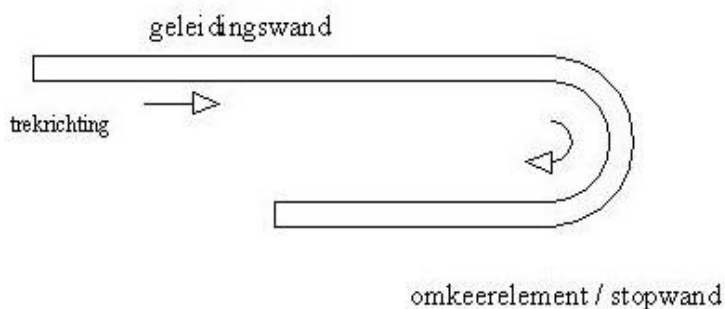
Foto 4.4.: Beveiliging van een hekken of poort d.m.v. een rubberen band onderaan (foto: Oord, 1995).



4.3.2.2. Uiteinde van geleidingswanden

In de regel komen de uiteinden van de geleidingswand in een deel van het gebied te liggen waar geen of verminderde migratie van amfibieën plaatsvindt. Op plaatsen waar enkel de belangrijkste trekzone wordt uitgerasterd is het zinvol aan beide uiteinden van de geleidingswand bijkomende voorzieningen aan te brengen die het doorlopen van de dieren verhinderen. Dergelijk "stop- of keerwanden" (foto 4.5. en figuur 4.13.) liggen bij voorkeur binnen tunnelbereik, d.w.z. niet verder dan 50 m van een tunnel. Ze bestaan uit gekromde elementen die aansluiten op de geleidingswand en door hun U-vormige constructie de dieren in de tegenovergestelde richting dwingen.

Foto 4.5. en figuur 4.13.: Principe van een stop- of keerwand aan het uiteinde van een geleidingswand. Het is de bedoeling dat de dieren opnieuw in de richting van de tunnel worden gedwongen.

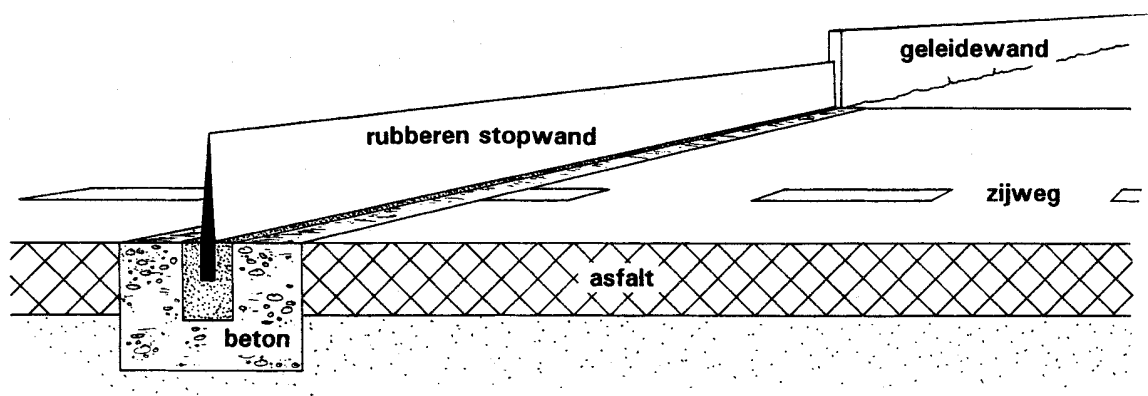


Om lokaal richting te geven aan de trekbeweging kunnen ook boomstammen worden ingezet. Omdat ze overklimbaar zijn werken ze niet altijd en overal even optimaal, maar om specifieke hindernissen te omzeilen zijn ze doorgaans erg werkzaam (o.a. Bolz, 1995).

4.3.2.3. Zijwegen en inritten

Voor op zijwegen en inritten van woningen met weinig autoverkeer bestaan rubberen strips die in een boordsteen van polyesterbeton worden geklemd (figuur 4.14.). De boordsteen wordt over de volledige breedte, dwars over de weg in het wegdek geplaatst en sluit aan op de geleidingswand langs weerszijden van de wegopening. De rubberen strip buigt mee wanneer er een voertuig over rijdt en richt zich vanzelf weer op wanneer het voertuig voorbijgereden is. Buiten de trekperiode wordt de rubberstrip verwijderd en wordt de opening in de boordsteen met een rubberen profiel afgedekt, om te voorkomen dat zich vuil in de sleuven ophoopt (foto 4.6.). Bij veelvuldig gebruik moet de strip na verloop van tijd vervangen worden, omdat hij aan slijtage onderhevig is en het weerstandsvermogen afneemt.

Figuur 4.14. en foto 4.6.: Principeschets van stopwand voor autoluwe zijwegen en inritten (naar: Oord, 1995) en detail van de geleidingselementen: rubberen strip en afdekprofiel (foto: ACO).



Niettegenstaande het systeem onder de beschreven omstandigheden goed werkzaam is, blijkt het in de praktijk amper gebruikt te worden. De belangrijkste reden hiervoor is het wantrouwen bij de weggebruikers. Veel bestuurders menen dat het systeem hun wagen beschadigd wanneer ze erover rijden of hebben bezwaar tegen de zichtbeperking die de rubberstrook creëert. Bovendien worden de gebruiksrichtlijnen zelden grondig opgevolgd, waardoor al gauw disfuncties optreden.

4.4. Overzicht van geprefabriceerde geleidingsystemen

In 1996 en 1997 werd door het studie bureau *Beck und Partner* in opdracht van de Duitse *Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg* een vergelijkend onderzoek uitgevoerd naar 16 verschillende materialen voor de geleiding van amfibieën (Frey & Niederstrasser, 2000). Daaronder waren zowel kunststofdoeken, gaasdraad, folies, gerecycleerde kunststofelementen, betonwanden als betongoten met een metaalrooster (paragraaf 4.1.2.). Hun onderzoek diende als basis voor de functionele beschrijving van de geprefabriceerde systemen waarvan hierna een overzicht wordt gegeven en waarvan de details in bijlage terug te vinden zijn (bijlage 5). Ze zijn verder aangevuld met vergelijkende studies betreffende individuele elementen (o.a. Bender, 2000). De technische gegevens werden door de fabrikanten verstrekt.

Tabel 4.3.: Overzicht van geprefabriceerde geleidingsystemen, met aanduiding van de fabrikant en het basismateriaal waaruit ze zijn vervaardigd.

GELEIDINGSWANDEN

nr.	systeemtype	product/fabrikant	materiaal
Gw1	Austronet-amfibieënscherm	Plaspack/Schwandenstadt (D)	kunststofweefsel (schermdoek)
Gw2	Beilharz-amfibieënscherm	Johannes Beilharz/Vöhringen (D)	kunststofweefsel (net)
Gw3	Coers-amfibieënscherm	Dr. Coers GmbH/Düsseldorf (D)	kunststofweefsel (raster)
Gw4	zeshoekige gaasdraad	Draht-Krebs/Rastatt (D)	verzinkt draadvlechtwerk
Gw5	Zieger-amfibieënscherm	Egon Zieger/Oberhausen-Rheinhausen (D)	kunststoffolie met gaasdraad
Gw6	GRUBE-amfibieëngeleidingswand	GRUBE KG/Hützel (D)	kunststofweefsel
Gw7	GRUBE-paddengeleidingswand	GRUBE KG/Hützel (D)	polyethyleen
Gw8	Wunderlich-geleidingswand	Gebr. Wunderlich/Osterode (D)	polyethyleen
Gw9	Deltatec-geleidingswand	Deltatec/Zürich (Ch)	polyethyleen
Gw10	Deltatec-geleidingswand (vrijstaand)	Deltatec/Zürich (Ch)	polyethyleen
Gw11	Maibach-geleidingswand	Maibach/Eschenbach (D)	staal
Gw12	Maibach-geleidingswand	Maibach/Eschenbach (D)	staal
Gw13	Maibach-geleidingswand	Maibach/Eschenbach (D)	staal
Gw14	Agrotel-geleidingswand	Agrotel GmbH/Neuhaus/Inn (D)	polyethyleen vlechtwerk
Gw15	Agrotel-geleidingswand (met overklimbeveiliging)	Agrotel GmbH/Neuhaus/Inn (D)	polyethyleen vlechtwerk
Gw16	Agrotel-geleidingswand (met dubbele overklimbeveiliging)	Agrotel GmbH/Neuhaus/Inn (D)	polyethyleen vlechtwerk
Gw17	ACO-geleidingswand (met ondersteuning)	ACO Drain n.v./Merchtem (B)	gerecycleerde kunststof
Gw18	ACO-geleidingswand (zonder ondersteuning)	ACO Drain n.v./Merchtem (B)	polymeerbeton
Gw19	Beilharz-geleidingswand (oud type)	Johannes Beilharz/Vöhringen (D)	gerecycleerde kunststof
Gw20	Beilharz-geleidingswand (nieuw type)	Johannes Beilharz/Vöhringen (D)	gerecycleerde kunststof
Gw21	Mall-geleidingssteen	Mall-Beton/Ettlingen (D)	gewapende betonsteen
Gw22	Mall-geleidingssteen	Mall-Beton/Ettlingen (D)	gewapende betonsteen
Gw23	Mall-geleidingssteen	Mall-Beton/Ettlingen (D)	gewapende betonsteen
Gw24	Mall-geleidingssteen	Mall-Beton/Ettlingen (D)	gewapende betonsteen
Gw25	Zieger-geleidingssteen (L-vorm)	Egon Zieger/Oberhausen-Rheinhausen (D)	gewapende betonsteen
Gw26	Zieger-geleidingssteen	Egon Zieger/Oberhausen-Rheinhausen (D)	gewapende betonsteen
Gw27	Zieger-geleidingssteen (half rond, hoekig)	Egon Zieger/Oberhausen-Rheinhausen (D)	gewapende betonsteen

Gw28	Zieger-geleidingssteen (half rond)	Egon Zieger/Oberhausen-Rheinhausen (D)	gewapende betonsteen
Gw29	Zunklei-geleidingswand	Ludger Zunklei GmbH/Nieheim (D)	gerecycleerde kunststof
Gw30	Zunklei-geleidingswand (nieuw type)	Ludger Zunklei GmbH/Nieheim (D)	gerecycleerde kunststof
Gw31	Maibach-geleidingswand	Maibach/Eschenbach (D)	staal
Gw32	AWV-geleidingssteen (L-vorm)	AWV/Brussel (B)	gewapende betonsteen
Gw33	KANN-geleidingsstelsel	KANN Baustoffwerke/Bendorf-Mülhofen (D)	beton
Gw34	EKOL-geleidingswand	EKOL/Beringen (B)	gerecycleerde kunststof
Gw35	ACO-zwaluwstaart	ACO Drain n.v./Merchtem (B)	polymeerbeton
Gw36	ACO-ingangselement	ACO Drain n.v./Merchtem (B)	gerecycleerde kunststof
Gw37	ACO-stopwand	ACO Drain n.v./Merchtem (B)	rubber/polyesterbeton
Gw38	Karcher-amfibieënscherm	Raab Karcher GmbH/Frankfurt am Main (D)	kunststofweefsel (raster)
Gw39	SK-Recycling-amfibieënscherm	Raab Karcher GmbH/Frankfurt am Main (D)	gerecycleerde kunststof
Gw40	ACO-geleidingswand (oud type)	ACO Drain n.v./Merchtem (B)	gerecycleerde kunststof /beton

GELEIDINGSGOTEN

nr.	systeemtype	product/fabrikant	materiaal
Gg1	ACO-geleidingsgoot (oud type)	ACO Drain n.v./Merchtem (B)	beton/polymeerbeton/staal
Gg2	ACO-geleidingsgoot (tussentype)	ACO Drain n.v./Merchtem (B)	beton/polymeerbeton/staal
Gg3	ACO-geleidingsgoot (nieuw type)	ACO Drain n.v./Merchtem (B)	beton/polymeerbeton/staal
Gg4	BIRCO SIR-paddenrooster	BIRCO Baustoffwerk GmbH/Baden-Baden (D)	verzinkt staal
Gg5	Zieger-geleidingsgoot	Egon Zieger/Oberhausen-Rheinhausen (D)	beton/staal
Gg6	Hauraton-geleidingsgoot (1)	Hauraton/Rastatt (D)	beton/staal
Gg7	Mall-geleidingsgoot	Mall-Beton/Ettingen (D)	beton/staal
Gg8	KANN-geleidingsgoot	KANN Baustoffwerke/Bendorf-Mülhofen (D)	beton/staal
Gg9	Maibach-geleidingsgoot	Maibach/Eschenbach (D)	gewapende betonsteen/staal

(1) werd in Altembroek ('s Gravenvoeren) gebruikt als tunnel

4.4.1. Geprefabriceerde geleidingswanden

Uit tabel 4.3. blijkt dat er heel wat kant en klare systemen bestaan, maar afgezien van *ACO Drain* en de niet gecommmercialiseerde *AWV-geleidingssteen* zijn geen van deze producten rechtstreeks op de Belgische markt verkrijgbaar. De alleenverteenwoordiging van *ACO Drain* verklaart meteen ook waarom veel van de huidige geleidingsvoorzieningen in Vlaanderen van deze firma afkomstig zijn. De *AWV-geleidingssteen* werd ontworpen om een alternatief te bieden voor de *ACO-geleidingswanden* en het systeem wordt nu (najaar 2001) voor het eerst toegepast langs de *Kasteelstraat* te Kruishoutem-Lozer. Alternatieve systemen zoals deze van de Limburgse firma in recyclagematerialen *EKOL* zijn geen volwaardige geleidingswanden gezien ze voor verscheidene toepassingen worden gebruikt en in geen enkel opzicht aan de technische vereisten voor amfibieënvoorzieningen beantwoorden. Hetzelfde geldt ook voor de systemen uit kunststofweefsel en metaalraadvlechtwerk. Meerhoekige, verzinkte gaasdraad zoals deze van de firma *Draht-Krebs*, die in Duitsland werd getest, dient zelfs geheel uitgesloten te worden en kan in principe door elk soort gaasdraad vervangen worden. Deze bewijzen weliswaar voor een deel hun werkzaamheid maar ze zijn niet voor duurzame voorzieningen geschikt. Ze zijn vooral zinvol aan te wenden als tijdelijke geleidingswand.

Beton, staal en kunststof (al dan niet gerecycleerd) zijn de drie meest voorkomende materialen die voor de aanmaak van geprefabriceerde geleidingswanden worden gebruikt en die vooral in het buitenland sterk met elkaar concurreren. Het valt ook op dat het vrijwel uitsluitend Duitse firma's zijn die geprefabriceerde elementen aanbieden. In het buitenland nemen vooral betonelementen een steeds sterke positie in vanwege hun sterkte en duurzaamheid.

Tabel 4.4.: Vergelijkende beoordeling van geprefabriceerde geleidingswanden. (zie toelichting bijlagen 5 & 6)

Waardering/Systemen	Gw1	Gw2	Gw3	Gw4	Gw5	Gw6	Gw7	Gw8	Gw9	Gw10	Gw11	Gw12	Gw13	Gw14	Gw15	Gw16	Gw17	Gw18	Gw19	
	Austronet-amfibieënscherm	Beilharz-amfibieënscherm	Coers-amfibieënscherm	zshoekige gaasdraad	Zieger-amfibieënscherm	GRUBE-amfibieënscherm	GRUBE-paddengeleidingswand	Wuendertich-geleidingswand	Deltatec geleidingswand	Deltatec geleidingswand (vrijstaand)	Maibach-geleidingswand	Maibach-geleidingswand	Maibach-geleidingswand	Agrotec-geleidingswand	Agrotec-geleidingswand (met overklimbeveiliging)	Agrotec-geleidingswand (met dubbele overklimbeveiliging)	ACO-geleidingswand (ondersteund)	ACO-geleidingswand (niet ondersteund)	Beilharz-geleidingswand (oud type)	
duurzaamheid materiaal	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	
wandstructuur	+	0	0	0	++	+	+	0/+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	0
aansluiting wand en loopvlak	0	0	0	0	+	0	+	0	0	0	+	0	0	+	+	+	++	++	++	0
gebruiksgemak (aanleg)	++	++	++	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	0
gebruiksgemak (onderhoud)	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	++	+	
hoogte	+	++	++	++	0	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+	++	++	++	++
ondoorzichtigheid	++	0	0	0	++	++	+	0/+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
overkapping	0	0	+	0	++	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	++	0	0	
klimrichel	++	0	0/+	0	++	+	+	0	0	++	++	0	0	0	+	+	++	++	++	++
loopstrook	0	0	0	0	++	+	+	0	0	0	++	0/+	0	+	+	+	0/++	+	0	

Waardering/Systemen	Gw20	Gw21	Gw22	Gw23	Gw24	Gw25	Gw26	Gw27	Gw28	Gw29	Gw30	Gw31	Gw32	Gw33	Gw34	Gw38	Gw39	Gw40
	Beilharz-geleidingswand (nieuw type)	Mal-geleidingssteen type 1	Mal-geleidingssteen type 2	Mal-geleidingssteen type 3	Mal-geleidingssteen type 4	Zieger-geleidingssteen (L-vorm)	Zieger-geleidingssteen (I-vorm)	Zieger-geleidingssteen (half rond, hoekig)	Zieger-geleidingssteen (half rond)	Zunklei-geleidingswand	Zunklei-geleidingswand (nieuw type)	Maibach-geleidingswand	AWV-geleidingswand	KANN-geleidingsysteem	EKOL-geleidingswand	Karcher-geleidingswand	SK-Recycling amfibieënscherm	ACO-geleidingswand (oud type)
duurzaamheid materiaal	?	++	++	++	++	++	++	++	++	+	?	++	++	++	0	?	?	+
wandstructuur	?	++	++	++	++	++	++	++	++	++	?	++	++	++	++	?	?	++
aansluiting wand en loopvlak	?	0	0	++	++	++	0	++	++	++	++	++	++	+	0	?	?	++
gebruiksgemak (aanleg)	?	0	0	0	0	0	0	0	0	+	?	++	+	+	+	?	?	+
gebruiksgemak (onderhoud)	?	++	+	++	++	++	++	+	+	++	++	++	+	++	+	?	?	0
hoogte	?	++	++	++	++	++	++	+	++	++	++	+	++	++	0	?	?	++
ondoorzichtigheid	?	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	?	?	++
overkapping	?	0	0	0	0	0	0	++	++	0	0	0	++	0	0	?	?	++
klimrichel	?	++	++	++	++	++	++	++	++	+	++	++	++	++	0	?	?	++
loopstrook	?	++	0	++	++	++	0	++	++	++	++	++	++	0	0	?	?	++

Vooraf geprefabriceerde elementen uit stevig en stabiel materiaal, uit één stuk, met zo weinig mogelijk onderbrekingen (lengte), een voldoende brede looprichel en een half overkappende overklimbeveiliging verdienen verdere aandacht (tabel 4.4.). Er dient wel rekening mee gehouden te worden dat de fabrikanten voortdurend hun systemen aanpassen zodat de actuele waarde van de huidige systeembeschrijvingen beperkt is. Vooral de richtlijnen van het Duitse *Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Abteilung Strassenbau, Strassenverkehr)*, die zijn vastgelegd in het alom bekende 'Merkblatt zum Amphibienschutz an Strassen' (Küster, 2000) - kortom 'MAMs' genoemd - is voor de bedrijven richtinggevend omdat deze door de overheid bij de wegenbouw strikt worden opgevolgd. Thans wordt ook in Oostenrijk een gelijkaardig document uitgewerkt.

4.4.2. Geprefabriceerde geleidingsgoten

Ook wat de geprefabriceerde geleidingsgoten betreft is het aanbod groot, al blijkt dat niet meteen uit de overzichtstabel 4.3. In de tabel worden enkel de systemen opgesomd die specifiek voor amfibieën zijn ontworpen of door de fabrikant hiervoor geschikt worden geacht; andere goten zijn buiten beschouwing gelaten ook al werden gelijk(w)aardige systemen voor andere doeleinden gevonden.

Tabel 4.5.: Vergelijkende beoordeling van geprefabriceerde geleidingsgoten. (zie toelichting bijlagen 5 & 6)

Waardering/Systemen	Gg1	Gg2	Gg3	Gg4	Gg5	Gg6	Gg7	Gg8	Gg9
	<i>ACO-geleidingsgoot (oud type)</i>	<i>ACO-geleidingsgoot (tussentype)</i>	<i>ACO-geleidingsgoot (nieuw type)</i>	<i>BIRCO SIR-paddenrooster</i>	<i>Zieger-geleidingsgoot</i>	<i>Hauraton-geleidingsgoot</i>	<i>Mall-geleidingsgoot</i>	<i>KANN-geleidingsgoot</i>	<i>Maibach-geleidingsgoot</i>
<i>duurzaamheid materiaal</i>	++	++	++	++	++	+	++	++	++
<i>wandstructuur</i>	++	++	++	++	++	++	++	++	++
<i>aansluiting wand en loopvlak</i>	0	0	0	0	++	0	++	++	++
<i>gebruiksgemak (aanleg)</i>	++	++	++	++	+	++	0	+	+
<i>gebruiksgemak (onderhoud)</i>	++	++	++	+	+	+	++	+	++
<i>roosterbreedte</i>	0	0	0	0	+	0	+	++	0
<i>aanpasbaarheid rooster</i>	++	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>spijlafstand</i>	0/+	0	0/+	++	++	0	++	+	++
<i>spijlbreedte</i>	0	0	0/+	++	+	0	+	0	0
<i>verzonken spijlen</i>	0	0	0/+	0	++	0	++	++	0
<i>diepte</i>	0	0	0	0	++	0	++	++	0
<i>aansluiting rooster op gootrand</i>	0	0	++	+	++	++	0	++	++
<i>verankering rooster</i>	0	0	0	++	0	++	0	++	0

++ ruim voldoende; + voldoende; 0 onvoldoende; ? geen waardering mogelijk

In de regel komen alle constructies in aanmerking die voldoen aan de basisvoorwaarden voor amfibieën (paragraaf 4.3.1.1.), maar in de praktijk blijkt er wel altijd het een of ander onderdeel niet geheel te voldoen hetgeen aanpassingen noodzakelijk maakt. Er moet in het bijzonder worden gelet op voldoende brede en hoge goten met een rechte overgang tussen wand en loopvlak en met een stevig en

degelijk functionerend spijlenrooster (tabel 4.5.). Speciale aandacht wordt gevestigd op roostersystemen met een insteekbaar spijlenrooster, dat het mogelijk maakt de spijlafstand te vergroten of te verkleinen, wat onder specifieke omstandigheden handig kan zijn.

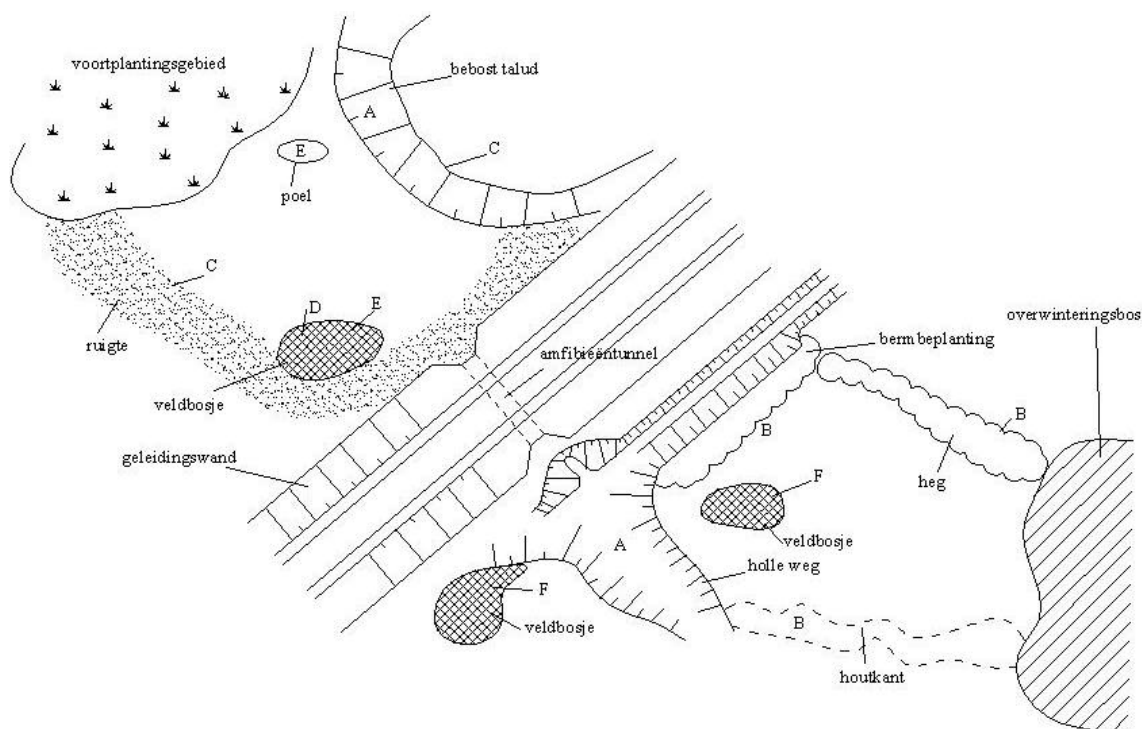
4.5. Bijkomende aandachtselementen bij de aanleg van geleidingssystemen

4.5.1. Plaatsbeschikbaarheid

Eén van de problemen die zich regelmatig stellen bij de aanleg van oversteekvoorzieningen en in het bijzonder van geleidingswanden is de beschikbaarheid van grond waarop de installatie kan worden gebouwd. Vooral langs secundaire wegen is het openbaar domein langsheen de weg beperkt tot een smalle strook. In zulke gevallen zal tot verwerving van bijkomende stroken grond moeten worden overgegaan. Bij de aankoop van gronden moet ook rekening worden gehouden met de naastliggende terreinen die voor amfibieën van belang zijn en doorgaans is het zinvol om deze in de verwerving te betrekken.

Figuur 4.15.: Landschappelijke geleiding naar amfibieënpassage door opgaande landschapselementen en reliëfrijke terreinstructuren.

- A: reliëfelementen geven geleiding*
- B: lineair landschapselement naar tunnel*
- C: lineair landschapselement naar voortplantingsplaats*
- D: oriëntatie-element op hoofdtrekrichting*
- E: vlakvormig landschapselement als stapsteen naar voortplantingsgebied*
- F: vlakvormig landschapselement als stapsteen naar amfibieënvoorziening*

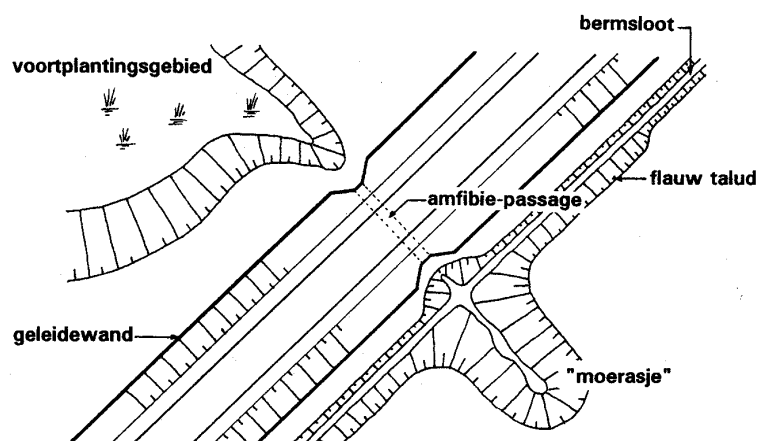


4.5.2. Terrein- en landschapskenmerken

Uit ons onderzoek naar de oversteekplaatsen blijkt dat terrein- en landschapsstructuren mede richting geven aan het trekgedrag. Dat wordt ook door de literatuur bevestigd (o.a. Blanke & Metzger, 1987; Polivka et al. 1991). Zo blijken veel amfibieënsoorten dalvormige bodeminsnijdingen te volgen zoals (holle) wegen, grubben, uitspoelinggeulen evenals droog- en beekdalen. Ook bosranden, houtkanten of ruige bermen worden gevolgd en kunnen zelfs voor serieuze afwijkingen op de trekrichting zorgen (figuur 4.15.). Het fenomeen wordt als "coulisserie-effect" beschreven (Jungfer, 1943; Heusser, 1967b). Deze wetenschap is van groot belang voor de geleiding van amfibieën en de keuze van de inplantingsplaatsen van de oversteekvoorzieningen. Zo moet in voorkomend geval de tunnel optimaal aansluiten op de terreinstructuur en kan met de aanleg van houtkanten en grondwallen richting worden gegeven aan de trekactiviteit. Ook de aanwezigheid van vochtige biotopen zoals poelen, natte depressies en sloten werkt stimulerend en trekt amfibieën naar de oversteekplaatsen aan (figuur 4.16.).

Ook bij het doorlopen van de tunnel plegen de dieren die de tunnel verlaten zich onmiddellijk te richten naar opgaande vegetatie in de omgeving (Karthaus, 1995; Finck, 1995). Vegetatielose terreinen worden doorgaans door amfibieën gemeden, waardoor de aanleg van een oversteekvoorziening in akkergebieden uitgesloten wordt of met aanplantingen dan wel een aanpassing van het grondgebruik gepaard gaat.

Figuur 4.16. en foto 4.7.: Landschappelijke geleiding naar amfibieënpassage middels de aanleg van moerassige elementen (naar: Oord, 1995). Vlakbij de tunnelingang van de oversteekvoorziening te Zemst werd een kleine poel aangelegd (foto: Econnection).



5.0 Oversteekmogelijkheden

Uit buitenlands onderzoek blijkt dat het aanvaardingspercentage van bestaande oversteekvoorzieningen sterk varieert tussen 10% en 80%. Amfibieën gebruiken tunnels maar met tegenzin en aarzelen dikwijls vooraleer ze de beslissende stap zetten. Tunnels vertragen ook de trek. Het oriënteringsvermogen van de dieren wordt door zulke hindernis duidelijk verstoord. Dat is niet verwonderlijk. Tunnels forceren immers een afwijking van de trekrichting - ook al is de koerswijziging bij een goede oriëntatie miniem - en ontnemt of beperkt hun zintuiglijke waarneming (paragraaf 2.1.3.).

5.1. Vereisten en kenmerken van passages

Rond de werkzaamheid van amfibieëntunnels is reeds heel wat onderzoek verricht, vaak met erg verscheiden resultaten. Het meeste onderzoek stamt uit Duitsland en Zwitserland. Voor de navolgende analyse is vertrokken van het literatuuronderzoek van *Vos & Chardon* (1994) dat met meer – veelal recentere – onderzoeksresultaten is aangevuld.

5.1.1. Materiaalsoorten

5.1.1.1. Beton

De meeste tunnels worden gemaakt van beton. Het enigszins ruwe oppervlak van beton geeft een goede geleiding die vergelijkbaar is met deze van aarde. Het is echter van belang dat voor de in gebruikstelling het beton met - liefst modderig - water uitvoerig wordt gespoeld en daarna voldoende tijd krijgt om uit te harden en te drogen. Zoniet kunnen de chemische middelen die in het substraat zijn verwerkt gevaar opleveren en sterfte veroorzaken (Trentini & Trentini, 1980). Het cementstof dat die middelen bevat, hecht zich aan de amfibieënhuid en werkt etsend. In bepaalde gevallen reageren de dieren hier onmiddellijk op en weigeren ze de tunnel te betreden (Berthoud & Müller, 1987). Betonnen tunnels moeten daarom ruim voordat de trek op gang komt worden aangelegd.

Nadelig is de hygroscopische werking van droge beton waarbij amfibieën die nat zijn aan het droge betonoppervlak blijven kleven (Frey & Niederstrasser, 2000). In een vochtige omgeving trekt beton echter water aan en hoeft dit niet noodzakelijk problemen te stellen.

5.1.1.2. Polymeer(cement)beton

Polymeer(cement)beton ("polymer cement concrete", PCC) is een beton waarbij polymeren aan de betonspecie zijn toegevoegd. De polymeren worden dus niet toegevoegd ter vervanging van het cement, maar vormen als het ware een bijkomende component van het beton. De gebruikte doseringen variëren van 5 tot 20 gewichtsprocent vaste polymeer ten opzichte van het cementgewicht. De polymeren worden meestal in de vorm van een dispersie (latex of een emulsie) aan het beton toegevoegd. Het meest courant gebruikt zijn de latexen op basis van styreenbutadieenrubber (SBR), polyacrylzuurester, styreenacrylaat, vinylacetaat en polyvinylacetaat. De meeste latexen hebben een plastificerende invloed. Gedurende de verharding van het beton treden de cementhydratatie en de polymeerfilmvorming simultaan op. Het polymeernetwerk verstopt de poriën en vermindert op die

manier de permeabiliteit van het beton en verhoogt de duurzaamheid van het beton in agressieve milieus. Een van de voordelen van het gebruik van polymeren is de verhoging van de chemische resistentie van de mortel. Als nadeel kan vermeld worden dat sommige polymeren een verlaging van de druksterkte van het beton veroorzaken en minder goed vocht opnemen. (internettekst Monteny, J., De Belie, N. en Taerwe, L., 2001)

5.1.1.3. Metaal

Staal wordt afgeraden omwille van de koudegeleiding (Stolz & Podloucky, 1983). Onder extreme omstandigheden kunnen amfibieën aan metaalelementen vastvriezen (Geiger in Frey & Niederstrasser, 2000). Omdat Gewone padden zich tijdens de trek o.a. oriënteren door middel van het aardmagnetisch veld (Sinsch, 1987; Buck, 1988; Finck, 1995) zou staal het gebruik nadelig kunnen beïnvloeden (Wolf, 1993). Hetzelfde zou gelden voor gewapend beton, maar dit standpunt kan niet met onderzoek worden gestaafd. Metingen nabij de ingang van een tunnel uit staalbeton gaven een horizontale afwijking tot 30° en wanneer een kompas langsheen de wand werd bewogen tolde de naald richtingloos in het rond (Wolf & Igelmann, 1995). Vermoed wordt dat bij een beïnvloeding van het magnetisch oriënteringssysteem andere zintuigen versterkt worden benut (Finck, 1995). Er zijn aanwijzingen dat padden zich ook op terreinkenmerken en akoestische signalen (o.a. roep van soortgenoten) oriënteren.

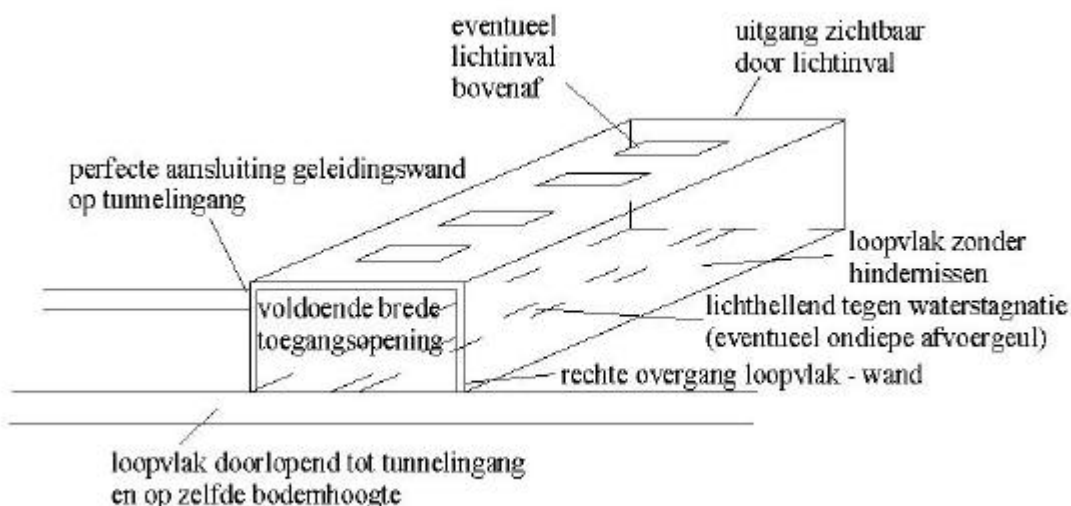
5.1.1.4. Kunststof

Polyvinylchloride (PVC) wordt gebruikt, maar over de geschiktheid van dit materiaal bestaan geen onderzoeksgegevens.

5.1.1.5. Gebakken klei

In enkele gevallen werd als alternatief voor beton, tunnels gebouwd van keramische buizen. Over de geschiktheid van gebakken klei bestaan geen onderzoeksgegevens.

Figuur 5.1.: Elementaire elementen van een goed functionerende amfibieëntunnel.



5.1.2. Vorm van de tunnel

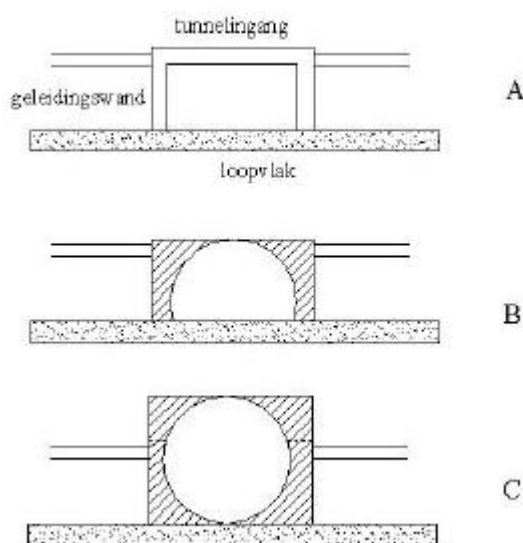
De tunnels zijn er in verschillende vormen, maar grofweg zijn ze te herleiden tot vier typen:



Daarnaast zijn er ook tunnels waarvan de bovenzijde uit een rooster bestaat (paragraaf 4.3.1.1.). De keuze voor een bepaald tunneltype wordt afhankelijk gesteld van de lokale bodemomstandigheden waarbij vooral erosiegevoeligheid en wateropstuwing doorslaggevende factoren zijn. Zowel ronde als hoekige tunneltypen kunnen onder de weg worden doorgeperst.

Ronde tunnels worden nog steeds het meest gebruikt niettegenstaande ze beduidend minder goed werken dan hoekige tunnels (tabel 5.1.). Hoekige tunnels hebben het voordeel van een breed loopvlak tegenover een relatief geringe hoogte. Bovendien is een hoekige vorm gemakkelijker naadloos op een geleidingswand aan te sluiten zonder bijkomende bouwhandelingen (Dehlinger, 1991). Bij ronde tunnels is het noodzakelijk om de ronde vorm van de buis door bijkomend metselwerk van bijvoorbeeld een keermuur op het rechte uiteinde van de geleidingswand aan te sluiten (figuur 5.2.B. & C.).

Figuur 5.2.A, B & C.: Aansluitingsmogelijkheden van geleidingswanden op tunnelingangen naargelang het tunnelprofiel. Een kastprofiel kan zondermeer op de geleidingswanden aansluiten (A) en wordt boven alle andere constructies verkozen; halfronde (B) en ronde tunnels (C) daarentegen moeten van een keermuur worden voorzien die een rechte hoek vormt met de geleidingswand.



De afgeronde wand van buizen zet amfibieën ertoe aan tegen de wand omhoog te klimmen (bijlage 2). De trek wordt hierdoor vertraagd en het dier raakt onnodig uitgeput. Dieren die tegen de wand verstarren, hinderen de trekbeweging van soortgenoten. Veel dieren – waaronder vooral paartjes (amplexus) - verlaten niet zelden de tunnel in de verkeerde richting. Aan het probleem wordt enigszins verholpen door de bodem gedeeltelijk op te vullen. Hierdoor verbreed weliswaar het loopvlak, maar worden wel andere positieve effecten tenietgedaan. De buisdoorgang vernauwt en resulteert in een geringere lichtinval. Men dient tevens te bedenken dat een buisdoorsnede van tenminste 30 cm en liefst 50 cm nodig is om een voldoende groot loopvlak te behouden en dat is niet zondermeer met een grote buisdiameter op te lossen. De ervaring leert dat een met grond aangevulde buisbodem maar beperkte tijd houdt (Frey & Niederstrasser, 2000). Ofwel raakt het loopvlak door erosie beschadigd ofwel verpulvert het bodemmateriaal dermate dat jonge amfibieën met stof bestoven worden en hooguit tot in het midden van de tunnel geraken waar ze sterven. Door de bodem met beton te effenen, wordt een duurzamere oplossing aan de tekortkoming gegeven (= huifprofiel), maar dat resulteert in een aanzienlijke meerkost, temeer omdat centraal in het loopvlak een smalle en ondiepe waterafvoergeul moet worden uitgespaard. In zulke gevallen wordt de minderprijs van ronde buissystemen tenietgedaan door de meerkost van bijkomende werkzaamheden en een intensiever onderhoud.

Tabel 5.1.: Vergelijking van de voor- en nadelen van ronde en hoekige tunnels.

ROND

goedkoper
moeilijke aansluiting op geleidingswand
smal en gebogen loopvlak
grote hoogte tegenover smal loopvlak
minder goede geleiding
vlugger bodembeschadiging
wisselende micro-milieuomstandigheden
regelmatig onderhoud / controle

HOEKIG

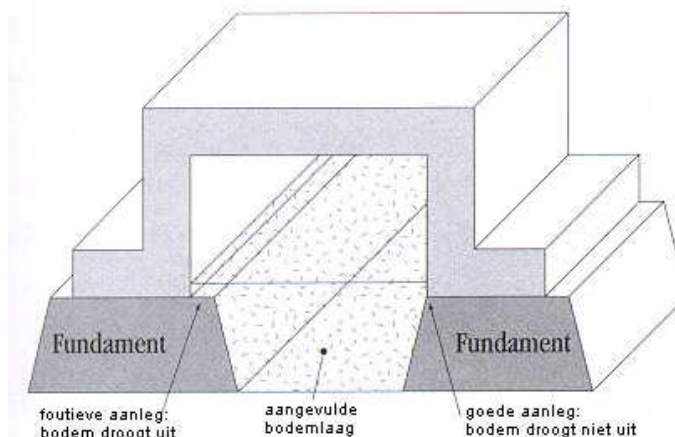
duurder
eenvoudige aansluiting op geleidingswand
breed en vlak loopvlak
relatief geringe hoogte tegenover breed loopvlak
zeer goede geleiding
weinig of geen bodembeschadiging
vrij constante micro-milieuomstandigheden
weinig onderhoud / controle



In het geval gebruik wordt gemaakt van een huif- of kapprofiel wordt het tunnelelement veelal langs zij op een betonfundament geplaatst, tenzij de moederbodem zelf voldoende stabiel is. De capillaire werking van een natuurlijke ondergrond blijft daardoor behouden en garandeert in de regel een goede bodemvochtigheid en –warmte - de ideale milieuomstandigheden voor amfibieën. Om droge zones te vermijden langsheen de tunnelwand, waar het grootste deel van de trekbeweging zich afspeelt, mag de smalle funderingsstrook (= streepfundament) niet of slechts zeer beperkt langsheen de tunnelwand uitsteken (figuur 5.3.).

In de regel kennen tunnels met een rooster aan de bovenzijde, rekening houdend met de vaak kleine diameter (20-50 cm), een betrekkelijk hoge acceptatie. Dat wordt vooral toegeschreven aan de lichtinval via het rooster (Dierking-Westphal, 1989) (paragraaf 5.1.5.). Het roostertype kan alleen over relatief korte afstanden worden gebruikt, waardoor het onduidelijk is hoe de acceptatie verloopt in verhouding tot de tunnallengte. Voor auto(snel)wegen komt dit tunneltype niet in aanmerking, hoewel hiermee wel deeltrajecten waarover geen, beperkt of licht verkeer plaatsvindt (bv. pechstroken, voet- en fietspaden, zij- en middenbermen) zijn te ondertunnelen.

Figuur 5.3.: Fundering van een tunnel met hoekig kapprofiel en een open grondvlak. (naar Frey & Niederstrasser, 2000)



Er zijn aanwijzingen dat geluid en/of luchtdruk, veroorzaakt door over het rooster rijdende voertuigen, de trekkende dieren afschrikt of doet aarzelen (Puck, 1988). De geluidssterkte in een roostertunnel (gemeten bij type ACO) waarover een auto met een snelheid van 80 km/uur rijdt, bedraagt 90-95 dB voor een tunnel met een diameter van 40 cm en 100-103 dB voor een tunnel met een diameter van 20 cm (Kognitzki & Jensen, 1993). Het geluidsniveau in de tunnels zwelt aan bij toenemende snelheid van het verkeer, waardoor dergelijke tunnels in verkeersdrempels mogelijk functioneler zijn dan in wegen met snelverkeer. In bepaalde gevallen zou lawaai het tijdstip waarop de trek plaatsvindt, verlaten (Langton, 1987). Roostertunnels bieden ook geen bescherming tegen strooizouten, oliën, rubberresten en andere afvalstoffen op en langs wegen (Dehlinger, 1991) en dienen ook vaak als afwatering van de weg.

Foto 5.1.: Tunnels met een kleine diameter worden doorgaans gemakkelijker door amfibieën voorbijgelopen en worden aarzelend betreden. In bepaalde gevallen kan voor de tunnelingang ophoping van dieren plaatsvinden. (foto: ACO)



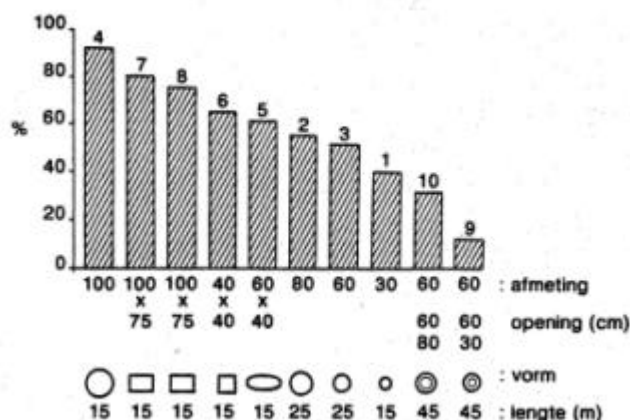
5.1.3. Diameter

De invloed van de diameter op het gebruik van de tunnel werd uitgebreid door *Dexel & Kneitz* (1987) onderzocht (figuur 5.4.). In de regel worden tunnels met een grote diameter beter geaccepteerd dan tunnels met een kleine diameter (foto 5.1.). De voorkeur voor grotere tunnels staat in verband met de

grotere lichtinval aan het begin en het uiteinde van de tunnel (Stolz & Podloucky, 1983) (paragraaf 5.1.5.). Tevens zou in smalle tunnels een ongunstiger microklimaat heersen, door een lagere temperatuur en luchtvochtigheid dan buiten (Stolz & Podloucky, 1983). Uit metingen blijkt dat de minimum- en maximumtemperaturen in de tunnel tenminste 1,5°C afwijken van de buitentemperatuur (Schwerdtle, 1986). De diameter wordt mede gekozen afhankelijk van de overbruggingsafstand (tabel 5.2.). Voor éénrichtingtunnels geldt evenwel een minimale diameter van 30 cm (Berthoud & Müller, 1983).

Op plaatsen met een beperkt verval tussen berm en wegdek kan het noodzakelijk zijn om tunnels met een kleinere diameter te bouwen. Weliswaar worden dergelijke tunnels veelal niet door amfibieën aangenomen (o.a. Bildhauer geciteerd in Worms, 1983) maar wanneer rechtstreeks licht en lucht in de tunnel komt, zijn ze doorgaans wel effectief (Brehm, 1989). Tunnels met een rooster aan de bovenzijde hebben een relatief hoge acceptatie, rekening houdend met de vaak kleine diameter (20-50 cm) van de tunnel (Dierking-Westphal, 1989; Langton, 1989b; Meinig, 1989). De mogelijke voordelen van een vochtigere tunnelomgeving en een betere lichtinval staan evenwel tegenover de nadelen van het lawaai en de luchtverweling die overrijdende voertuigen in de tunnel veroorzaken en het inspelen van dooizouten, oliën, rubberresten en ander materiaal (paragraaf 5.1.2.).

Figuur 5.4.: Acceptatiepercentage door de Gewone pad van verschillende tunneltypen. (naar: Dexel & Kneitz, 1987).



De tunnelelementen moeten overal naadloos op elkaar aansluiten en mogen in geen geval spleten of verzakkingen vertonen.

Wanneer de tunnel is voorzien van een invalschacht (bv. bij een éénrichtingssysteem) mag die niet dieper zijn dan 70 cm omdat veel dieren er niet durven inspringen maar verkiezen terug te keren (Schwerdtle, 1986). Anderzijds moet hij wel voldoende diep zijn (min. 40 cm) om te verhinderen dat de dieren de schacht langs dezelfde weg opnieuw verlaten.

5.1.4. Lengte

Naarmate de tunnel een grotere afstand moet overbruggen, vermindert de efficiëntie (Stolz & Podloucky, 1983; Küster, 1987; Dehlinger, 1991). De slechte acceptatie van lange tunnels wordt toegeschreven aan de geringe lichtinval en de mate waarin de amfibieën de tunneluitgang weten te ontwaren (Stolz & Podloucky, 1983) (paragraaf 5.1.5.). Dat neemt echter niet weg dat ook lange

tunnels – tot 45 m – worden gebruikt (Dexel & Kneitz, 1987). Door het gebruik van een grotere tunneldiameter kan de grotere lengte enigszins worden gecompenseerd (tabel 5.2.).

Tabel 5.2.: Richtlijn voor een optimale verhouding tussen tunneldiameter en -lengte (diameter of breedte/hoogte in cm). (naar: Küster, 2000)

lengte		tot 20 m	tot 30 m	tot 40 m	tot 50 m
kastprofiel		100/75	150/100	175/125	200/150
buisprofiel		100	140	160	200
rechthoekig		110/60	145/80	180/100	200/110
kapprofiel					
halve	cirkel	100/70	140/70	160/110	-
huifprofiel					

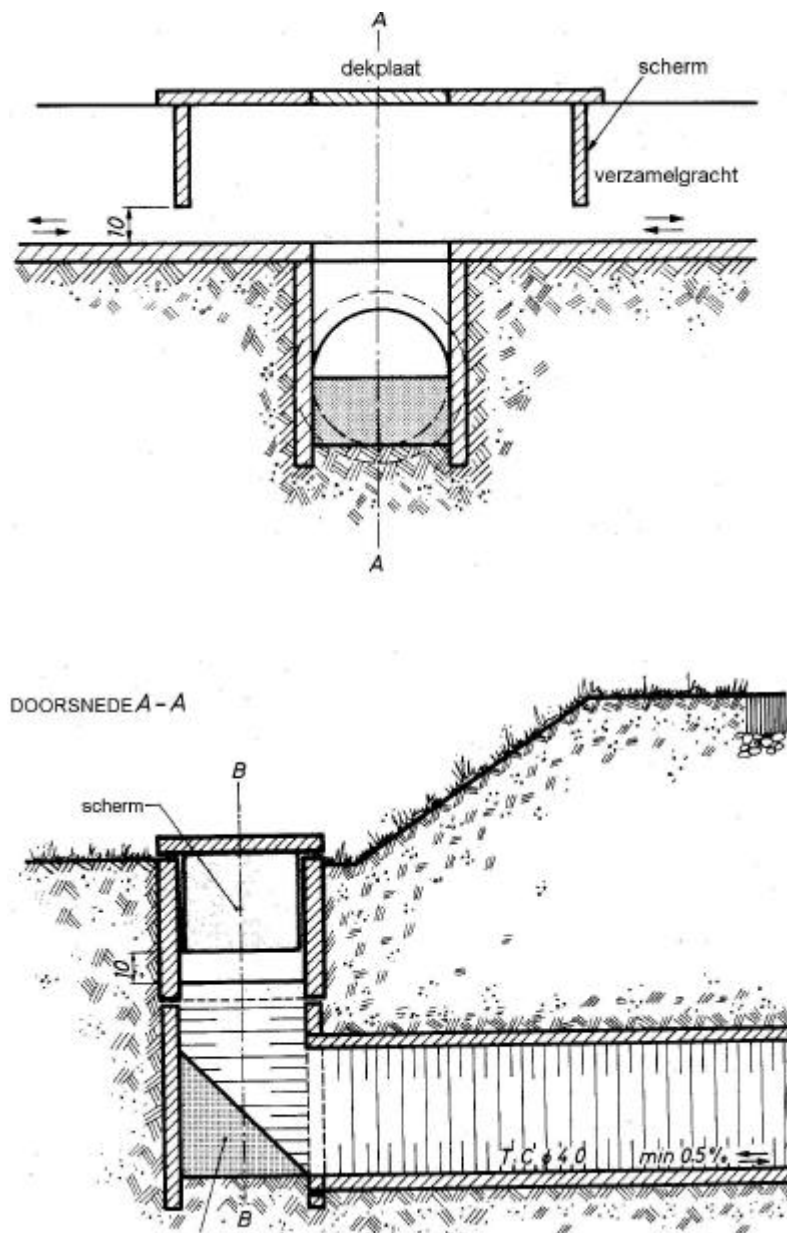
Foto 5.2.: Amfibieën betreden gemakkelijker een tunnel wanneer aan het uiteinde licht is te zien of licht in de tunnel valt (foto: KANN).



5.1.5. Lichtinval

Amfibieën zijn eerder geneigd een tunnel te betreden en lopen er sneller en gericht doorheen wanneer aan het uiteinde licht is te zien (Grossenbacher, 1981; Stolz & Podloucky, 1983) (foto 5.2.). Het plaatsen van een lamp aan het uiteinde van de tunnel bevordert evenwel het gebruik niet (Schwerdtle, 1986). De aantrekking door het licht is één van de redenen waarom de ingangen bij een aantal systemen schuin zijn aangelegd of van een aangepaste invalschacht zijn voorzien. De dieren worden dan eerder door het licht aan het uiteinde dan bij het licht aan de ingang aangetrokken. Bij tunnels met een rechte invalschacht stelt zich vaak het probleem dat de dieren bij de toegangsopening blijven "hangen" doordat ze aangetrokken worden door het licht dat langs de schacht naar binnen valt. De dieren hopen zich op en als ze er niet uitgehaald worden sterven ze door uitputting, koude of verdroging. Aan het probleem kan worden verholpen door de bodem van de schacht af te schuiven waardoor de dieren naar de tunnel worden geleid. De schacht zelf kan worden verduisterd door erboven een deksel aan te brengen dat tot over een deel van de geleidingsgoot (tenminste 1,5 m) doorloopt en door in de schacht een naar onder toe uitspringende afschermplaat aan te brengen die de schacht gedeeltelijk afsluit (figuur 5.5.). De laatste aanpassingen hebben ook het voordeel dat tocht in de tunnel wordt verminderd (Berthoud & Müller, 1987). Het probleem zal zich in de praktijk weinig stellen omdat systemen met een invalschacht enkel in uitzonderlijke gevallen worden toegepast (paragraaf 5.3.).

Figuur 5.5.A & B.: Voorzieningen voor de verduistering van de invalschacht van een éénrichtingstunnel (A: vooraanzicht; B= zijaanzicht). (naar: Berthoud & Müller, 1987)

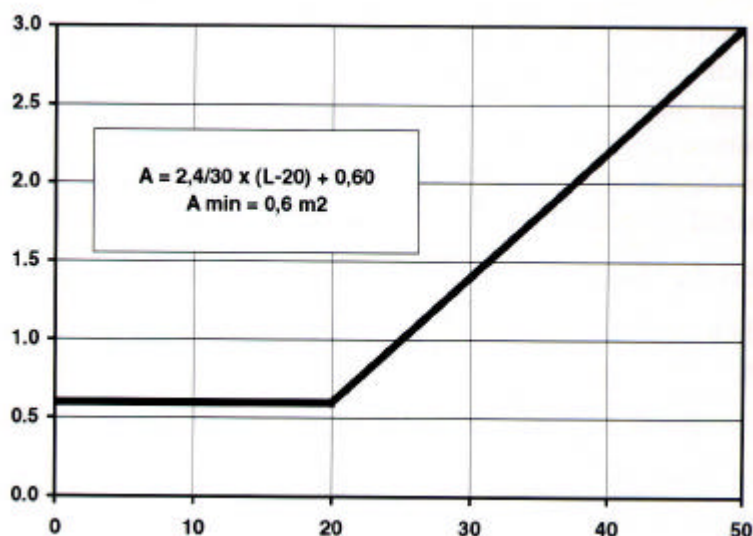


De mate waarin licht in de tunnel valt, hangt nauw samen met de lengte van de tunnel (paragraaf 5.1.4.). Bij een tunnellenlengte van 20 m moet de tunnel tenminste 60 cm hoog en 100 cm breed zijn. Alles wat langer is moet in de breedte en hoogte worden gecompenseerd. De meest geschikte tunneldiameter kan aan de hand van de volgende formule worden berekend (Kyeck, 1999) (zie ook grafiek 5.1.):

$$A = \frac{2,4}{30} \times (\text{lengte van de tunnel} - 20) + 0,6$$

A is minimaal 0,6 m²

Grafiek 5.1.: Grafische voorstelling van de aanpassing van de tunneldoorsnede in relatie tot de tunnellingte. (naar: J. Reisner in Kyek, 1999)



Om de lichtsituatie aan het tunneluiteinde te verbeteren, zijn reeds voorstellen geformuleerd om met bleekleurige en lichtreflecterende materialen te werken (Worms, 1983) maar enige ervaring hiermee ontbreekt tot nog toe.

In kleinere tunnels verhoogt de acceptatie wanneer van bovenaf rechtstreeks licht in de tunnel valt (Brehm, 1989; Dierking-Westphal, 1989; Langton, 1989b; Meinig, 1989) (paragraaf 5.1.2.).

5.1.6. Bodemsubstraat

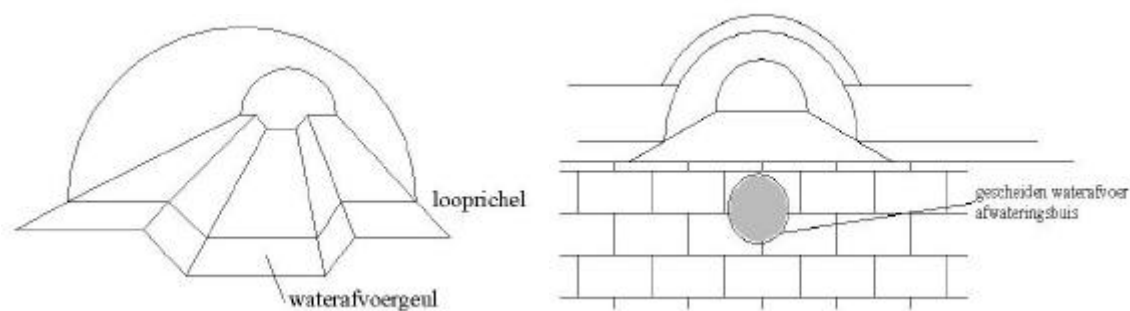
Er blijkt geen voorkeur te bestaan voor het een of ander bodemsubstraat (Karthaus, 1985; Dexel & Kneitz, 1987) hoewel metaal door de koudewerking een negatief effect kan hebben. Zowel aarde als beton blijken te voldoen, hoewel beton niet altijd meteen wordt aangenomen (Berthoud & Müller, 1987) (paragraaf 5.1.1.). In de regel wordt geen speciale bodembedekking voorzien en wordt de natuurlijke bodemlaag geprefereerd (Küster, 2000), omdat de bodem hierdoor niet of minder snel uitdroogt (figuur 5.3.). Meestal zal zich spontaan een bodemlaag(je) met materiaal uit de omgeving in de tunnel vormen.

Een volledige bodemverharding is enkel nodig op erosiegevoelige plaatsen. Indien regelmatig water doorheen de tunnel loopt, kan een verharde bodem watererosie en -ophoping voorkomen. In tunnels die regelmatig moeten worden doorgespoeld is eveneens een vaste bodemverharding aangewezen. (zie ook paragraaf 5.1.2.)

5.1.7. Afwatering

Niettemin staande amfibieën een vochtige leefomgeving prefereren, heeft de aanwezigheid van water in of voor de tunnel een negatieve invloed op de acceptatie (o.a. Karthaus, 1985; Berthoud & Müller, 1986; Dexel & Kneitz, 1987; Haslinger, 1989). Permanente insijpeling of opstuwning van grond- of regenwater moet daarom vermeden worden. Amfibieëntunnels zijn niet te combineren met afwateringskanalen tenzij langs zij een droge en voldoende brede (minimum 20 cm) looprichel wordt voorzien (figuur 5.10. systeem ecoduiker - paragraaf 5.3.3.) of een duidelijk gescheiden systeem wordt gebouwd (figuur 5.6.B.).

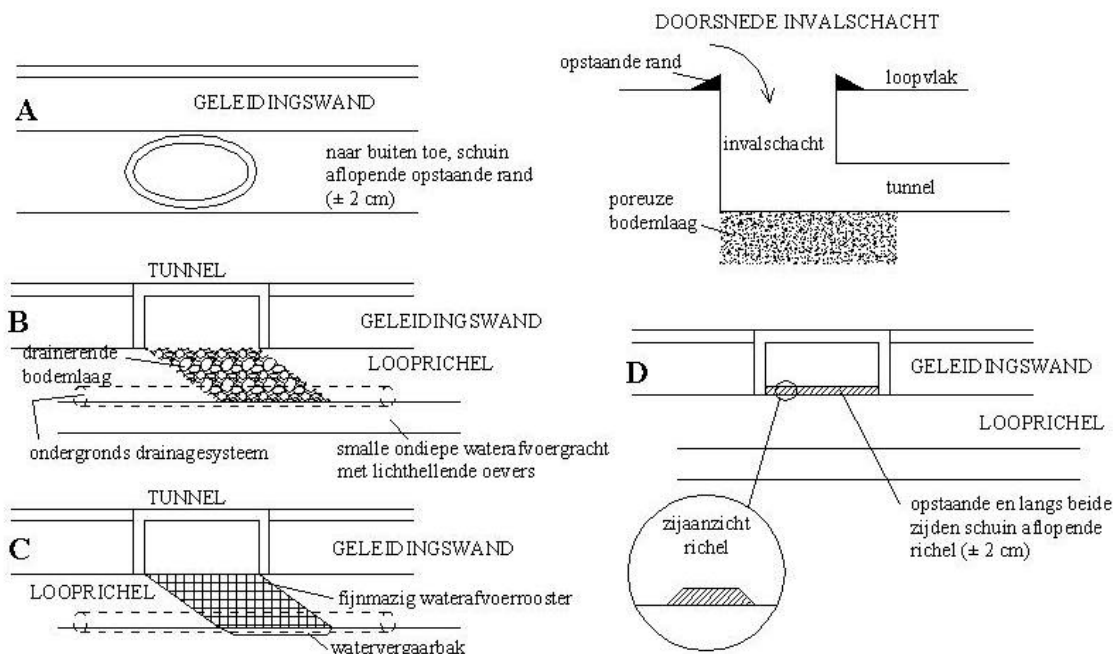
Figuur 5.6.A & B. en foto 5.3.: Voorbeeld van een gecombineerd systeem van amfibieëntunnel met een centrale afwateringsgeul (A en foto) of een gescheiden afwateringstunnel (B). (foto: Dehlinger, 1991)



Om waterophoping in de tunnel te vermijden, wordt op plaatsen met een regelmatige maar beperkte waterdoorstroming of -instroming centraal in de tunnel een smalle afvoergeul voorzien (figuur 5.6.A. en foto 5.3.). Zo'n geul is zwak afgeschuind en ondiep zodat amfibieën die erin sukkelen er ook gemakkelijk weer uit kunnen klimmen. Een licht verval in de tunnel van 1% tot 5% volstaat voor een voldoende afwatering. Dat betekent echter niet dat water in de tunnel geheel moet worden geweerd. In principe wordt ernaar gestreefd dat enkel water dat van de geleidingswand afvloeit in de tunnel terechtkomt om de luchtvochtigheid op peil te houden. Tunnels neigen immers snel uit te drogen, waardoor minder gunstige omstandigheden voor amfibieën optreden. Er zijn tunnels waar regenwater in de tunnel wordt geleid middels een kleine, naar de tunnel aflopende asfaltbult (Frey & Niederstrasser, 2000) of een andere oneffenheid.

Door de tunnel boven het grondwatervniveau of in een volledig gesloten koker te leggen, kan waterinsijpeling via de bodem voorkomen worden. Moeilijker wordt het evenwel wanneer rechtstreekse waterinstroming plaatsvindt. De eenvoudigste oplossing bestaat eruit het water op te vangen en af te leiden vooraleer het in de tunnel terechtkomt en de tunnel zo hoog mogelijk te situeren - bijvoorbeeld in het wegdek. Langs smalle taluds is dat echter moeilijk. In zulk geval kan het gebruik van een éénrichtingssysteem (paragraaf 5.3.), waarbij de heen- en terugtrek langs afzonderlijke tunnels verloopt, aangewezen zijn. Het is technisch haalbaar om de buisingang in zekere zin onder het hoogwatervniveau te bouwen, zodanig dat zowel de toegangsschacht als de uitgang buiten de invloed van het water vallen. Er zijn voorzieningen bekend waarbij de invalopening iets boven het loopvlak staat en zo instroming van water verhindert zonder aan efficiëntie t.a.v. amfibieën in te boeten (figuur 5.7.A.).

Figuur 5.7.: Mogelijkheden om waterinstroming te voorkomen: lichte verhoging van de rand van de invalschacht van een éénrichtingssysteem (A) of van de tunneltoegang (B); drainerende ondergrond van kiezelsteen of poreuze grond al dan niet in combinatie met ondergrondse drainagebuis of aansluitend op een kleine waterafvoergracht (C) en onder uitzonderlijke omstandigheden mogelijk te vervangen door een fijnmazig waterafvoerrooster (D).



In de regel volstaat het om voor de tunnelingang een goede afwatering te voorzien door aanleg van een fijnmazig rooster (waardoor geen amfibieën kunnen kruipen) (figuur 5.7.C.), een grof kiezelbed of ander drainagemateriaal dat met een afwateringsgeul in verbinding staat (figuur 5.7.B.).

5.1.8. Situering

Tunnels worden zo mogelijk recht op de trekrichting i.p.v. loodrecht op de weg aangelegd en liggen op de drukst belopen trekstroken (figuur 11.2.). De effectiviteit van de tunnel wordt in belangrijke mate bepaald door de wijze waarop de trekkende amfibieën naar de tunnelingang worden geleid. Veel amfibieën aarzelen - soms verscheidene dagen - vooraleer ze de tunnel ingaan maar nog vaker lopen ze de tunnelingang voorbij (o.a. Polivka, 1991), meestal omdat de tunnel dwars op de trekrichting is opgesteld. De geleiding wordt versterkt wanneer de geleidingswand nabij de tunnel breed trechtersvormig wordt aangebracht (figuur 4.5.) (Grossenbacher, 1981; Stolz & Podloucky, 1983; Dixel & Kneitz, 1987; Polivka et al., 1991) en bijkomende geleidingselementen recht op de tunnelingang worden opgesteld (paragraaf 4.1.7.).

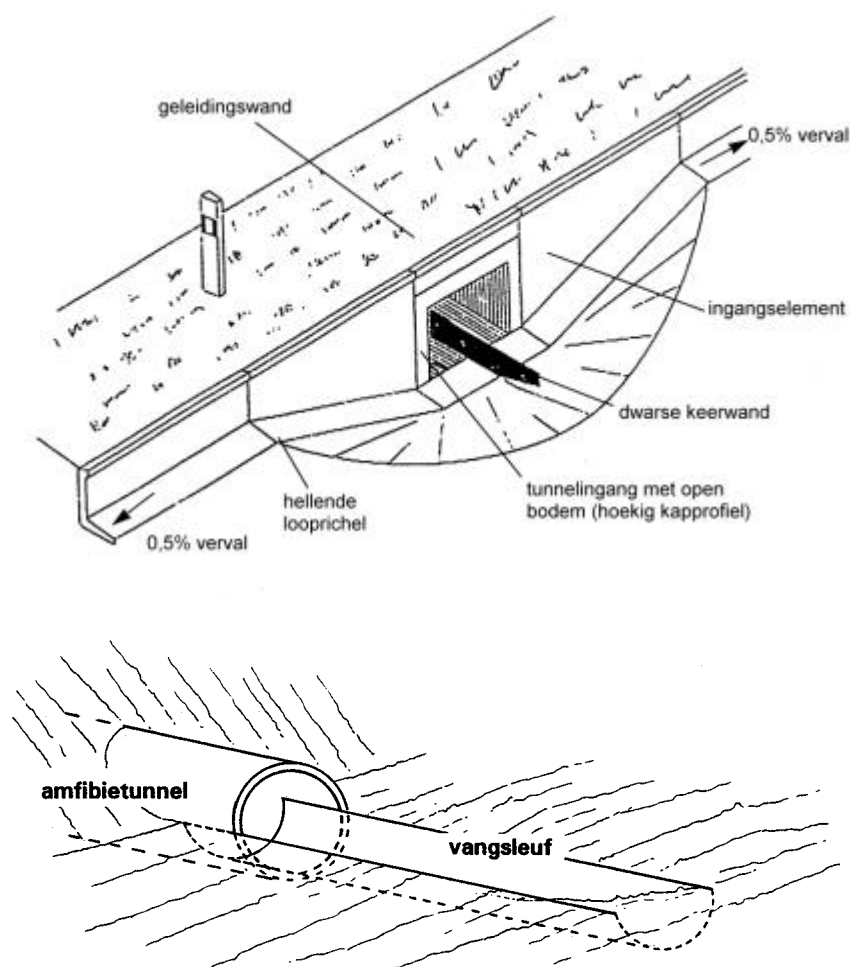
Hoe dichter de tunnels bij de voortplantingsplaats liggen hoe groter de acceptatiekans is (Schwerdtle, 1986; Brehm, 1989). Bij Gewone padden is vastgesteld dat ze enkel over beperkte afstanden geleidingswanden volgen (o.a. Sander et al., 1977) (zie ook paragraaf 5.1.9.). De tunnel volgt bij voorkeur de kortst mogelijke lijn onder de weg (paragraaf 5.1.4.) en ligt zo dicht mogelijk onder het wegdek. Dergelijke werkwijze heeft tal van voordelen:

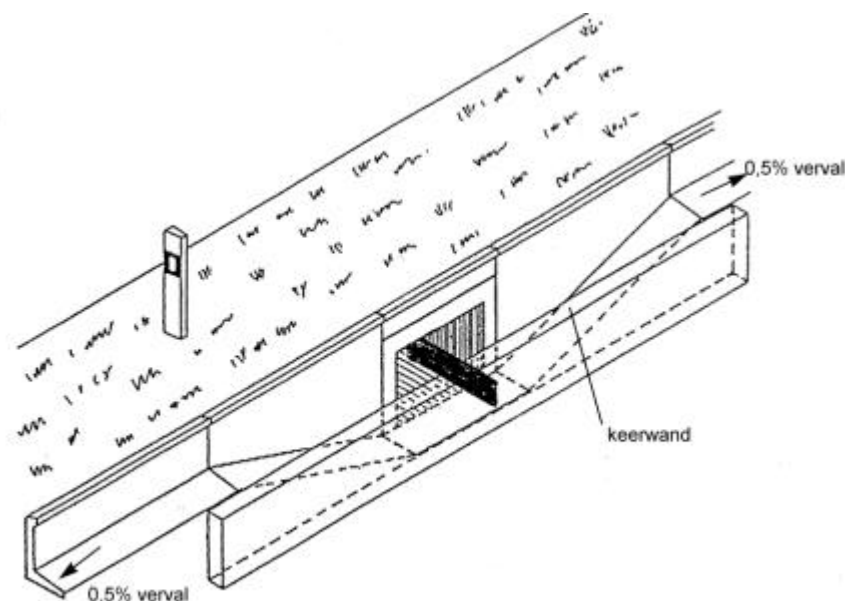
- de doorgang onder de weg wordt zo kort mogelijk gehouden

- ❑ de aanleg van een tunnel onder de weg biedt de mogelijkheid tot lichtinval en beperkt grondwaterinsijpeling tot een minimum
- ❑ de aanleg van een tunnel in of net onder het wegdek is technisch gemakkelijker uitvoerbaar en vanuit financieel oogpunt het meest voordelig
- ❑ de aansluiting op de berm is doorgaans optimaal en vraagt geen bijkomende voorzieningen voor ontwatering, overbrugging of aansluiting op de geleidingswand
- ❑ de tunnel wordt gemakkelijker door de trekkende dieren gevonden
- ❑ instromend regenwater kan gemakkelijker worden afgeleid

De tunneltoegang moet naadloos aansluiten op de geleidingswand. Het loopvlak van wand en tunnel ligt op hetzelfde bodemniveau. De aansluiting op lager gelegen tunnels verloopt geleidelijk aan middels een breed uitlopende bodemuitdieping (figuur 5.8.A. & B.) of een bermverlaging (figuur 5.8.C.) afhankelijk van de beschikbare ruimte. In het laatste geval moet bijkomend langsheen de trekzijde een keerwand worden voorzien (Frey & Niederstrasser, 2000) (figuur 5.8.C.). In beide gevallen wordt voor de tunneltoegang een poreus substraat aangebracht dat een vlotte afwatering verzekert (paragraaf 5.1.7.).

Figuur 5.8.A, B & C.: Overbruggen van niveauverschillen tussen geleidingswand en tunnel middels een bodemuitdieping (A - boven - naar: Frey & Niederstrasser, 2000), een geleidingsleuf (B - midden - detail naar: Oord, 1995) op plaatsen waar voldoende ruimte aanwezig is of middels een bermverlaging (C - onder - naar: Frey & Niederstrasser, 2000) op plekken waar weinig plaats beschikbaar is.





Bij de aanleg van een nieuwe weg is het moeilijk vooraf te bepalen waar tunnels het meest doeltreffend zijn. In zulk geval moet men preventief tewerk gaan om achteraf problemen en bijkomende kosten te vermijden. De keuze van de inplantingsplaatsen kan het best worden gerelateerd aan de landschapsstructuur. De elementen die mogelijk voor de geleiding van amfibieën zorgen, zoals heggen, houtkanten, rietkanten, taluds, holle wegen en bosranden, worden daarbij nauwkeurig in kaart gebracht. Naast een landschapsanalyse moet ook onderzoek plaatsvinden naar de in het gebied voorkomende amfibieënsoorten. Gedurende de voorjaarsstrek wordt nagegaan of de aan de hand van de landschapskartering veronderstelde trekroutes ook daadwerkelijk worden gebruikt. Het gedeelte van het nieuw aan te leggen wegtraject waar aanrijdingen van amfibieën worden verwacht, kan van een tijdelijke wand worden voorzien waarlangs op regelmatige afstanden vangemmers worden opgesteld. Dat maakt het mogelijk de belangrijkste oversteekplaatsen te bepalen alvorens de weg wordt aangelegd. In geval van twijfel kunnen op regelmatige afstanden tunnels in of onder het wegdek worden aangelegd, maar wordt met de geleidingswand gewacht tot volledige zekerheid heerst omtrent de trekzone.

5.1.9. Tunneldichtheid

Het aantal tunnels moet worden afgestemd op de breedte van de migratiezone en de afstand die amfibieën bereid zijn om af te leggen in een van de trekrichting afwijkende richting langs het scherm (Stolz & Podlucky, 1983; Dexel & Kneitz, 1987). De maximale afstand tussen tunnels bij een trekrichting loodrecht op de weg mag maximaal 100 m bedragen en ligt bij voorkeur tussen 30 m en 70 m (tabel 5.3.). Bepalend is ook de plaatsing van een geleidingswand en de geleidingsefficiëntie ervan (hoofdstuk 4).

Slechts weinig amfibieën zijn bereid om lange afstanden langsheen een scherm af te leggen (Gewone pad: max. 200 m; Bruine kikker: max. 390 m) (Schwerdtle, 1986).

Tabel 5.3.: Overzicht van de door verschillende auteurs aanbevolen maximale afstanden tussen tunnels bij een trekrichting loodrecht op de weg (Vos en Chardon, 1994).

Scherm evenwijdig met de weg geplaatst	Auteur
20-60 m	Keresztes & Zürcher (1978)
30 m	Dexel & Kneitz (1989)
<= 50 m	Trentini & Trentini (1980), Woike & Neumann (1980)
30-50 m	Dierking-Westphal (1989)
60 m	Berthoud & Müller (1987)
60-70 m	Stoermer (1981)
40-80 m	Stolz & Podloucky (1983)
100 m	Grossenbacher (1981)
Scherm in V-vorm geplaatst	
80 m (hoek tussen trekrichting en scherm ca. 75°)	Stolz & Podloucky (1983)
100 m (hoek tussen trekrichting en scherm ca. 45°)	Stolz & Podloucky (1983)
200 m (hoek tussen trekrichting en scherm < 60°)	Grossenbacher (1981)

Op de punten binnen de trekzone waar het hoogst aantal amfibieën de weg oversteekt wordt een grotere tunneldichtheid - d.w.z. meer tunnels op korte(re) afstand van elkaar - voorgesteld dan op plaatsen waar minder dieren de weg kruisen.

5.2. Onderhoud van passages

Bij de aanleg van tunnels moet worden opgelet dat door de wegwerkzaamheden geen vreemd materiaal in de tunnel terechtkomt of daar nadien in achterblijft. Vooral in tunnels met een bovenliggend rooster gebeurt het wel eens dat bij de aanleg van het wegdek beton of asfalt in de tunnel valt en zich aan de tunnelbodem en -wand vasthecht. In zulk geval moet tijdens de werken het rooster en de tunnelingangen tijdelijk worden afgedekt.

Tunnels worden zodanig aangelegd dat ze zonodig gemakkelijk kunnen worden gereinigd en/of toegankelijk zijn. Tunnelsystemen die bovenaan van een rooster zijn voorzien, stellen doorgaans het minst problemen, vooral wanneer het rooster voor onderhoud kan verwijderd worden. Smalle tunnels moeten meer en regelmatig worden gereinigd want ze slibben snel en gemakkelijk dicht.

Het onderhoud vindt buiten de trekperiode plaats. Bij het reinigen mag uiteraard geen gebruik worden gemaakt van schadelijke stoffen (logen, zuren).

5.3. Overzicht van de verschillende passagesystemen

5.3.1. Tunnels

De tunnels kunnen in twee systemen worden onderverdeeld: één- en tweerichtingssystemen (tabel 5.4. en figuur 5.9.A.).

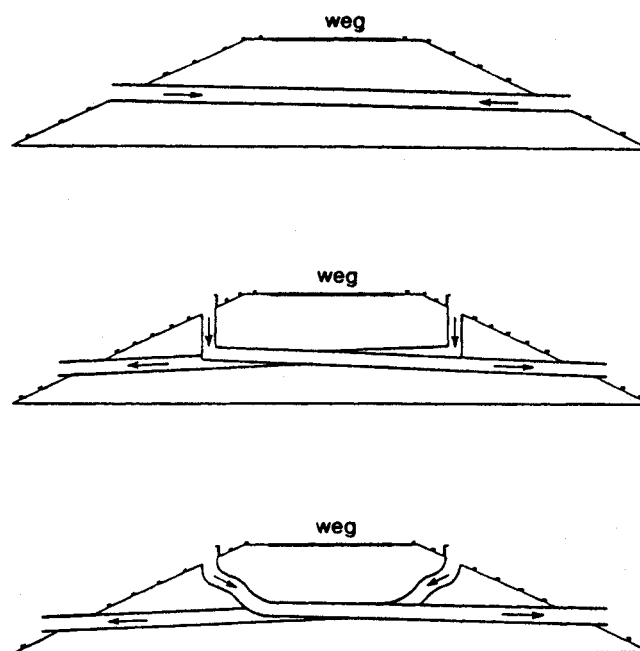
Tabel 5.4.: Onderverdeling van de tunnelsystemen.

1. éénrichtingssystemen waarbij de heen- en terugtrek door afzonderlijke tunnels plaatsvindt
 - 1.1. buisvormig met loodrechte invalschachten
 - 1.2. buisvormig met S-vormige invalschachten

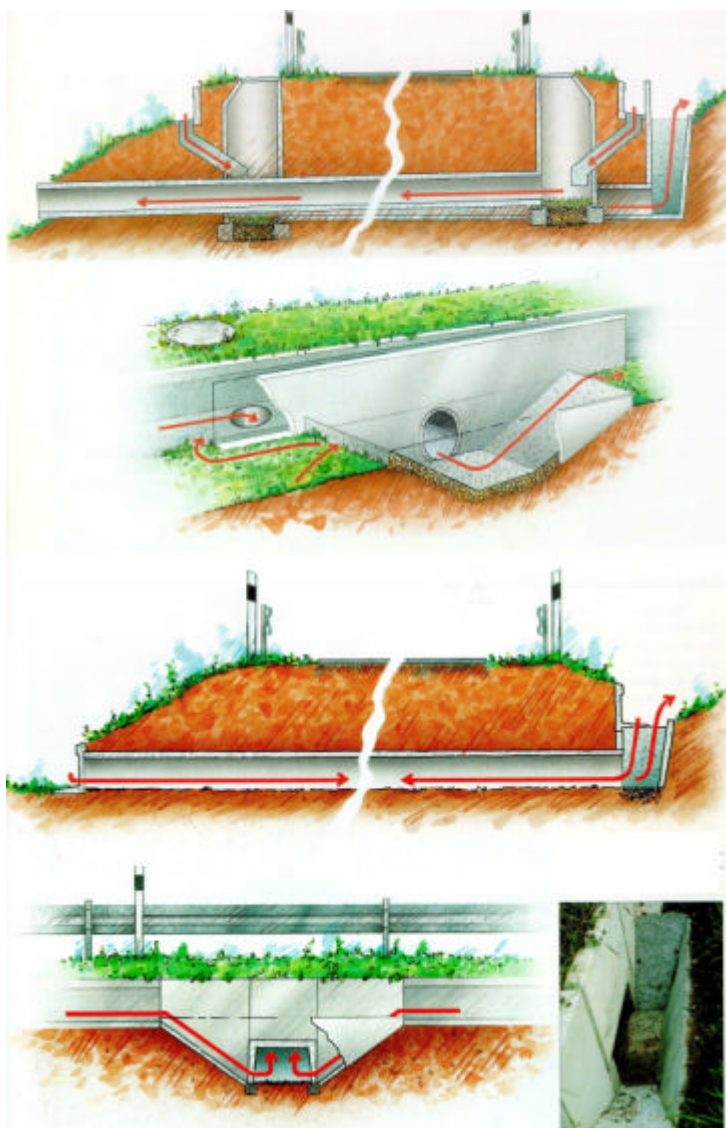
2. tweerichtingssystemen waarbij de heen- en terugtrek door dezelfde tunnel plaatsvindt
 - 2.1. buisvormig zonder lichtinval
 - 2.2. huifvormig (= half rond) zonder lichtinval
 - 2.3. kastvormig zonder lichtinval
 - 2.4. kastvormig met lichtinval aan bovenzijde door middel van een rooster

Bij het tweerichtingssysteem vindt de heen- en terugtrek door dezelfde tunnel plaats, terwijl bij het éénrichtingssysteem de heen- en terugtrek langs afzonderlijke tunnels verloopt (figuur 5.9.B.). Het belangrijkste verschil tussen beide systemen is dat bij het tweerichtingssysteem het dier vrijblijvend voor het gebruik van de tunnel kiest, terwijl bij het éénrichtingssysteem het dier gedwongen wordt de tunnel te doorlopen, nadat het in een schacht is gevallen die enkel langs de tunnel kan worden verlaten. Hoewel men aanvankelijk vol lof was over het éénrichtingssysteem (Berthoud & Müller, 1986), is men hiervan inmiddels grotendeels teruggekomen. Er werd immers vastgesteld dat de schacht voor veel diersoorten als een trechterval werkte en dat niet alle soorten bereid waren de tunnel te doorlopen. Daardoor trad ophoping en sterfte nabij de invalschacht op (Dexel & Kneitz, 1987). Een dergelijke sterfte werd niet geconstateerd bij tunnels waar de loodrechte invalsschacht werd vervangen door een S-vormige invalsschacht (Dexel & Kneitz, 1987) of waaraan bijkomende voorzieningen werden getroffen (Berthoud & Müller, 1987) (paragraaf 5.1.5.). Bij invalsschachten die diep liggen, bestaat ook het gevaar dat onder bepaalde weersomstandigheden de trek opgehouden wordt door opstuwning van koude lucht in de tunnel (Frey & Niederstrasser, 2000). Gebruik van het éénrichtingssysteem wordt thans enkel in uitzonderlijke gevallen voorgesteld, meestal onder moeilijke terreinomstandigheden. Het systeem heeft een belangrijk voordeel op plaatsen waar tunnels op grote diepte moeten worden aangelegd en waar waterinstroming grotendeels wordt ondervangen door de bijzondere constructie van de tunnelaansluiting.

Figuur 5.9.A.: Verschillende tunnelsystemen onder een weg: tweerichtingssysteem (A - boven); éénrichtingssysteem met loodrechte (A - midden) en S-vormige (A - onder) invalsschachten (naar: Dexel & Kneitz, 1987).



Figuur 5.9.B.: Verduidelijking van het één- (B - boven) en tweerichtingssysteem (B - onder): bij het éénrichtingssysteem verloopt de heen- en terugtrek langs afzonderlijke tunnels; bij het tweerichtingssysteem verloopt de heen- en terugtrek doorheen dezelfde tunnel. (naar: Dehlinger, 1991)



5.3.2. Goten

Tunnels die voorzien zijn van een bovenliggend rooster hebben veel gemeen met geleidingsgoten (paragraaf 4.3.1.1.). Geleidingsgoten moeten voorkomen dat amfibieën via een zijweg, oprit of andere bermopening alsnog op de hoofdweg terechtkomen.

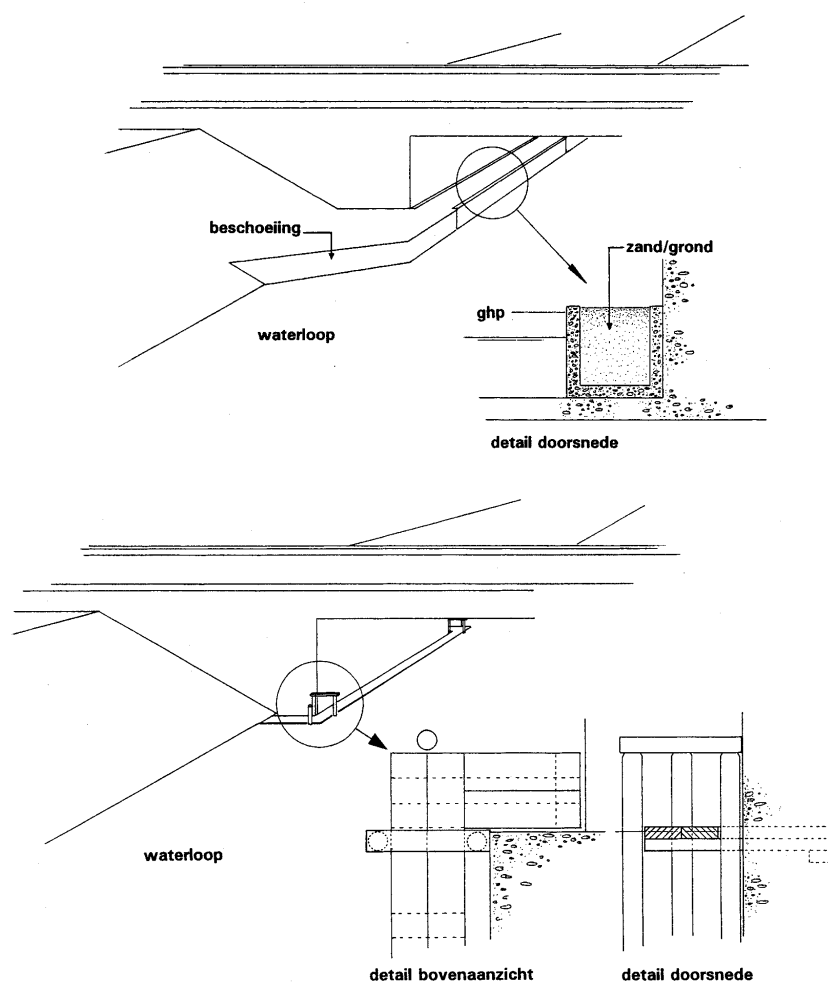
5.3.3. Aanpassingen van bestaande wegonderdoorgangen

Zowel nieuw aan te leggen als bestaande wegonderdoorgangen kunnen als onderdoorgang voor amfibieën worden ingezet. Op plaatsen waar kleine grachten en beken via een koker onder de weg doorlopen, wordt de koker langs zij voorzien van een loopstrook - doorgaans een houten plank of betonrichel - die naadloos aansluit op de oever of de berm (type ecoduiker) (figuur 5.10. - zie ook

paragraaf 5.1.7.). De loopstrook steekt boven het gemiddeld waterniveau uit. Ze is m.a.w. enkel onder uitzonderlijke omstandigheden overstroombaar en mag vooral gedurende de trekperiode niet onder water staan. Een smal loopvlak van minimaal 20 cm en hooguit 30 cm volstaat voor amfibieën (Brandjes et al., 2001). Langs de waterzijde is de loopplank of -richel voorzien van een opstaande kant van enkele centimeters hoog. Voor het overige gelden zoveel mogelijk de richtlijnen die voor amfibieëntunnels worden gehanteerd.

Langs beken waarvan de oevers zijn overbrugd en dus onder de weg doorlopen, worden de oevers zo natuurgetrouw mogelijk ingericht (principe ecoviaduct - paragraaf 5.3.5.).

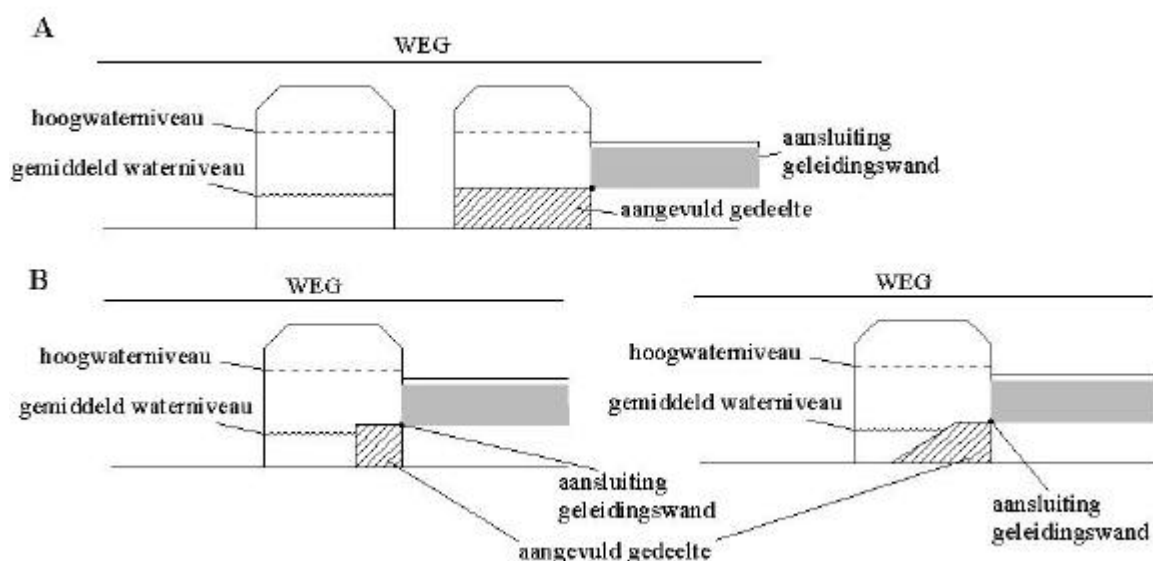
Figuur 5.10.: Twee basisconcepten voor de inrichting van een ecoduiker: aanbrengen betonnen looprichel, bij voorkeur met een kleine opstaande rand (boven) of aanbrengen loopplank (onder) langs tunnelwand. (naar: Oord, 1995)



Vooral dubbele of brede duikers onder de weg kunnen gedeeltelijk voor de geleiding van amfibieën en andere dieren worden ingeschakeld, door een gedeelte van de doorgang enkel bij een hoge waterstand overstroombaar te maken. Dat betekent dat in het geval van een dubbele duiker, één van de kokers op een hoger overstromingsniveau wordt gelegd, waardoor deze alleen waterafvoerende functie vervult wanneer zich een groot watervolume aanbiedt (figuur 5.11A). Dit deel van de duiker ligt dus een deel van het jaar droog. Ook in een enkele duiker kan een deel van de bedding worden opgehoogd tot net

boven het niveau van het gemiddeld waterdebiet volgens het principe van een ecoduiker (figuur 5.11B). Bij een gemiddelde of lage waterstand ontstaat dan een loopstrook waarlangs dieren de tunnel kunnen doorlopen.

Figuur 5.11.A & B. en foto 5.4.: Mogelijkheden voor de inschakeling van bestaande wegonderdoorgangen als ecoduiker: in het ene geval (A; zie ook foto - voorbeeld Visbeek in Vorselaar) vervult één van de kokers van een dubbele duiker, door ophoging van de bedding, slechts een waterafvoerende functie bij een hoge(re) waterstand; in het andere geval (B) wordt in een enkele koker eenderde van de bedding aangevuld tot iets boven het gemiddeld waterniveau, zodanig dat bij een lage(re) waterstand een loopstrook ontstaat. De duikers behouden op deze wijze grotendeels hun waterafvoerende capaciteit. (foto: Resource Analysis)



5.3.4. Verhoging van het wegdek

Bij smalle wegen kan overwogen worden om het wegdek over een bepaalde lengte met minimum 50 cm te verhogen en op peilers te plaatsen, zodoende dat de dieren onder de weg kunnen doorsteken. Dergelijke wegaanpassing is vergelijkbaar met die van een knuppelpad doorheen moerassig gebied.

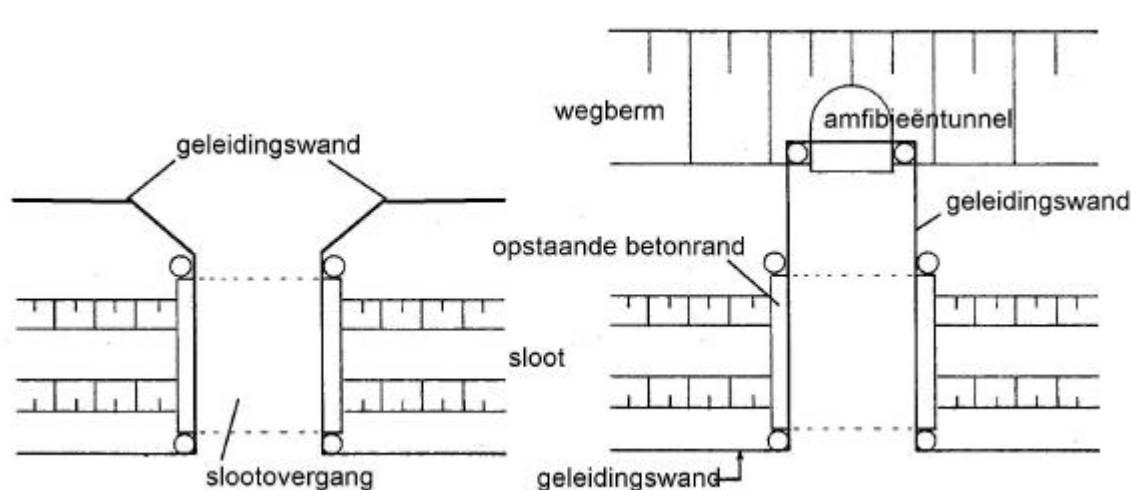
Zo'n wegverhoging is reeds met succes beproefd in Feldkirch/Voralberg in Oostenrijk waar een 3 m brede lokale weg over een afstand van 51 m met 50 cm werd verhoogd (Kyeck, 1995 en 1999).

5.3.5. Eco(via)ducten

Oversteekvoorzieningen voor amfibieën zijn soms te combineren met passages voor grotere diersoorten zoals ecoducten of ecoviaducten. Het verschil tussen beide is dat de dieren in het geval van een ecoduct over de weg worden geleid en in het geval van een ecoviaduct onder de weg. Een ecoviaduct verschilt evenwel van een tunnel omdat het een overbrugging van een terrein d.m.v. een brugconstructie betreft. Op het principe van een eco(via)duct wordt hier niet verder ingegaan. Wel is het belangrijk te weten dat een eco(via)duct, die eveneens in de geleiding van amfibieën voorziet, een aantal elementen in de natte sfeer moet bevatten - zoals poelen en natte/vochtige zones - en kleine landschapselementen moet herbergen die de geleiding verzorgen en schuilmogelijkheden bieden - zoals houtstapels, steenhopen, boomstronken, kleine struikgroepen en structuurrijke kruidenstroken.

Ecoducten kunnen ook specifiek voor amfibieën worden ontworpen en kunnen vooral dienen om afwateringskanalen met steile wanden of gelijkaardige smalle infrastructures te overbruggen (figuur 5.12.). Ze moeten wel worden voorzien van een geleidingswand met een overklimbeveiliging die voorkomt dat dieren in het kanaal vallen. De geleidingswand volgt de te beveiligen oeverzone en loopt langs weerszijden over het ecoduct door. Op dezelfde wijze kunnen ook zogenaamde "bermbruggen"⁶ van een geleidingswand worden voorzien, waarbij er moet op gelet worden dat de aansluiting op de wegberm zo optimaal mogelijk verloopt.

Figuur 5.12.: Voorbeeld van een klein ecoduct voor amfibieën over een sloot of afwateringskanaal. De geleidingswanden langs beide zijden van het kanaal moeten het invallen van amfibieën verhinderen. In het ene geval (rechts) wordt de slootovergang verbonden met een amfibieëntunnel onder de weg. (licht gewijzigd naar: Oord, 1995)



⁶ De inrichting van een "bermbrug" slaat op de gedeeltelijk ombouw van bestaande bruggen. Het principe omhelst het gedeeltelijk (= één of meerdere overlangse stroken) uitbreken van de verharding en de vervanging ervan door een natuurlijk grondsubstraat. Zodoende ontstaat langs één of twee zijden een berm waarop een gebiedseigen kruiden- en struikvegetatie tot ontwikkeling komt. De berm sluit aan op de bestaande berm langs zij van de brugaanzet. Dergelijke voorziening is vooral geschikt op bruggen met een extensief gebruik voor landbouw- of recreatiedoeleinden. De brug behoudt haar oorspronkelijk gebruiksfunctie maar de rijstrook wordt gereduceerd. Naargelang de gebruiksfunctie blijft een smal fiets- of wandelpad of één enkele rijstrook of dubbel rijspoor voor gemotoriseerd (landbouw)verkeer over.

5.4. Overzicht van geprefabriceerde passagesystemen

Er zijn nog geen vergelijkende onderzoeken uitgevoerd waarin de functionaliteit van de verschillende op de markt aangeboden tunnelsystemen worden vergeleken. Mogelijk komt dit omdat er - in tegenstelling tot geleidingswanden - minder specifiek op amfibieën toegespitste tunnelsystemen bestaan (tabel 5.5.). Enkel voor de ACO-tunnels zijn in het verleden verschillende onderzoeken gebeurd naar de werkzaamheid ervan (zie voor een overzicht van de studies Polivka et al., 1991 + de fiche met de systeembeschrijving). Om voornoemde reden zijn de tunnelbeschrijvingen beperkt tot de technische gegevens die door de fabrikanten werden verstrekt en waarvan de details in bijlage terug te vinden zijn (bijlage 6).

Tabel 5.5.: Overzicht van de commerciële passagesystemen, met aanduiding van de fabrikant en het basismateriaal waaruit ze zijn vervaardigd.

<i>nr.</i>	<i>systeemtype</i>	<i>product/fabrikant</i>	<i>materiaal</i>
<i>Gt1</i>	ACO-Pro-amfibieëntunnel AT200	ACO Drain n.v./Merchtem (B)	polyesterbeton
<i>Gt2</i>	ACO-Pro-amfibieëntunnel AT500	ACO Drain n.v./Merchtem (B)	polyesterbeton
<i>Gt3</i>	Zieger-amfibieëntunnel (zonder bodem)	Egon Zieger/Oberhausen-Rheinhausen (D)	beton
<i>Gt4</i>	Zieger-amfibieëntunnel (met bodem)	Egon Zieger/Oberhausen-Rheinhausen (D)	beton
<i>Gt5</i>	Mall-amfibieëntunnel	Mall-Beton/Ettlingen (D)	gewapende betonsteen
<i>Gt6</i>	KANN-amfibieëntunnel I	KANN Baustoffwerke/Bendorf-Mühlhofen (D)	beton
<i>Gt7</i>	KANN-amfibieëntunnel II	KANN Baustoffwerke/Bendorf-Mühlhofen (D)	beton
<i>Gt8</i>	Maibach-amfibieëntunnel	Maibach/Eschenbach (D)	gewapende betonsteen
<i>Gt9</i>	Maibach-Dywidag-tunnel	Maibach/Eschenbach (D)	gewapende betonsteen

Opmerking: in Altembroek ('s-Gravenvoeren) werden Hauraton-geleidingsgoten als tunnel gebruikt. Omdat het geen volwaardig tunnelsysteem is, is het bij de geleidingsgoten ondergebracht (tabel 4.3. - Gg6).

Slechts enkele - vooral Duitse fabrikanten - bieden aan amfibieën aangepaste tunnelementen aan. De elementen bestaan steeds uit (gewapend) beton of polyesterbeton; tunnelementen uit andere materialen worden niet aangeboden. In Vlaanderen zijn tot nog toe voornamelijk ACO-tunnelementen voor dit doel gebruikt terwijl in één enkel geval (*Altembroek* in 's-Gravenvoeren) ook niet voor amfibieën bestemde geleidingsgoten - in dit geval van *Hauraton* - als amfibieëntunnel zijn gebruikt. De goten zijn evenwel te smal om goed te kunnen functioneren (paragraaf 4.4.2.).

Tabel 5.6.: Vergelijkende beoordeling van geprefabriceerde tunnelelementen. (zie toelichting bijlagen 5 & 6)

Waardering/Systemen	Gt1	Gt2	Gt3	Gt4	Gt5	Gt6	Gt7	Gt8	Gt9
	<i>ACO-Pro-amfibieëntunnel AT200</i>	<i>ACO-Pro-amfibieëntunnel AT500</i>	<i>Zieger-amfibieëntunnel (zonder bodem)</i>	<i>Zieger-amfibieëntunnel (met bodem)</i>	<i>Mall-amfibieëntunnel</i>	<i>KANN-amfibieëntunnel I</i>	<i>KANN-amfibieëntunnel II</i>	<i>Maibach-amfibieëntunnel</i>	<i>Maibach-Dywidag tunnel</i>
<i>duurzaamheid materiaal</i>	++	++	++	++	++	++	++	++	++
<i>wandstructuur</i>	++	++	++	++	++	++	++	++	++
<i>bodemcontact</i>	0	0	++	+	++	0	0	0	++
<i>aansluiting wand en loopvlak</i>	0	++	++	++	++	++	++	++	++
<i>gebruiksgemak (aanleg)</i>	++	++	0	0	0	++	0	+	+
<i>gebruiksgemak (onderhoud)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>profiel</i>	0	0	++	++	++	++	++	+	++
<i>diameter</i>	0	0	?	?	++	+	++	++	++
<i>lichtinval</i>	++	++	0	0	0	++	0/++	++	0
<i>aansluiting op toegang</i>	+	+	++	++	++	+	++	+	++

++ ruim voldoende; + voldoende; 0 onvoldoende; ? geen waardering mogelijk

6. Andere voorzieningen

Niet alleen de wegen op zich, maar ook onderdelen en randinfrastructuren van de weg, vormen voor amfibieën een barrière en een gevaar. Dikwijls zijn het opstaande randen zoals boordstenen en keermuren die de weg van de berm scheiden en vooral jonge individuen verhinderen hun weg voort te zetten of langer dan nodig op de weg houden (Leedy & Adams, 1982; Grossenbacher, 1981). Dergelijke hindernissen dwingen amfibieën een andere weg te zoeken en het gebeurt dat ze daarbij op andere gevaren stuiten. Dat is bijvoorbeeld het geval wanneer langsheen de wand een rioolput gelegen is. Zo'n put werkt als een trechterspleet (Strothotte-Moormann & Formen, 1992; Ratzel, 1993; Philips & Philips, 1998) en kan ook nabij amfibieënvoorzieningen gevonden worden. Uit het buitenland is bekend dat amfibieën vanaf de weg in grote aantallen in rioleringen en uiteindelijk ook in waterzuiveringstations terechtkomen (o.a. Kaplan, 1983 en 1990; Ryser, 1990). Om te zorgen dat amfibieën alsnog een hindernis kunnen overbruggen of verlaten zijn tal van oplossingen bedacht.

Elk van deze oplossingen vraagt een eigen invulling die wordt aangepast aan de lokale situatie. Hierna worden enkel de belangrijkste oplossingsrichtingen aangegeven (tabel 6.1.). Elk van de oplossingen wordt besproken.

Tabel 6.1.: Overzicht van aanvullende beschermingsvoorzieningen voor amfibieën.

<u>Afscherming van migratiehindernissen</u>	6.1.
<input type="checkbox"/> Scheiding afwateringssysteem van trekroute	6.1.1.
<input type="checkbox"/> Aangepast afwateringsrooster	6.1.2.
<input type="checkbox"/> Aanbrengen rasterscherm	6.1.3.
<input type="checkbox"/> Opstaande rand	6.1.4.
<input type="checkbox"/> Afdichting spleet of opening	6.1.5.
<input type="checkbox"/> Afscherming pompmond	6.1.6.
<input type="checkbox"/> Permanente wand	6.1.7.
<input type="checkbox"/> Put-omleidingssteen	6.1.8.
<u>Aanpassing van migratiehindernissen</u>	6.2.
<input type="checkbox"/> Verlaagde boordsteen/trottoirband	6.2.1.
<input type="checkbox"/> Afschuining trapvormige elementen	6.2.2.
<input type="checkbox"/> Doorkruipopening	6.2.3.
<input type="checkbox"/> Overbrugging	6.2.4.
<u>Opvangvoorzieningen</u>	6.3.
<input type="checkbox"/> Slibemmer	6.3.1.
<input type="checkbox"/> Reukafsluiting	6.3.2.
<u>Uitstapvoorzieningen aan waterafvoer- en waterstockeringssystemen</u>	6.4.
<input type="checkbox"/> Kruipopening	6.4.1.
<input type="checkbox"/> Uitstapladder	6.4.2.
<input type="checkbox"/> Loopplank	6.4.3.
<input type="checkbox"/> Wandverlaging afwateringsgoot	6.4.4.
<input type="checkbox"/> Opvang- en uitstapvoorziening afwateringsgoot	6.4.5.

<u>Spoorrailvoorzieningen</u>	6.5.
<u>Opheffen of (tijdelijk) afsluiten van wegen</u>	6.6.
<u>Beperken en bemoeilijken van de verkeersdoorstroming</u>	6.7.
<u>Waarschuwborden</u>	6.8.
<u>Compenserende voortplantingsplaatsen en leefgebieden</u>	6.9.
<u>Aangepaste inplanting van wegen</u>	6.10.

6.1. Afscherming van migratiehindernissen

Behalve op het wegdek sterven veel amfibieën in de afwateringssystemen van wegen. Het is onbekend hoeveel amfibieën op deze wijze de dood vinden, maar hun aantal wordt hoog ingeschat (paragraaf 3.2.5.).

6.1.1. Scheiding afwateringssysteem van trekroute

Het best is dat geen riolering of afwatering wordt voorzien op plaatsen waar amfibieëntrek plaatsvindt. Kan dat niet dan moeten de dieren van het afwateringssysteem worden weggehouden. In de meeste gevallen betekent dit dat de riolering van de geleidingswand gescheiden wordt en tussen de weg en de geleidingswand wordt aangelegd (figuur 6.1.).

Foto 6.1.: Riolering en geleidingswand moeten gescheiden worden aangelegd, zoals bij de oversteekvoorziening aan de Bogaardenstraat in Oud-Heverlee.



6.1.2. Aangepast afwateringsrooster

Zo mogelijk worden rioolroosters op enige afstand van de boordsteen geplaatst, zodanig dat dieren die hierlangs trekken tussen de boordsteen en het rooster kunnen kruipen (zie ook 6.2.1.).

Spijlroosters waartussen amfibieën kunnen doorglippen, worden vervangen door roosters met dichte(re) spijlen (spijlafstand maximaal 1,6 cm) (foto 6.2.A.) of afgedekt met grove kiezel (figuur 6.3.). Dergelijke aanpassingen verminderen de wateropvangcapaciteit, waardoor zulke oplossing enkel inzetbaar is op plaatsen met een beperkte waterafvoer. Een nauwere spijlafstand verhindert bovendien niet dat salamanders en jonge kikkers en padden alsnog door het rooster kunnen vallen. Anderzijds kunnen ook roosters waarvan de spijlen in de verlengde van de trekrichting liggen het aantal slachtoffers verminderen (foto 6.2.B.).

Foto 6.2.A & B.: Voorbeelden van aan amfibieën aangepaste rioolroosters met kleine, dichte en smalle openingen in een rooster dat voldoende houtvast geeft (plat rooster) (links) en een plat rooster met lang spijlen in het verlengde van de trekrichting (rechts). In het eerste geval werd het rooster op enige afstand van de borduur gelegd; in het tweede geval werd de borduur voor een stuk verlegd. (foto's: Zulauf + Partner in Zumbach et al., 1996; Meier & Schelbert)



6.1.3. Rasterscherm

Waar amfibieën in waterafvoersystemen kunnen terechtkomen, kan op de plaatsen waar inspoeling in het rioleringsysteem dreigt, een metalen of houten raamwerk met een fijnmazig net (< 0,5 cm) voor de inspoelopening worden geplaatst (foto 6.3.). Zo'n raamwerk is een eenvoudige aan de opening aangepaste constructie die geheel op de buis- of gootwand aansluit. De voorziening heeft enkel zin wanneer langs zij ook een uitstapmogelijkheid voorhanden is (paragraaf 6.4.).

Hetzelfde systeem kan ook op smalle waterafvoerkanalen (figuur 6.13.) en in putopeningen worden toegepast. Bij rioolputten wordt het raster bij voorkeur onderaan het rooster bevestigd om beschadiging te voorkomen. Dergelijke rasters houden ook vuil tegen en dat kan tot opstoppingen leiden. Daarom is het noodzakelijk dat het raster regelmatig - in de regel volstaat tweemaal per jaar - wordt gecontroleerd en zonodig wordt vrijgemaakt. Vooral na zware regenval en in de herfst is enige opvolging aangewezen. Het raster wordt zonodig alleen gedurende de belangrijkste trekperiodes aangebracht.

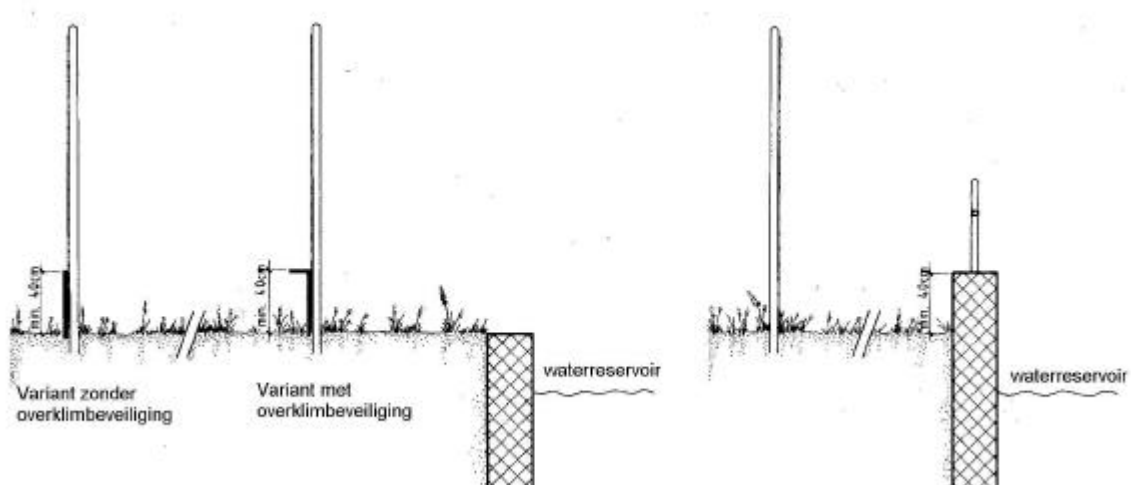
Foto 6.3.: Beveiliging van een rioleringstoevoer door middel van een fijnmazig net dat voor de buisopening wordt gespannen (voorbeeld Toekomstlaan in Beerse).



6.1.4. Opstaande rand

Zoals een geleidingswand verhindert dat amfibieën op de weg terecht komen, zo kan een opstaande rand voorkomen dat dieren in afwaterings- of wateropvangsystemen terecht komen. Bij nieuwbouw kan dat door de constructie minstens 40 cm en liefst 60 cm boven het maaiveld te laten uitsteken. Bij bestaande constructies die gelijk met het maaiveld liggen of er slechts een beetje boven uitsteken, kan tot op dezelfde hoogte een ondoordringbare omheining worden opgetrokken (figuur 6.1.). In beide gevallen moet zoals bij geleidingswanden een overklimbeveiliging worden voorzien (hoofdstuk 4) om te verhinderen dat de dieren alsnog tegen de wand klimmen.

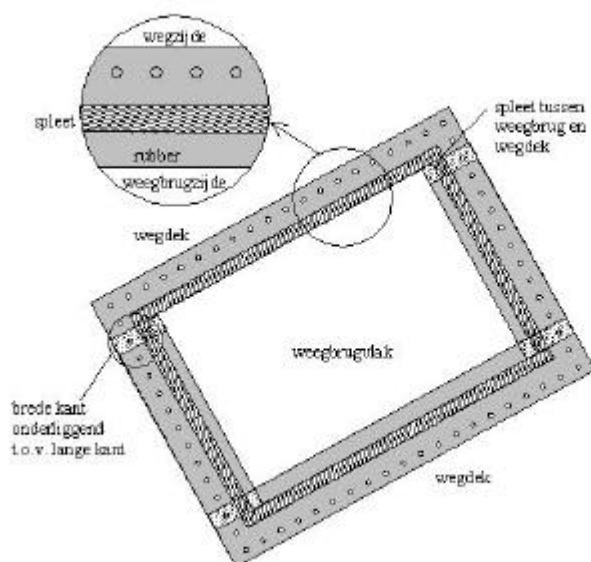
Figuur 6.1.: Opstaande rand langsheen een betonnen waterbekken: bestaande bekken (A) en nieuwe bekken (B). (naar: Zumbach et al., 1996)



6.1.5. Afdichting van spleten en openingen

Gebeurlijk vormt ook wegebepaalde randinfrastructuur, zoals weegbruggen en andere ondergrondse ruimten, een gevaar voor amfibieën. Zo zijn er gevallen bekend (o.a. *Toekomstlaan* in Beerse) waar amfibieën in de kelderruimte van een weegbrug vallen langs de spleten tussen het weegplateau en het wegdek. In dergelijke gevallen kunnen de ingetuimelde dieren langs een uitstapsysteem terug naar buiten worden geleid (paragraaf 6.4.), maar het is gemakkelijker middels een afdichting te vermijden dat de dieren in de put terechtkomen. Spleten die deel uitmaken van een beweegbaar systeem kunnen evenwel niet zondermeer worden dichtgemaakt. In voorkomend geval wordt gebruik gemaakt van een dikke en stevige rubberen band met een aan de spleetopening aangepaste breedte (figuur 6.2.). De rubberband wordt langs één zijde aan de omliggende verharding bevestigd en moet goed aansluiten om te vermijden dat de dieren zich er alsnog proberen tussen te wringen. De dichting dient de spleet geheel en met voldoende overlapping van het weegplateau af te dekken. Wanneer een voertuig op het weegvlak rijdt, zakt het plateau maar blijft de rubberen band in positie.

Figuur 6.2.: De brede spleten van in dit geval een weegbrug kunnen met brede rubberen stroken worden dichtgemaakt. De banden worden aan het vaste wegvlak bevestigd.



Openingen waarin amfibieën kunnen vallen worden bij voorkeur definitief gedicht. Indien dat niet kan, moet het gat worden beveiligd met een aangepast rooster of een rasterscherm (paragraaf 6.1.3.).

6.1.6. Afscherming pompond

Het feit dat amfibieën in het afwateringssysteem terechtkomen, vormt niet de enige bedreigende factor. Veel amfibieën komen uiteindelijk in het pompsysteem, waarmee water uit het verzamelbekken of de verzamelput wordt gezogen, aan hun einde. Door het pompen worden ze met het water in het pompgebied gezogen met alle gevolgen van dien. De aanzuigopening moet daarom worden beveiligd met een fijnmazig net (< 0,5 cm) dat over de pompond wordt getrokken en dat rondom nog eens door een gaasbak wordt afgeschermd (foto 6.4.). De dubbele beveiliging dient de bedreigde dieren de kans te geven van de pompond weg te zwemmen alvorens ze geheel in de aanzuigstroom terechtkomen.

Foto 6.4.: Bescherming van de aanzuigopening van een pompsysteem in een ondergronds waterreservoir. Langs de vlottende goot kunnen dieren naar buiten kruipen.

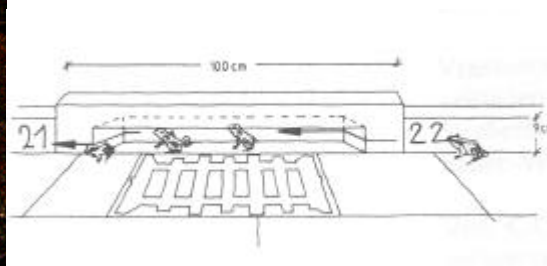
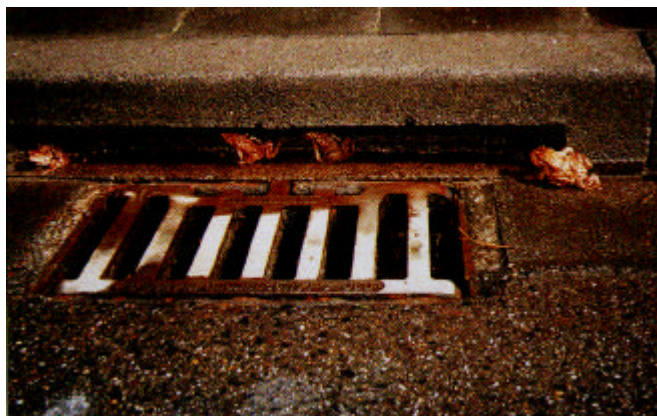


6.1.7. Permanente wand

Het gebeurt dat de heentrek over wegen vanaf beide wegzijden plaatsvindt, zoals o.a. is vastgesteld aan de *Hoogzij* in Genk, de *Lange Dreef* in Westouter en de *Hoogstraat* in Sint-Pieters-Leeuw. Onder omstandigheden wordt ervoor geopteerd de migratieroute te onderbreken en de migrerende dieren langs één zijde van de weg te houden (Podloucky, 1989), door een permanente wand - aangelegd volgens hetzelfde concept als een geleidingswand (hoofdstuk 4) - langsheen beide wegzijden op te trekken. Dergelijke constructie leidt tot een opsplitsing van een populatie en tot het isolement van deelpopulaties langs elke zijde van de weg. Het is daarom enkel onder uitzonderlijke omstandigheden te verantwoorden wanneer het voortbestaan van elk van de deelpopulaties verzekerd is en een uitwisseling tussen de deelpopulaties alsnog elders kan plaatsvinden.

Een permanente wand kan ook dienstig zijn om de dieren van welbepaalde gevarenszones weg te houden of af te schermen (zie o.a. paragraaf 6.1.4.) en in een welbepaalde richting te dwingen. Doorgaans worden dergelijke plaatsen alsnog door een aantal individuen omzeild, maar het merendeel verkiest een andere trekrichting, weg van de gevaarzone (Buck, 1988).

Foto 6.5.: Voorbeeld van een put-omleidingssteen. (foto: Rosenkranz; figuur naar de Vries, 1994)



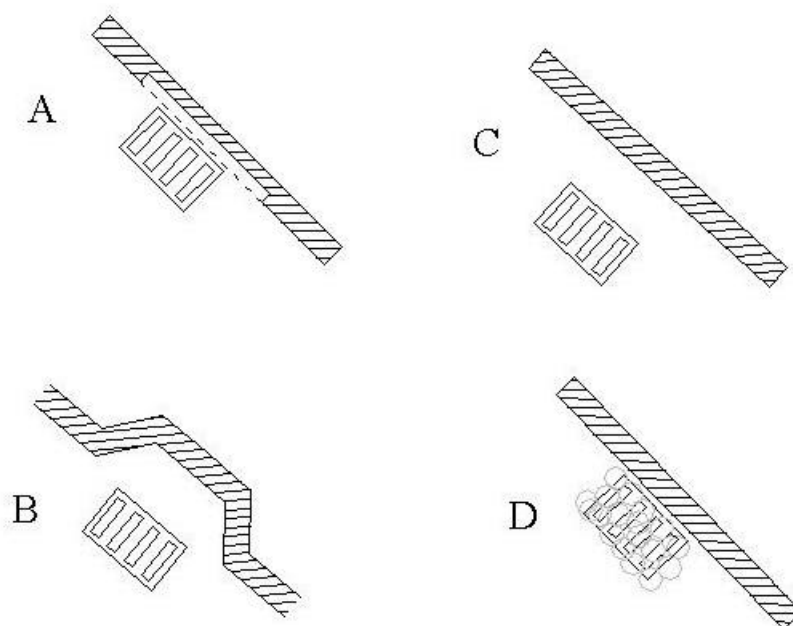
6.1.8. Put-omleidingssteen

Padden kunnen om een rioleringsrooster worden heengeleid middels een uitsparing van enkele centimeters in de boordsteen (foto 6.5.). Uiteraard is het ook mogelijk om de boordsteen ter hoogte van het riool minstens een twintigtal centimeters te verschuiven, waardoor de dieren van de rioolinlaat worden weggeleid (foto 6.2.) of de stoep op enige afstand van de straatgoot aan te leggen (figuur 6.3.).

6.2. Aanpassing van migratiehindernissen

Kantstenen, trappen, muurtjes en gelijkaardige opstaande hindernissen die de trekroute onderbreken worden het best uitbroken. Kan dat niet dan moeten ze over regelmatige afstanden worden onderbroken of van een over- of onderdoorgang worden voorzien. De afstand tussen de doorgangen mag maximaal 100 m bedragen en ligt zoals bij tunnels bij voorkeur tussen 30 m en 70 m.

Figuur 6.3.: Aanpassingen van stoepranden om amfibieën van rioolputten weg te leiden: put-omleidingssteen (A), lokaal achteruitgeschoven boordsteen (B), geheel achteruitgeschoven boordsteen (C) en grove keien of een net bovenop het rioolrooster (D).



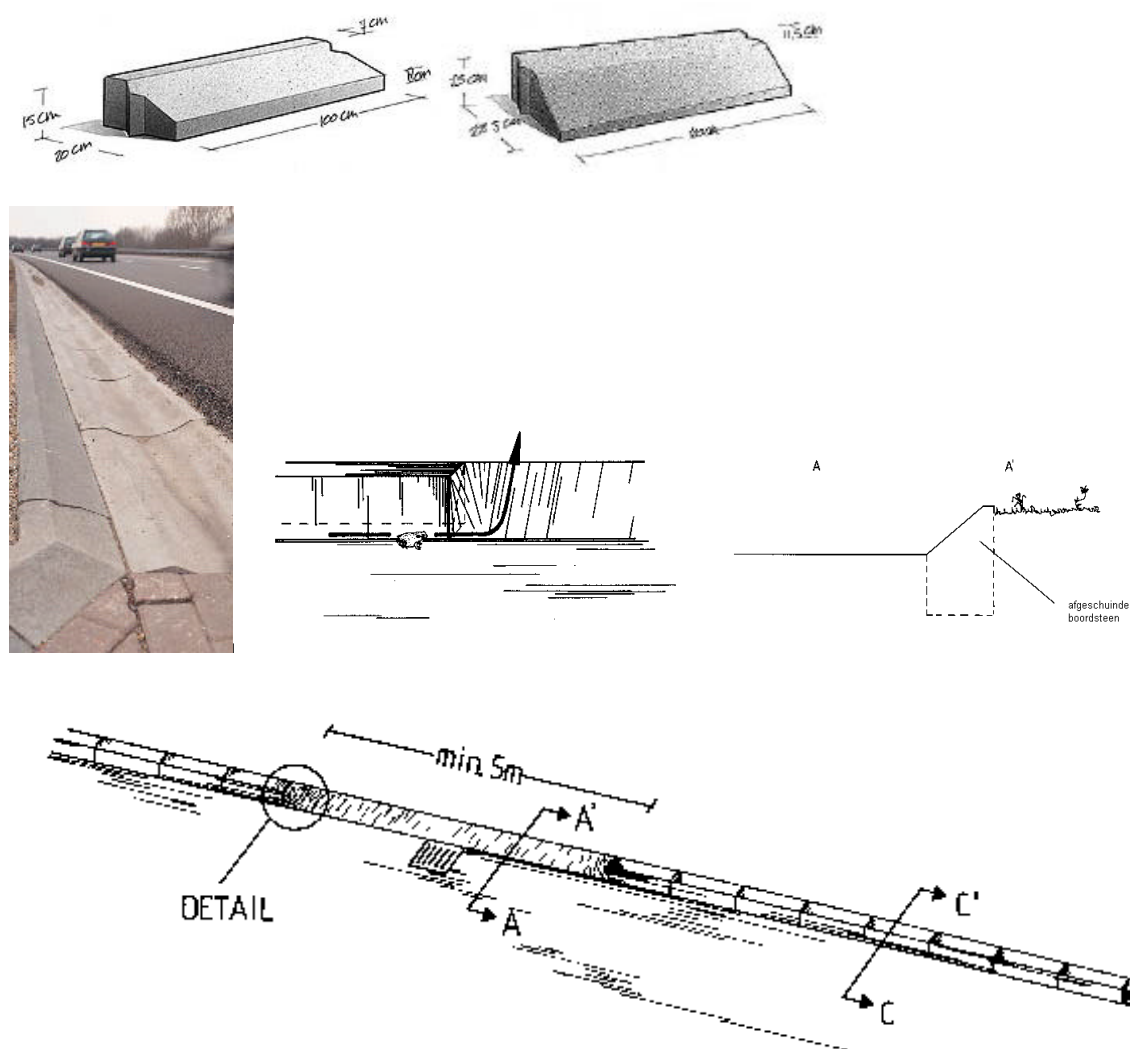
6.2.1. Verlaagde boordsteen/trottoirband

De recht opstaande boordstenen/trottoirbanden van stoepen en rioolgoten kunnen (plaatselijk) vervangen worden door afgeschuinde/vlakke boordstenen (figuur 6.4.) of worden voorzien van verloopstukken (= trapsgewijze opbouw). Indien dat moeilijk of onmogelijk is dan moet minstens om de 30 tot 50 m met asfalt of beton een kleine (ongeveer 1 m lange), schuine opstap tegen de stoeprand worden aangelegd (figuur 6.5.) (Münch, 1991b; Münch et al., 1995). Dergelijke opstapjes lopen geleidelijk omhoog en mogen geen scherpe kanten vertonen. Ze moeten van alle zijden een schuin verloop krijgen.

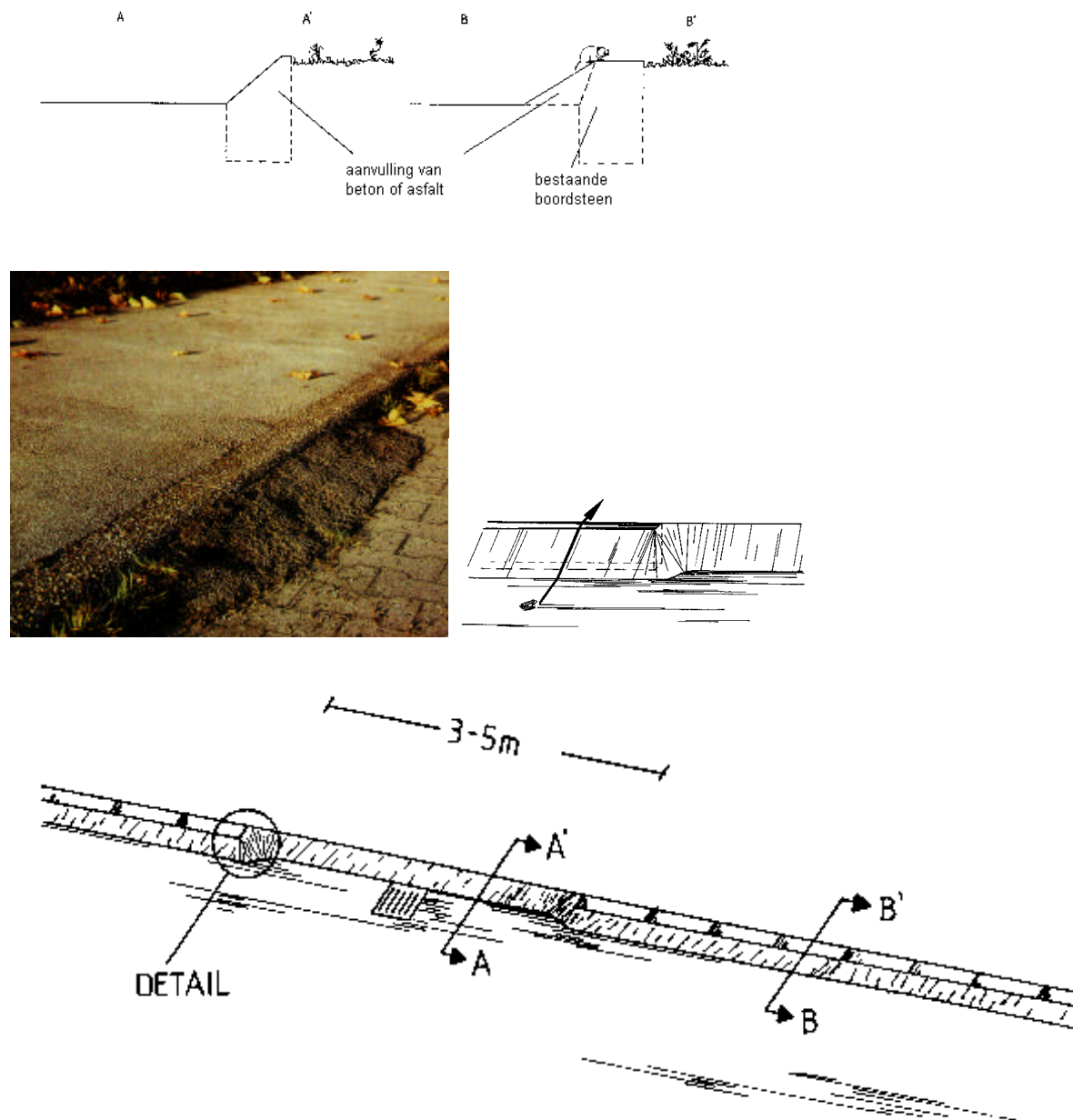
Daar waar een rioleringsrooster langsheen de trottoirband ligt, moet op enige afstand van het rooster langs weerszijden een bredere opstapstrook of trottoirbandverlaging over een afstand van minstens 3 tot 5 m worden aangelegd (Ratzel, 1993). De afstand tussen de verschillende opstapconstructies wordt bepaald door de afstand tussen de riooldeksels, maar bedraagt doorgaans niet meer dan 10 à 15 m.

Langs waterafvoerkanalen die uit betonelementen zijn opgebouwd wordt tenminste om de 20 m een wandverlaging uitgevoerd langsheen de oeverzijde (figuur 4.10.). Het volstaat doorgaans om in de wand een tweetal elementen weg te nemen. De open rand wordt afgeschuind onder een hellingshoek van 1:1 of beter nog 1:2. Onder een steile hoek kan zondig wat kiezelsteen of ander ruw materiaal worden aangebracht om het uitklimmen te vergemakkelijken.

Figuur 6.4.: Afschuining van een trottoirband door het vervangen van de boordstenen door afgeschuinde boordstenen. (foto en bovenste tekeningen: Bosch)



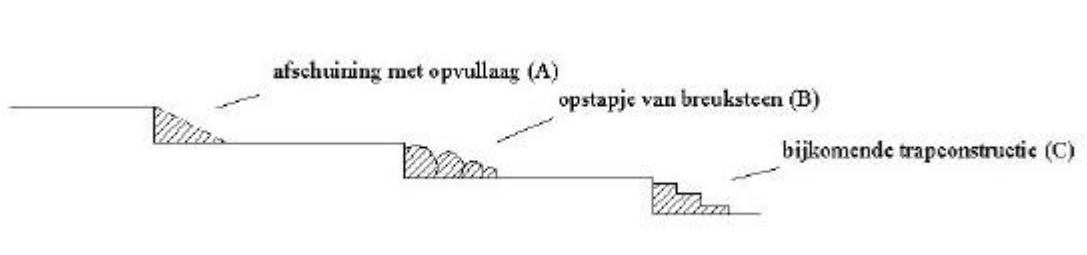
Figuur 6.5.: Afschuining van een opstaande trottoirband door middel van beton of asfalt. (foto: Münch)



6.2.2. Afschuining trapvormige elementen

In heuvelachtige terreinen worden afwateringsgoten veelal trapvormig aangelegd, waardoor amfibieën die in de goot terechtkomen enkel dalafwaarts de goot kunnen aflopen. Een hoogteverschil van 8 cm volstaat om de doorgang aan salamanders te ontzeggen (Thielcke et al., 1991). In zulke gevallen is het hoogteverschil te overbruggen door tegen de opstaande rand een kleine afschuining of een klein opstapje te voorzien (figuur 6.6.).

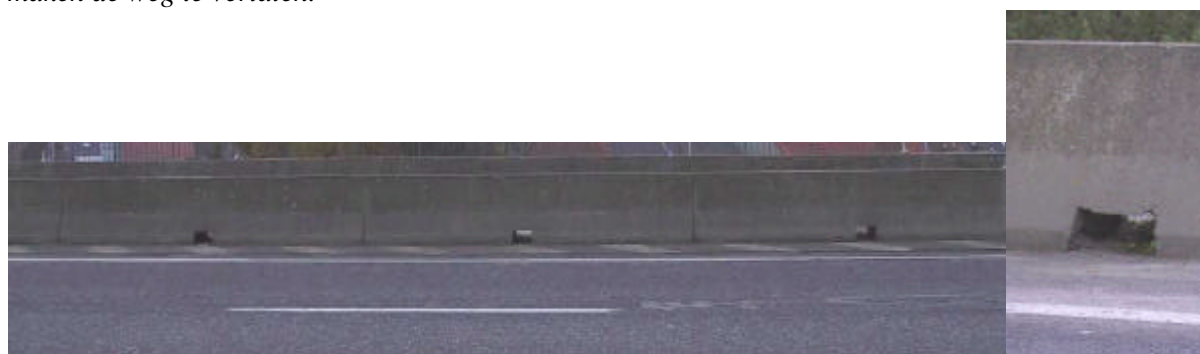
Figuur 6.6.: Afschuiving van een trapvormige afwateringsgoot d.m.v. een hellende randconstructie (A), een opstapje met gefixeerde breuksteen van verschillende grootte (B) en een meer geleidelijk opgaande gecementeerde trapconstructie (C).



6.2.3. Doorkruipopening

Bij randconstructies die een hindernis opwerpen kan het nodig zijn om tegen het grondoppervlak één of meerdere openingen in de hindernis te maken of uit te sparen waardoor de amfibieën kunnen kruipen. Dergelijke opening mag evenwel de stabiliteit van de constructie niet in gevaar brengen. Doorgaans volstaat het een deel/element te verwijderen of een stuk naar achter of naar voor te schuiven, zodanig dat ertussen een opening ontstaat. In de regel voldoet voor amfibieën een slechts 10 cm hoge maar wel voldoende lange opening (> 100 cm) (foto 6.6.). De werkzaamheid verhoogt evenwel met de grootte (= lengte), net zoals bij amfibieëntunnels, omdat de kans verkleint dat amfibieën ze voorbijlopen.

Foto 6.6.: Doorkruipopeningen in betonnen veiligheidsstootbanden moeten het kleine dieren mogelijk maken de weg te verlaten.



Vooraf in de bebouwde omgeving kunnen omheiningen met een betonnen plaat aan de voet een barrière voor (een deel van) de trekkende amfibieën opwerpen, al kunnen ze onder bepaalde omstandigheden ook als geleidingswand dienen. Omdat ze evenwel niet als amfibieëngeleiding zijn aangelegd berust hun werkzaamheid veeleer op toeval. Om dergelijke afsluitingen alsnog oversteekbaar te maken kan op regelmatige afstand (bv. om de 10 m):

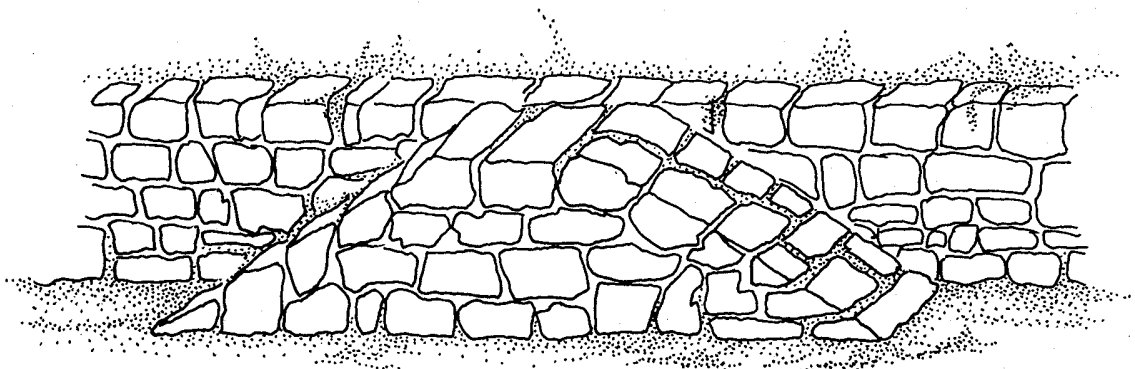
- ❑ langs weerszijden van de omheining een kleine, langzaam hellende aarden wallen worden opgeworpen tot aan de bovenrand van de betonplaat;
- ❑ gelijk aan het maaiveld een langgerekte opening in het beton worden uitgespaard;
- ❑ één betonplaattelement worden weggenomen.

6.2.4. Overbrugging

Een hoge hindernis is te overbruggen door langs weerszijden en zo mogelijk evenwijdig aan elkaar een opstapje aan te leggen. Dergelijke opstap wordt met materiaal uit de omgeving opgeworpen zoals

aarde of stenen en beschrijft een geleidelijke helling tot tegen de bovenrand van de hindernis met een stijgingspercentage van maximaal 60% (Zumbach et al., 1996) (figuur 6.7.) (zie ook paragraaf 6.2.3.).

Figuur 6.7.: Overbrugging van een stapelmuurtje. (naar Percsy, 1994)

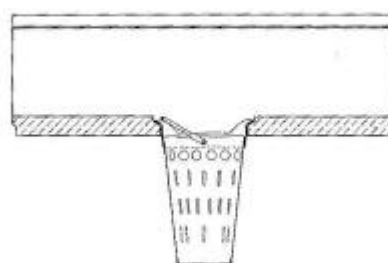
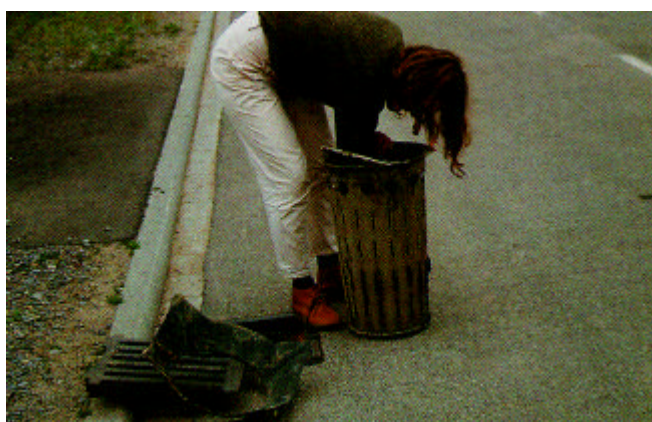


6.3. Opvangvoorzieningen

6.3.1. Slibemmer

Slibemmers vormen weliswaar een val voor amfibieën maar kunnen tegelijk ook dienst doen als opvang voor amfibieën die in de riolering terechtkomen, op voorwaarde dat de emmers regelmatig manueel worden geleidigd (zoals bij een overzetactie) (foto 6.7. en figuur 6.8.). Omdat in de meeste slibemmers de wateruitloopgaten langsij van de emmer zijn gemaakt, blijft er altijd wat water instaan waarnaar de amfibieën aangetrokken worden. Daarom moeten in de emmerbodem bijkomend kleine gaten worden gemaakt om zijgen van het water mogelijk te maken. De gaten mogen uiteraard niet te groot zijn om hun functie als slibvang te blijven vervullen, maar mogen ook weer niet te klein zijn, omdat ze anders gemakkelijk verstopen.

Foto 6.7. en figuur 6.8.: Voorbeeld van een slibemmer voor rioolputten (model BIRCO). Dergelijke emmers moeten wel regelmatig worden geleegd. (foto Dehlinger, 1991)



6.3.2. Reukafsluiter

Reukafsluiters kunnen in uiteenlopende soorten rioleringsschachten worden aangebracht zonder dat de afwateringsfunctie in gevaar komt. De amfibieën vallen dan niet in de slibvang maar blijven in de afsluiter zitten. Wanneer op de schuine wanden van de metalen afsluiter een antisliplaag wordt aangebracht, kunnen de dieren er gemakkelijk uitklimmen (foto 6.8.A en B).

Foto 6.8.A & B.: Enkele typen van reukafsluiters. (foto: Zumbach et al., 1996)

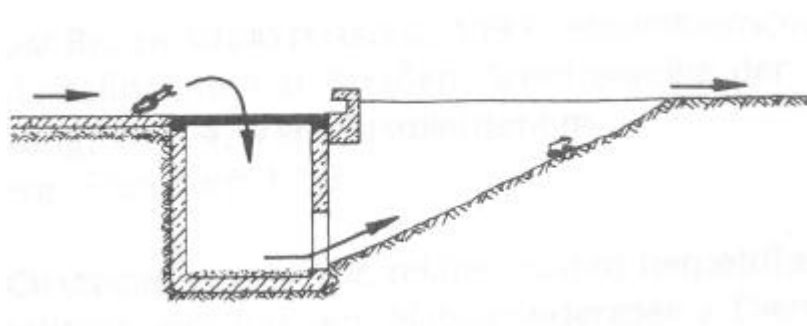


6.4. Uitstapvoorzieningen waterafvoer- en stockeringssystemen

6.4.1. Kruipopening

Langs afwateringskanalen en -putten kan onderaan, langsheen de bermzijde, een opening worden gelaten, waarlangs amfibieën uit de put of het kanaal kunnen kruipen (figuur 6.9.). De amfibieën geraken naar de berm langs een licht afgeschuind loopvlak dat met de kruipopening in verbinding staat en op enige afstand van de weg in de berm uitmondt.

Figuur 6.9.: Principe van een eenvoudige putuitstap. (naar: de Vries, 1994)



6.4.2. Uitstapladder

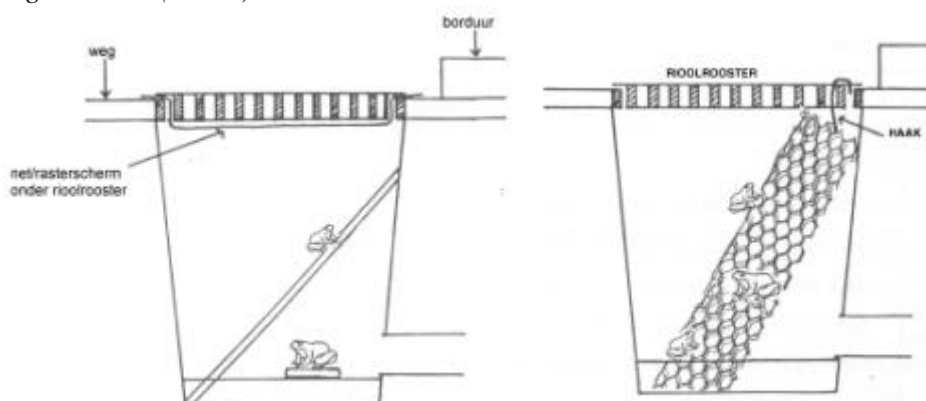
In de onder- en bovengrondse waterbekkens van waterzuivering- en waterpompstations en in regenwaterreservoirs moeten uitstapvoorzieningen worden aangebracht om dieren die via de riolering

in het station terechtkomen of langs de gladde en of steile wand in het water schuiven de mogelijkheid te bieden uit het bekken te kruipen. Kaplan (1983) beschrijft hoe na het aanbrengen van een uitstapvoorziening, over een periode van 10 jaar, 6.483 amfibieën, waaronder meer dan 2.890 Gewone padden, uit een riolering werden gered. Gelijkaardige vaststellingen deden ook Bitz & Thiele (1992).

De vormgeving van de voorziening wisselt naargelang de functie van het wateropvangbekken. Bij open waterbekkens met wisselende waterstanden kan dat bijvoorbeeld middels een zacht hellende bordestrap of ladder ofwel met langszij hangende houtbussels gebeuren. Op dezelfde wijze kunnen ook blus- of sproeiwaterreservoirs in nijverheidszones en rond tuinbouwbedrijven van een uitstapmogelijkheid worden voorzien al is het beter om in zulke gevallen langs één zijde een damwandverlaging aan te brengen of een zwak hellende oever te creëren.

In putopeningen met een ondergrondse opvangruimte (bv. een slibemmer of een klein bezinkingsbekken) kan, in afwachting van een meer duurzame beveiliging, tijdelijk een eenvoudige uitstapvoorziening in de vorm van een vlotje dat met een stevige en ruwe uitklimstok (figuur 6.10A.) of een stevig stuk gaasdraad is verbonden (figuur 6.10B.) worden aangebracht, waarlangs de dieren alsnog uit de put kunnen kruipen.

Figuur 6.10. A en B: Voorlopige putuitstap met vlotje dat aansluit op een houten stok (links) of een stuk gaasdraad (rechts).



6.4.3. Loopplank

Meer gesofisticeerde systemen om amfibieën uit het water te helpen, bestaan uit een ruwe loopplank met opstaande randen (Zumbach et al., 1996). In het geval de loopplank in een ondergronds waterreservoir ligt, volstaat een rechte zijwand (figuur 6.11.A.), maar in het geval van een open waterbekken wordt de wand beter trapeziumvormig opgebouwd om predatie door vogels te verhinderen (figuur 6.11.B.). Het gehele systeem wordt vlottend gehouden omdat het bij elke waterstand moet kunnen functioneren. Het loopvlak moet de dieren voldoende houvast geven en moet daarom ruw zijn. Geschikt zijn:

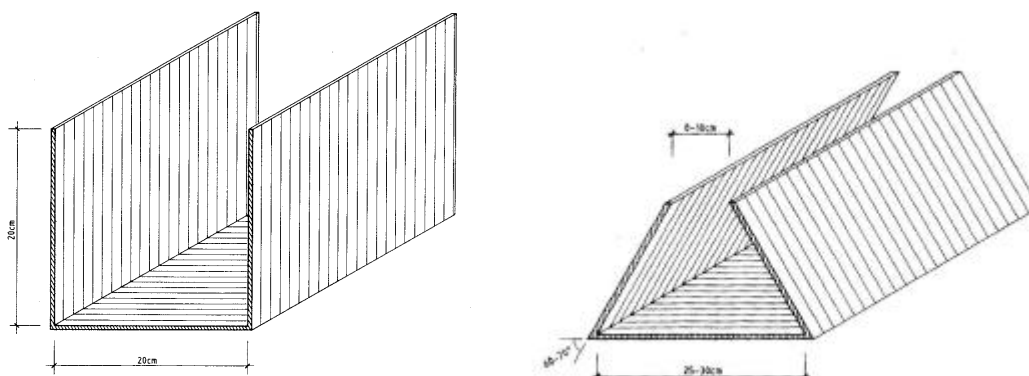
enkel in gesloten bekkens

- ❑ gedemagnetiseerd chroomstaal/blik met gaten van maximaal 4mm; elektrolytisch gepolijst

in open en gesloten bekkens

- ❑ polyethyleen met gezandstraald loopvlak en gladde wanden
- ❑ vocht- en weersbestendig hardhout zonder synthetische doordrenking, met verruwd loopvlak en gladde wanden

Figuur 6.11.A en B: Principes van loopplanken in een gesloten (links) en open wateropvangsysteem (rechts). (naar: Zumbach et al., 1996)



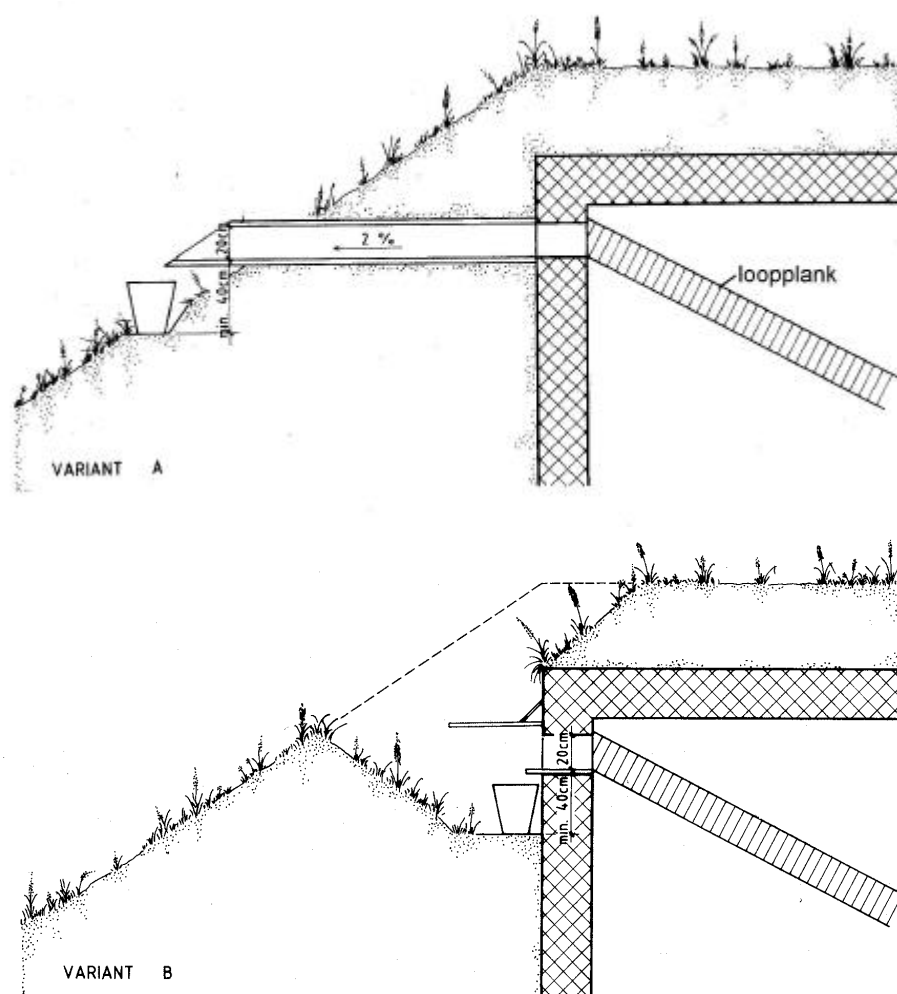
De loopplank helt maximaal 60% en leidt vanaf de pompkoker via de kortst mogelijke weg en in één rechte lijn naar de uitgang. In een gesloten bekken is het zinvol dat langs de uitkruipopening wat licht binnenvalt; het licht trekt de amfibieën aan en helpt hen de uitgang te vinden. In erg diepe waterbekkens kan het zinvol zijn om te werken met een tussenbordes of de loopplank te geleiden naar een lagergelegen overloop of afvoerleiding. Het onderste element moet op de bodem van de pompkoker rusten. Daar verzamelen zich de dieren wanneer het reservoir leeg is en doorgaans is dat ook de plek waar de stroming het geringst is wanneer er water instroomt. Aan de voet van de loopplank moet een horizontaal platform worden aangebracht dat tot tegen de bekkenwand reikt, zodanig dat de dieren gemakkelijker de weg naar de loopplank vinden. In bepaalde gevallen kan ook ter hoogte van de loopplank een geleidingsstuk tussen de bekkenwand en de plankopstap worden gebouwd (foto 6.9.).

Foto 6.9.: Geleidingsstuk uit hard rubber tussen loopplank en bekkenwand. (foto: Bärtschi & Schelbert in Zumbach et al., 1996)



De uitkruipopening komt uit in de vegetatie of wordt van bovenaf afgeschermd (figuur 6.12.A en B.). De opening is even breed als de loopplank en ligt minstens 40 cm boven het maaiveld om te vermijden dat van buitenaf dieren in het bekken terechtkomen.

Figuur 6.12.A & B.: Principeschetsen van uitstapvoorzieningen voor amfibieën, die via een tunnel (A) of onmiddellijk (B) naar buiten leiden. (naar: Zumbach et al., 1996)



6.4.4. Wandverlaging afwateringsgoot

Amfibieën die in U-vormige afwateringsgoten terechtkomen, kunnen deze niet verlaten. Daarom moet op plaatsen waar regelmatig dieren in goten sukkelen, een wandafschuiving of -verlaging langs de bermzijde worden aangebracht (figuur 4.10.) en dat over de gehele lengte van de trekstrook of op regelmatige afstanden van elkaar - bijvoorbeeld om de 20 m.

6.4.5. Opvang- en uitstapvoorziening afwateringsgoot

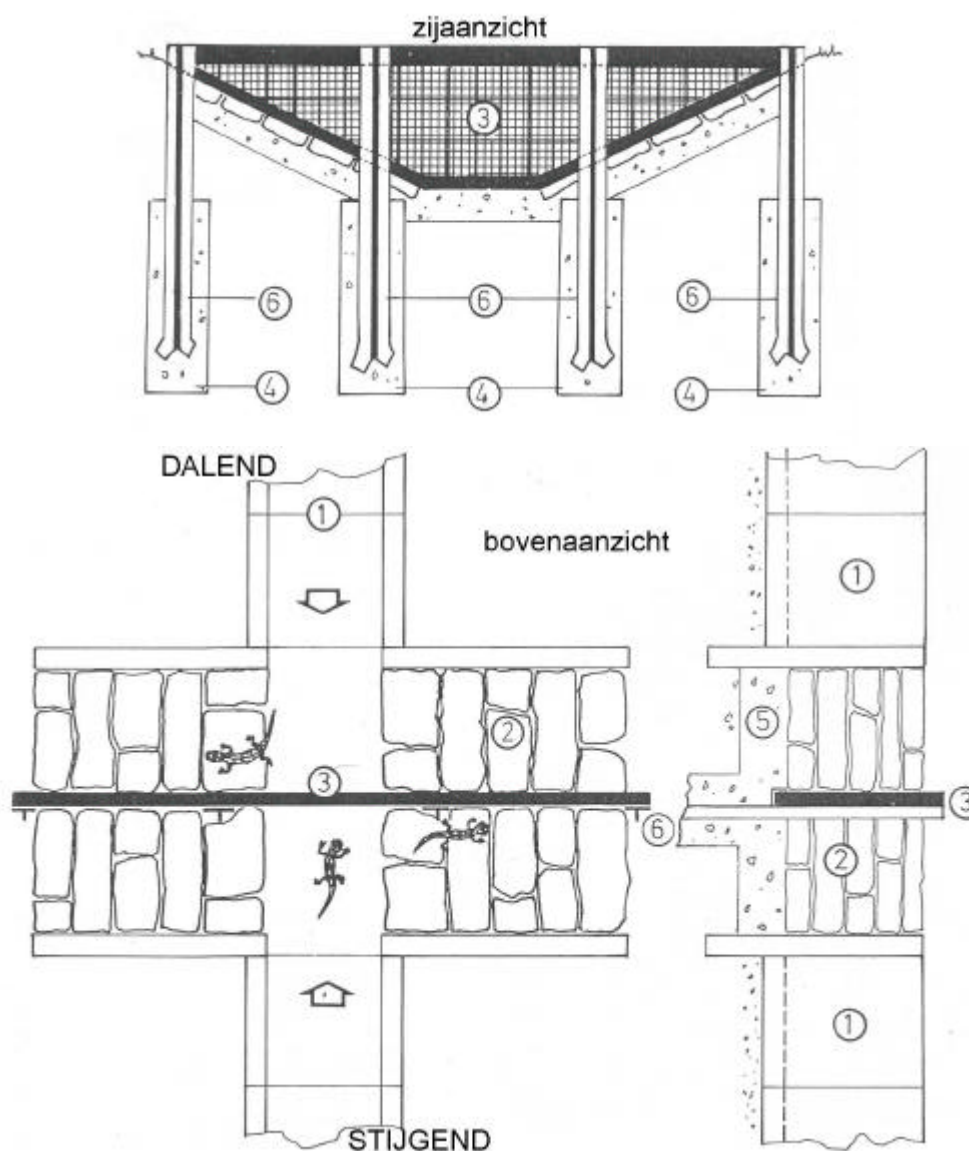
In afwateringsgoten met een hoge stroomsnelheid en/of groot afvoerdebiet kunnen amfibieën gemakkelijk worden meegespoeld. In zulke gevallen volstaat een eenvoudige uitstapvoorziening zoals hiervoor beschreven (paragraaf 6.4.4.) niet en is het noodzakelijk deze te combineren met een rasterscherm (figuur 6.13.).

Een mogelijk constructie bestaat uit een rasterscherm (paragraaf 6.1.3.) dat dwars over de afwateringsgoot wordt geplaatst en stevig in de bedding wordt verankerd (Thielcke et al., 1991) (figuur 6.13.). Het rasterscherm wordt temidden van een wandverlaging geplaatst. Een tweezijdige

uitstapvoorziening wordt verkozen om ervoor te zorgen dat amfibieën die gedurende droge periodes de goot stroomopwaarts oplopen, ook de kans krijgen de goot te verlaten. De uitstapplaats bezit een geleidelijke helling (1:1 of liever 1:2) langs de bermzijde en wordt op regelmatige afstanden binnen de trekzone aangebracht. Het kruipvlak moet voldoende houvast bieden en kan met ruwe beton of goed verankerde breuksteen worden aangelegd.

Wanneer we het rasterscherm laag - d.w.z. een stuk onder het gemiddeld waterniveau - houden kan het water ongehinderd doorstromen. Enig nadeel is dat zich gemakkelijk tegen het scherm bladstrooisel en aarde ophoopt dat regelmatig moet verwijderd worden. Dergelijke constructie vraagt dus wel enig onderhoud, maar dat vergt weinig inspanning wanneer het als los element in de goot wordt geplaatst en er voor onderhoud kan uitgetrokken of uitgeschoven worden. Dat maakt het ook mogelijk de voorziening enkel in de goot te plaatsen gedurende de trekperiode op momenten met veel waterafvoer.

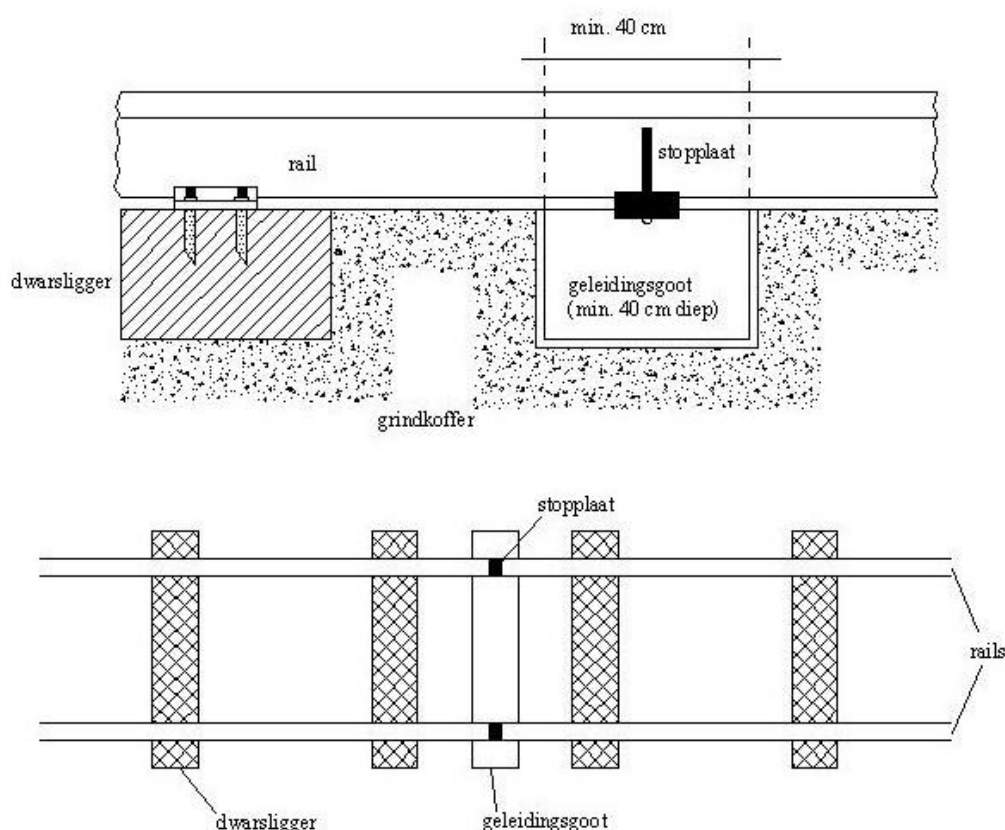
Figuur 6.13.: Principeschetsen van een uitstapvoorziening voor amfibieën in een afwateringsgoot in combinatie met een rasterscherm. 1) U-vormige goot; 2) ruwe stenige ondergrond; 3) rooster met een maaswijdte van maximaal 1 cm; 4) fundering; 5) betonbedding; 6) metalen, T-vormige verankeringspil. (naar: Thielcke et al., 1991).

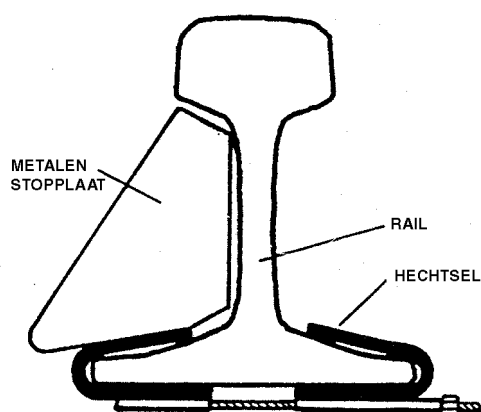
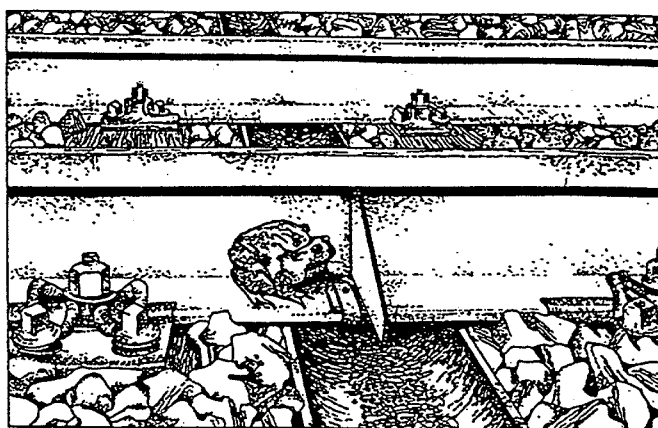


6.5. Spoorrailvoorzieningen

In de regel kunnen langs spoorwegen dezelfde voorzieningen getroffen worden als langs autowegen. Waar dat moeilijk of onmogelijk is, kunnen meer eenvoudige oplossingen worden bedacht. Een mogelijke oplossing bestaat eruit om onder de spoorrails op regelmatige afstanden in de ballast kleine ruimten van minimaal 5 tot 7cm - doch liefst groter - uit te sparen of te maken (Müller & Berthoud, 1996). Iets omvangrijker is de aanleg van een goot van tenminste 25 tot 30 cm breed in de steenslag onder de rails tussen twee dwarsliggers, waarlangs de dieren onder de spoorrails kunnen doorkruipen (Bolz, 1995; Müller & Berthoud, 1996; Müller, schrift. med.) (foto 6.10 en figuur 6.14.A). De doorgang moet wel regelmatig worden vrijgemaakt, vooral wanneer er een aanvulling van ballast heeft plaatsgevonden. In beide gevallen moet een verticale stopplaat aan de voet van de spoorrail worden geplaatst (figuur 6.14.B & C). Deze dwingt de dieren die de spoorrails volgen in de goot te springen of leidt hen naar de uitsparing. Dergelijke voorziening functioneert enkel op plaatsen waar de spoorrails moeilijk of niet overbrugbaar zijn.

Foto 6.10. en figuur 6.14.A,B & C.: Beschermende voorzieningen voor amfibieën langsheen een spoorweg. De goot dient de dieren meer gericht onder de rails te leiden. Daarvoor is het echter noodzakelijk dat de amfibieën middels een stopplaat naar de doorgang worden geleid. (Müller & Berthoud, 1996; Müller – ontwerptekening; foto: Bolz)





6.6. Opheffen en (tijdelijk) afsluiten van wegen

Op plaatsen waar veel amfibieën de weg oversteken, moet de mogelijkheid bekeken worden om de weg geheel dan wel gedeeltelijk op te heffen of het gebruik ervan tijdelijk te verbieden. De maatregel is echter alleen effectief wanneer de toegang geheel onmogelijk wordt gemaakt. Weggebruikers tonen zich doorgaans erg creatief bij het zich verschaffen van een toegang tot een afgesloten weg, zeker wanneer deze over een langere periode afgesloten blijft, en ze kennen tal van uitvluchten om de verbodsovertreding alsnog te verantwoorden (*Hyla*-medewerkers, mond. med.; Kaleck, 1989; diverse bijdragen in Münch, 1992). Verbodsbepalingen alleen helpen in geen geval en het is belangrijk dat stevige hindernissen worden opgeworpen om het toegangsverbod af te dwingen.

Het definitief afsluiten en zo mogelijk uitbreken van een weg ligt doorgaans erg gevoelig en is meestal enkel te realiseren op plaatsen waar de weg zijn gebruiksfunctie grotendeels verloren heeft en/of een gelijkwaardige of betere alternatieve verkeersroute kan worden aangeboden. Het afsluiten van wegen wordt met allerlei argumenten tegengewerkt (Münch, 1990; Münch, 1992). In hardnekkige discussiegevallen kan alsnog een tijdelijke afsluiting worden bepleit waarbij de weg enkel gedurende de trekperiode wordt afgesloten. Een nachtelijk rijverbod tussen 19.00 en 07.00 uur volstaat in de regel, maar in de piekperiode kan het noodzakelijk zijn de sluitingsduur te vervroegen en/of te verlengen.

In Vlaanderen kunnen gegevens omtrent de belangrijkste trekperiode van amfibieën worden afgeleid uit de telresultaten van overzetacties om de sperperiode hierop af te stemmen. De gegevens zijn enkel nog maar voor de provincie Antwerpen verwerkt (Hellemans, 1998) (tabel 6.2.) maar de trend kan

naar de meeste streken in Vlaanderen worden doorgetrokken. Het is trouwens moeilijk een algemene regel hiervoor uit te werken omdat het begin van de trekperiode voor een belangrijk deel afhangt van de - soms lokaal bepaalde - klimatologische omstandigheden (vooral temperatuur) en de weersomstandigheden (vooral vochtigheid) en omdat het hoogtepunt van de trek van soort tot soort verschilt en soms van populatieschommelingen en afstanden tussen overwinteringsgebied en voortplantingsplaats afhankelijk is. Wil men alsnog een richtlijn aanhouden dan kan men zich het best richten op de trektijd van de Gewone pad, omdat deze soort op de meeste plaatsen voorkomt en doorgaans ook het sterkst vertegenwoordigd is. In de regel worden de eerste trekkende dieren reeds half februari waargenomen en valt de trekpiek tussen de eerste week van maart en de eerste week van april. Veelal duurt de piekperiode niet langer dan een tiental dagen, zodat op plaatsen waar een tijdelijke wegafsluiting moeilijk ligt, een korte periode, die de volledige piek dekt, kan worden aangehouden. In zulke gevallen moet de beslissing om een weg af te sluiten snel en op onbureaucratische wijze worden genomen.

Tabel 6.2.: *Beginperioden en aantalpieken van paddentrek in de provincie Antwerpen tussen 1988 en 1998 (Hellemans, 1998).*

jaar	Begin	Piek(en)
1988	half maart	19 maart
1989	half februari	half maart
1990	half februari	19-22 februari 24-26 februari 6-13 maart 18 maart, 20 maart
1991	5 maart	ononderbroken (einde reeds op 20 maart)
1992	half februari	5-6 maart
1993	half maart	14-18 maart
1994	eind februari	5, 8, 15 maart
1995	half februari	tot begin april
1996	21 maart	9-10 april
1997	21 februari	1-7 maart
1998	12 februari	1-7 maart

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
mei											
half april											
april											
half maart											
maart											
half feb											
feb											
half jan											
jan											

Geiger en Fischer (1998) maakten, voor met Vlaanderen vergelijkbare gebieden in Duitsland, een onderscheid tussen een sperperiode met 90% bescherming en met 60% bescherming. Het verschil ligt in de duur van de periode dat de weg wordt afgesloten. In het eerste geval loopt de spertijd van de eerste week van maart tot en met de tweede week van april (1.3 tot 15.4). In het ander geval wordt de periode ingekort van de tweede week van maart tot de eerste week van april (10.3 tot 1.4). Er bestaat evenwel geen juridische grond op basis waarvan deze maatregel kan gevorderd worden (paragraaf 11.3.3.). Wil men ook de terugtrek afdoende ondervangen dan moet van midden maart tot eind april (15.3 tot 25.4) een sperperiode worden ingesteld om 90%, of van eind maart tot midden april (20.3 tot 10.4) om 60% van de terugtrekkende dieren te beschermen. (tabel 6.3.)

Tabel 6.3.: Aanduiding van de perioden waarbinnen de afsluiting van een weg voor amfibieëntrek aanbevolen wordt, met het oog op een quasi volledige bescherming (90%) of minimale bescherming (60%) (volgens Geiger & Fischer, 1998).

beschermingsgraad	90%	60%
<i>heentrek</i>	1.3 - 15.4	10.3 - 1.4
<i>terugtrek</i>	15.3 - 25.4	20.3 - 10.4
<i>heen- en terugtrek</i>	1.3 - 25.4	10.3 - 10.4

Uiteraard is hiermee niet het gehele probleem opgelost. Andere trekbewegingen, zoals de trek van de juveniele dieren van het voortplantingswater naar het zomerleefgebied, worden hiermee niet opgevangen. Het hoogtepunt van deze zomertrek valt tussen 20 juni en 10 juli (Günther, 1996), waarbij de meeste activiteit tussen 16 uur en 20 uur en tussen 4 en 10 uur 's morgens voorkomt (Fuhrmann, 1995).

6.7. Beperken en bemoeilijken van de verkeersdoorstroming

6.7.1. Gebruiksbeperking

Naargelang de aard van de weg kunnen beperkingen inzake het weggebruik worden opgelegd. De mogelijkheden zijn legio en omhelzen in grote lijnen:

- beperking tot lokaal verkeer
- beperking tot landbouwverkeer
- beperking tot niet gemotoriseerd verkeer
- beperking tot wandelverkeer (uitsluitend voetgangers)
- periodiek rijverbod (paragraaf 6.6.)

6.7.2. Selectieve toegang

De praktijk leert dat zonder een regelmatige controle toegangs- en gebruiksbeperkingen weinig of geen resultaat opleveren. Vandaar dat het beter is de verkeersbeperking fysiek af te dwingen door het aanbrengen van voorzieningen op en langs de weg die een selectieve toegang verzekeren. Mogelijk zijn:

- het uitbreken van het wegoppervlak aan beide uiteinden van de weg en het aanbrengen van een zandlaag in het uitgebroken gedeelte van de weg (zandbak), waardoor enkel terrein- en landbouwvoertuigen en eventueel tweewielers de weg op kunnen; hetzelfde kan ook centraal op de weg worden gedaan om de verkeersdoorstroming te verhinderen;

- het aanbrengen van lage verkeerspalen waarover of waartussen enkel voertuigen met een verhoogde wielbasis en tweewielers kunnen rijden;
- het plaatsen van halfhoge verkeerspalen aan beide uiteinden van de weg waartussen enkel tweewielers kunnen;
- het plaatsen van halfhoge verkeerspalen aan één uiteinde van de weg of centraal op de weg waardoor geen verkeersdoorstroming mogelijk is;
- aanbrengen van een afsluitbare bareel of van omklapbare paaltjes;
- het versmallen van de rijstrook tot een rijbreedte die niet voor autoverkeer geschikt is.

De maatregel hoeft niet noodzakelijk de gehele weg te beslaan maar kan zich beperken tot de trekzone, zodoende dat alleen die strook voor gemotoriseerd verkeer wordt uitgesloten.

6.7.3. Bemoeilijken van de verkeersdoorstroming

Mogelijke oplossingen liggen ook in het bemoeilijken van de verkeersdoorstroming, hetgeen doorgaans ook tot een snelheidsbeperking leidt. Mogelijk zijn:

- het aanbrengen van oneffenheden in het wegdek zoals rillen of verkeersdrempels - waarin al dan niet een amfibieëntunnel kan worden aangelegd;
- een (lokale) vernauwing van de rijbaan al dan niet met behulp van straatmeubilair (dat mag echter zelf geen hindernis vormen voor amfibieën);
- het geven van een bochtig verloop aan de weg.

Op wegen die voor sluipverkeer worden gebruikt, kan de doorstroming ook worden bemoeilijkt door het instellen van een éénrichtingsverkeer of een (tijdelijke) omleiding van het verkeer.

6.8. Waarschuwingsborden

Om aan te geven dat amfibieën op bepaalde plaatsen de weg oversteken, kunnen speciale borden worden geplaatst met een tekening van een pad in combinatie met een bord met aanduiding van de opgelegde snelheidsbeperking (maximaal 50 km/uur maar bij voorkeur 30 km/uur of minder) en de afstand waarover het verbod geldig is (foto 11.1). Aanduiding van de afstand motiveert automobilisten de opgelegde snelheid consequent aan te houden doordat het doorgaans toch maar over een korte afstand gaat. Ideaal is wanneer ook een bord met een tekening van een pad met een schuine streep erdoor wordt geplaatst op het einde van het traject.

De borden worden enkel zichtbaar gemaakt op ogenblikken dat effectief amfibieëntrek plaatsvindt. Dat voorkomt gewenning en de automobilist wordt uitdrukkelijker met het probleem geconfronteerd.

Naast een bebording is het zinvol om ook knipperlichten en zonodig aanvullend snelheidsremmende voorzieningen aan te brengen.

Waarschuwingsborden moeten op strategische en duidelijk zichtbare plaatsen worden opgesteld, zodanig dat de automobilist in de mogelijkheid wordt gesteld zijn snelheid aan te passen alvorens de trekzone wordt bereikt. Ook chauffeurs die vanaf de zijwegen de hoofdweg oprijden moeten op dezelfde wijze van de beperking op de hoogte worden gebracht.

Indien de bebording aansluit op een overzetactie kan het nuttig zijn om de automobilisten te informeren over het aantal trekkende dieren dat doorgaans de weg oversteekt.

Het bord met de aanduiding van een pad heeft momenteel geen wettelijk statuut maar er bestaat een alternatieve bebording die juridisch wel in orde is (paragraaf 11.3.3.1.).

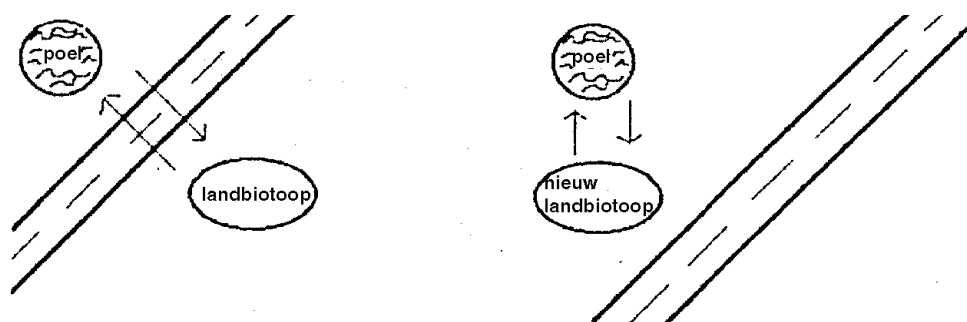
6.9. Aanleg van compenserende voortplantingsplaatsen en leefgebieden

In de inleiding is reeds duidelijk gesteld dat mitigerende maatregelen gepaard moeten gaan met maatregelen die zorgen voor het behoud en herstel van het habitat. Omdat het totale effect van oversteekvoorzieningen onbekend blijft en afhankelijk wordt gesteld van de habitatkwaliteit, wordt in combinatie hiermee de aanleg van nieuwe en bijkomende voortplantingsplaatsen (Schlupp & Podloucky, 1994) of van compenserende landhabitats (Münch et al., 1996) voorgesteld om amfibieënpopulaties op lange termijn veilig te stellen.

Met de aanleg of het herstel van voortplantingspoelen en -vijvers in de nabijheid van de winterverblijfplaatsen en in of nabij de trekzones kan de migratie worden beïnvloed en worden amfibieën ertoe aangezet andere gebieden te (her)koloniseren (figuur 6.15.). Hetzelfde effect kan ook worden bereikt met de aanleg van nieuwe landhabitats op veiligere plaatsen uit de buurt van de weg. De kans dat en de termijn waarbinnen dergelijke habitats worden geaccepteerd, verschilt naargelang de soort. Veel amfibieën zijn immers plaatstrouwen (paragraaf 2.1.1.) en wisselen niet zondermeer van voortplantingsplaats.

Bij een goede inplanting van de voortplantingsgebieden komt de noodzaak om een weg over te steken te vervallen en kunnen nieuwe populaties naar verkeersvrije of -luwe zones worden aangetrokken. Tegelijk verhogen poelen, die in de nabijheid van de tunnels en in het verlengde van de trekzones worden aangelegd, de aantrekkingskracht, waardoor een betere geleiding naar de oversteekvoorziening verzekerd wordt. De uiteindelijke doelstelling kan ook zijn om langs beide zijden van de weg een volwaardige amfibieënpopulatie uit te bouwen, waarbij de oversteekvoorziening enkel de uitwisselingsmogelijkheid tussen populaties dient te onderhouden (Langton, ongedateerd).

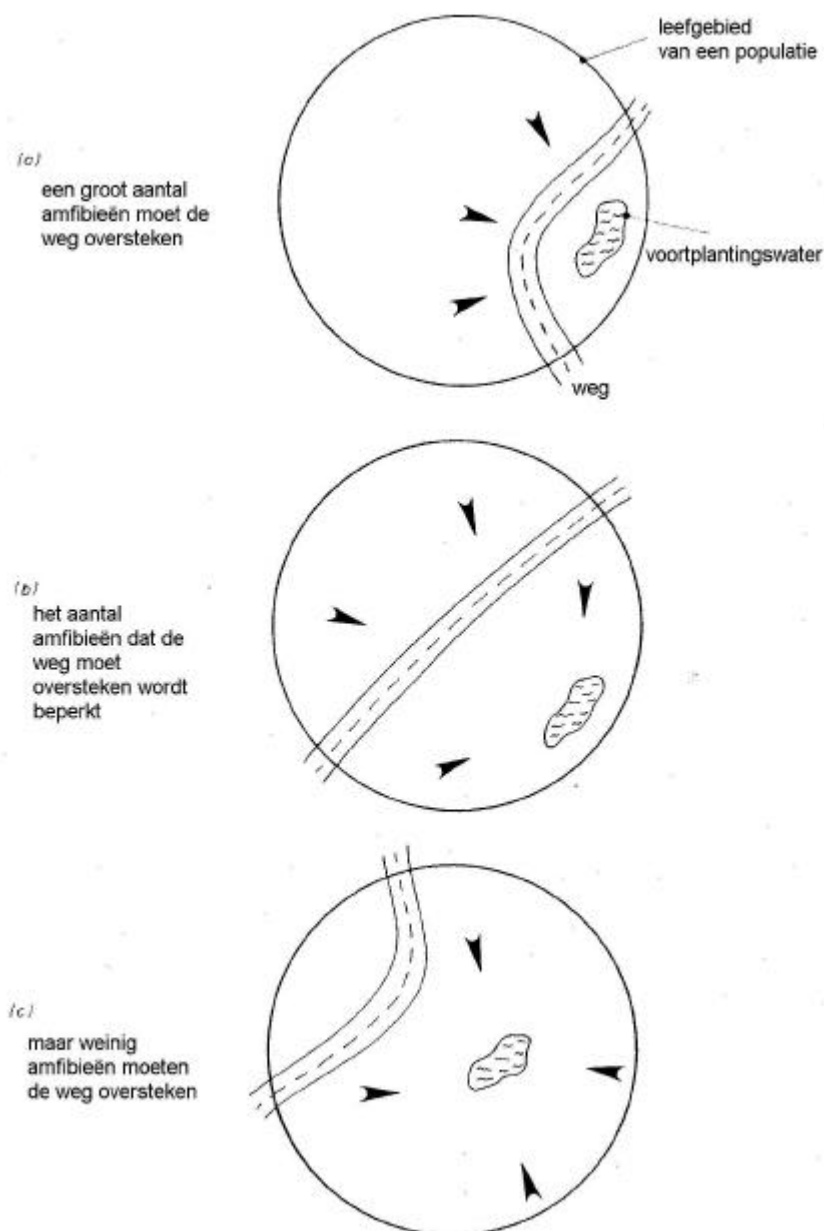
Figuur 6.15.: Concept voor een compenserende landhabitat - in dit geval een winterleefgebied - voor amfibieën. (naar: Münch et al., 1996)



6.10. Inplanting van wegen t.o.v. de voortplantingsplaatsen

Bij de aanleg van nieuwe wegen moet met de consequenties van de weginfrastructuur en het verkeer voor de lokale amfibieënpopulatie reeds in de planningsfase rekening worden gehouden. De keuze van het tracé moet mede afhankelijk worden gesteld van de ligging van de leefgebieden en de habitatelementen die daar deel van uitmaken (figuur 6.16.). Een weg dient zo mogelijk geheel of uit de kern van het leefgebied uitgesloten te worden.

Figuur 6.16.: De invloed van een weg op een amfibieënpopulatie naargelang de ligging van de weg t.o.v. de voortplantingsplaats (Langton, 1989c).



De trekbeweging van de amfibieën t.a.v. de nieuw aan te leggen weg moet nog voor de bouw grondig worden bestudeerd (paragraaf 11.4.3.), zodoende dat oversteek- en geleidingsvoorzieningen optimaal t.o.v. de trekroute kunnen worden ingebouwd en de volledige trekzone kan beveiligd worden. Wegenaanleg moet ook gepaard gaan met compenserende maatregelen t.a.v. het leefgebied.

7. Inventaris van de bestaande amfibieëntunnels & –geleidingswanden

7.1. Aantal en spreiding van de voorzieningen

Op het gebied van de aanleg van oversteek- en geleidingssystemen voor amfibieën kent Vlaanderen nog geen traditie. Daar waar landen als Zwitserland reeds in 1968 en Duitsland in het daarop volgende decennium met beschermingsvoorzieningen voor amfibieën experimenteerden (Ryser & Grossenbacher, 1989), is de eerste permanente voorziening in Vlaanderen pas in 1985 (*Braambrugstraat* in Oudenaarde-Ename) aangelegd. Het aantal gerealiseerde voorzieningen is tot nog toe in aantal beperkt gebleven in vergelijking tot het groot aantal knelpunten in ons druk bereiden gewest.

Tabel 7.1.: Overzicht van de bestaande en geplande amfibieënvoorzieningen in Vlaanderen (28 in totaal). De nummering verwijst naar de aanduiding op de verspreidingskaart 7.1.

UITGEVOERD		
N°	Gemeente	Knelpunt (straat)
1	Brakel	Oude Blekerijstraat
2	Dilsen-Stokkem - Lanklaar	Hoeveweg
3	Dilsen-Stokkem - Rotem	Kantonsweg
4	Genk	Hoogzij
5	Halle - Lembeek	Dokter Spitaelslaan
6	Houthalen-Helchteren	Forelstraat
7	Huldenberg	Kaalheide
8	Oudenaarde - Ename	Braambrugstraat
9	Oud-Heverlee	Bogaardenstraat
10	Overijse	Frans Verbeekstraat
11	Puurs - Liezele	Hof ter Bollendreef
12	's Gravenvoeren	Altembroek
13	Sint-Pieters-Leeuw	Hoogstraat
14	Sint-Truiden - Nieuwenhoven	Engelbamp
15	Tervuren	Vlakedreef
16	Tielt-Winge	Rijksweg Aarschot-Winge (N223)
17	Willebroek	Broekstraat/Blaasveld
GEPLAND ⁷		
N°	Gemeente	Knelpunt (straat)
18	Boutersem - Roosbeek	Lubbeeksestraat
19	Edegem	Prins Boudewijnlaan (N173)

⁷ Op datum van 1/8/2001. Het feit dat een knelpunt is opgenomen in het overzicht van de geplande voorzieningen betekent nog niet dat de aanleg effectief wordt gerealiseerd. Het duidt er enkel op dat voor dat knelpunt reeds initiatieven zijn genomen om er een oplossing aan te geven.

20	Holsbeek - Nieuwrode	Bruul/Blauwmolenstraat
21	Kluisbergen	Paddenstraat
22	Oud-Turnhout	Bergstraat
23	Waarschoot	Bellebargie-Oostmoer
24	Wijnegem	Wommelgemsesteenweg
25	Zutendaal	Schansstraat

IN UITVOERING⁸

N°	Gemeente	Knelpunt (straat)
26	Kruishoutem - Lozer	Kasteelstraat
27	Tienen	Nieuwe Ringweg (R27)
28	Zemst	Heidestraat

Met de recente aanleg van een aantal geleidingswanden en -tunnels is men begonnen aan een inhaalbeweging. Op 1 augustus 2001 waren op 17 plaatsen voorzieningen aangelegd, terwijl er 3 in uitvoering zijn en op 8 plaatsen bijkomende voorzieningen zijn gepland (tabel 7.1.). Eén voorziening, aan de *Zangerheistraat* in Bilzen-Munsterbilzen (n° 29 op kaart, is ondertussen verdwenen. Dat maakt dat - los van de werkzaamheid van de tunnels - inmiddels een (aanzet tot) oplossing is gegeven voor 10,5% van de gekende knelpunten (tabel 7.2.).

Tabel 7.2.: Spreiding van de bestaande amfibieënvoorzieningen in Vlaanderen in verhouding tot het aantal gekende knelpunten.

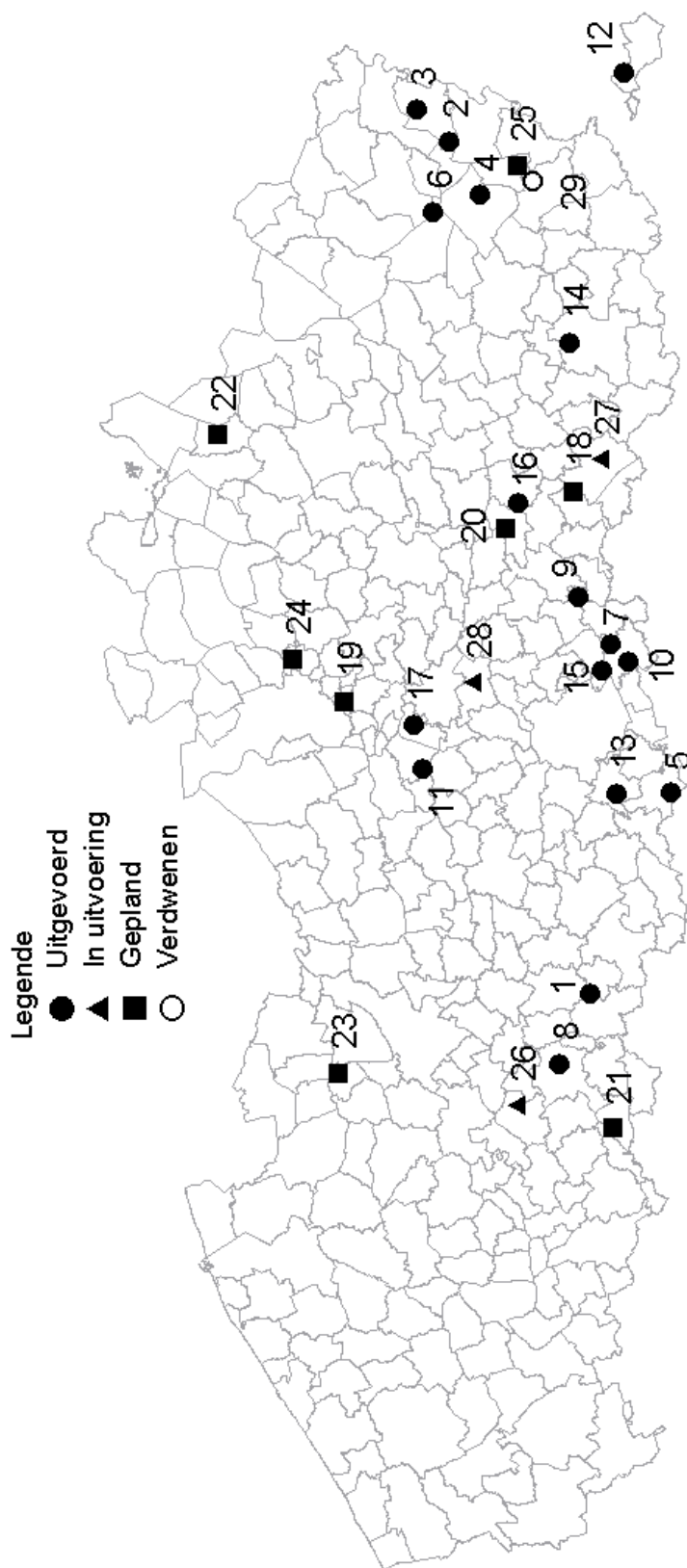
provincie	knelpunten		voorzieningen						verhouding*
	aantal n	aandeel %	uitgevoerd n	aandeel %	gepland n	aandeel %	alg. totaal n	aandeel %	aandeel %
Antwerpen	73	27.4	2	10.0	3	47.5	5	17.9	6.8
Limburg	62	23.3	6	30.0	1	12.5	7	25.0	11.3
Oost-Vlaanderen	37	13.9	3	15.0	2	25.0	5	17.9	13.5
Vlaams-Brabant	51	19.2	9	45.0	2	25.0	11	39.3	21.6
West-Vlaanderen	43	16.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0
totaal	266	100	19	100	8	100	28	100	10.5

* % aandeel van het totaal aantal uitgevoerde en geplande voorzieningen in verhouding tot het totaal aantal knelpunten

De voorzieningen concentreren zich in een welbepaalde regio (kaart 7.1.). De vergelijking van het aantal voorzieningen in de verschillende provincies toont meteen dat het merendeel van de voorzieningen in de provincie Vlaams-Brabant gelegen is (39,3% - 9 uitgevoerd, 2 gepland). Limburg volgt (25% - 6 uitgevoerd, 1 gepland) maar blijft verhoudingsgewijs achter op de provincie Vlaams-Brabant. In de andere provincies ontbreken permanente maatregelen vrijwel, niettegenstaande in Oost-Vlaanderen (17,9% - 3 uitgevoerd, 2 gepland) en Antwerpen (17,9% - 2 uitgevoerd, 3 gepland) enkele initiatieven zijn gepland. Enkel in West-Vlaanderen ontbreken voorzieningen nog geheel en zijn er evenmin gepland.

⁸ De werken voor de voorziening(en) zijn in 2001 aangevat of nog niet volledig afgerond.

Kaart 7.1.: Spreiding van de bestaande, verdwenen en geplande amfibieënvoorzieningen in Vlaanderen.



7.2. Relatie met de spreiding van knelpunten

Uit de analyse van de gegevens van overzetacties blijkt dat aan een groot aantal belangrijke knelpunten nog geen oplossing gegeven is. Momenteel (2000) zijn in Vlaanderen 266 knelpunten⁹ in kaart gebracht (bijlage 3), waarvan er slechts 20 (7,5%) d.m.v. permanente beschermingsvoorzieningen zijn opgelost. De meeste problemen stellen zich in de provincies Antwerpen (27,4%), Limburg (23,3%) en Vlaams-Brabant (19,2%). Dat is beduidend meer dan in de provincies West-Vlaanderen (16,2%) en Oost-Vlaanderen (13,9%) (tabel 7.2.).

Vele gemeenten tellen meer dan één knelpunt en gemiddeld worden 2,2 knelpunten per gemeente genoteerd (tabel 7.3.). Dat gemiddelde is bijna in alle provincies gelijk met de hoogste concentratie in de provincies West-Vlaanderen en Antwerpen (2,7 knelpunten/gemeente) en de laagste concentratie in Oost-Vlaanderen (1,4 knelpunten/gemeente).

Tabel 7.3.: Spreiding van de knelpunten over de Vlaamse gemeenten.

provincie	knelpunten			gemeenten		verhouding	
	aantal n	aantal met knelpunt (n)	aandeel*** %	aantal met opge- lost knelpunt (n)	gemiddelde* n	aandeel** %	
Antwerpen	73	27	22.5	2	2.7	7.4	
Limburg	62	27	22.5	6	2.3	22.2	
Oost-Vlaanderen	37	26	21.7	3	1.4	11.5	
Vlaams-Brabant	51	24	20.0	9	2.1	37.5	
West-Vlaanderen	43	16	13.3	0	2.7	0.0	
totaal	266	120	100	20	2.2	16.7	

* gemiddeld aantal knelpunten per gemeente

** aandeel gemeenten met opgeloste knelpunten

(er is geen rekening gehouden met mogelijke andere knelpunten in gemeenten met voorzieningen)

*** provinciale verhouding tot het totaal aantal gemeenten met knelpunten in Vlaanderen

Er is slechts één gemeente (Dilsen-Stokkem - 2 voorzieningen) waar meer dan één voorziening is uitgevoerd. In 16,7% van de gemeenten - dat is meer dan 1 op 6 - waar er problemen zijn met amfibieën, zijn maatregelen genomen om de problemen op te lossen. Het valt op dat vooral gemeenten in de provincie Vlaams-Brabant om het probleem bekommerd zijn. Niet minder dan 37,5% van de gemeenten met probleemgevallen heeft een oplossing bedacht, dat is ongeveer het dubbel van de provincies Limburg (22,2%) en bijna het viervoudige van Oost-Vlaanderen (11,5%) en het vijfvoudige van Antwerpen (7,4%). In West-Vlaanderen is geen enkele gemeente bekommerd om de situatie van amfibieën op en langs wegen, niettegenstaande zich toch in 16 gemeenten - dat is 13,3% van het totaal aantal gemeenten met knelpunten - moeilijkheden met amfibieën voordoen (tabel 7.3.).

7.3. Aard van de voorzieningen

Om aanrijdingen van amfibieën te voorkomen wordt nog steeds hoofdzakelijk met tijdelijke voorzieningen gewerkt die in het kader van overzetacties worden opgesteld. In 1999 werden op 58 en in 2000 op 45 plaatsen in Vlaanderen dergelijke overzetacties doorgevoerd (volgens geregistreerde

⁹ Niet alle knelpunten zijn even eenduidig, temeer dat het merendeel is afgeleid uit de overzetgegevens van *Hyla*. De basisgegevens die door deze vereniging ter beschikking zijn gesteld en verwerkt, zijn niet geheel foutloos. Zo worden de oversteekplaatsen niet consequent met dezelfde benaming aangeduid en op de juiste wijze geschreven. In enkele gevallen worden verschillende straten tot één enkel knelpunt samengevoegd of beperkt men zich tot de vermelding "diverse straten". Ook zijn er gevallen waarin enkel een gemeente en geen straatnaam is opgegeven. In de mate van het mogelijke werden schrijffouten en andere foutieve aanduidingen rechtgezet en gegevens aangevuld. Het aantal knelpunten werd berekend aan de hand van het totaal aantal individuele straten dat in het databestand voorkomt.

gevallen van *Hyla*). Dat betekent dat respectievelijk op 76,5% (1999) en 81,8% (2000) van de aanrijdingsplaatsen maatregelen uitblijven of dat m.a.w. de afgelopen jaren slechts op 1/5 tot 1/4 van alle gekende aanrijdingsplaatsen amfibieën veilig over de weg geraakten.

Met de aanleg van permanente voorzieningen wordt in bepaalde gemeenten getracht een meer duurzame oplossing aan het aanrijdingsprobleem te geven. Daarvoor is in eerste instantie gedacht aan tunnels die de dieren veilig onder de weg door leiden. In de meeste gevallen (14 van de 17 afgewerkte tunnels) werd dit gecombineerd met de bouw van permanente geleidingswanden die de trekkende dieren de toegang tot de weg belemmeren en naar de tunnel geleiden, maar dat is zeker niet overal en altijd het geval (tabel 7.4.). In het laatste geval wordt in de regel gedurende de trekperiode een tijdelijk geleidingsstelsel - meestal van plasticfolie of geotextiel - aangebracht om alsnog de dieren in de gewenste richting te sturen. Voorbeelden hiervan zijn de passages aan de *Dokter Spitaelslaan* in Halle-Lembek en de *Hof ter Bollendreef* in Puurs-Liezele.

Tabel 7.4.: Systeem en herkomst van de amfibieëntunnels en -geleidingswanden.¹⁰

provincie	Tunnels				Geleidingswanden									
	eigen (beton)	ACO (beton)	Hauraton (beton)	totaal	eigen (beton)	eigen (gaas)	eigen (golflaag)	eigen (geotextiel)	eigen (plasticfolie)	ACO (kunststof)	EKOL (kunststof)	AWV (beton)	geen	totaal
Antwerpen	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Limburg	4	2	1	7	2	1	0	0	0	2	2	0	0	7
Oost-Vlaanderen	1	2	0	3	0	0	1	0	0	1	0	1	0	3
Vlaams-Brabant	0	9	0	9	2	0	0	0	1	5	0	0	1	9
West-Vlaanderen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
totaal	6	13	1	20	4	1	1	1	1	8	2	1	1	20
%-aandeel	30	65	5	100	20	5	5	5	5	40	10	5	5	100

Voor de bouw van de tunnels wordt veelal gebruik gemaakt van geprefabriceerde tunnelementen die in of net onder het wegdek worden gelegd. In 65% van de gevallen betrof het materialen die afkomstig waren van de firma *ACO Drain n.v.* en die speciaal voor amfibieën zijn ontworpen. In alle andere gevallen werd gebruik gemaakt van bouwmaterialen die niet specifiek voor amfibieën zijn geconstrueerd. In dergelijke gevallen is een eigen constructie bedacht die conceptueel aanleunt bij voornoemd tunnelsysteem. In Houthalen-Helchteren werd bijvoorbeeld gebruik gemaakt van rioolbuizen, in 's Gravenvoeren van afwateringsgoten en in Oudenaarde-Ename van kabelgoten.

Voor de geleiding wordt vaker teruggevallen op zelf bedachte constructies, hoewel nog steeds in 40% van de gevallen gebruik wordt gemaakt van geleidingswanden die door de firma *ACO Drain n.v.* op de markt worden gebracht en bestaan uit kunststof. Gelijkaardige kunststofmaterialen zoals die van de Limburgse firma EKOL zijn weliswaar veel goedkoper maar ook minder efficiënt. De materialen waaruit de geleidingswanden worden samengesteld en de vorm die ze meekrijgen, zijn zeer uiteenlopend maar doorgaans worden harde tot halfharde materialen aangewend, veelal van diverse soorten – al dan niet gerecycleerde – kunststof. Ook betonplaten worden in een aantal gevallen gebruikt.

¹⁰ In de berekening zijn enkel de volledig afgewerkte voorzieningen betrokken (zie tabel 7.1. "uitgevoerd") met uitzondering van Willebroek - een voorziening die pas in een latere fase is gerealiseerd. Wel werd de inmiddels verdwenen voorziening aan de *Zangerheistraat* te Bilzen-Munsterbilzen (Limburg) in de analyse betrokken.

Opmerkelijk is het eigen ontwerp van de *Administratie Wegen en Verkeer - afdeling Wegenbeleid en Verkeer* (AWV) waarmee voor het eerst een aan amfibieën aangepast betonnen geleidingselement wordt geïntroduceerd. Tot dan toe werden enkel betonplaten gebruikt. Met het gebruik van een op z'n zij geplaatste geleidingsgoot aan de *Vlaktedreef* te Tervuren was weliswaar een aanzet gegeven voor een gelijkaardige betonconstructie, maar dat concept beantwoordde nog niet geheel aan de thans heersende principes. Het AWV-element vertoont veel gelijkenis met geprefabriceerde elementen van Duitse makelij. Het C-vormig betonelement werd ontworpen als alternatief voor de veel gebruikte, maar dure en minder duurzame, en niet overal inpasbare ACO-elementen. Het zal voor het eerst worden beproefd aan de *Kasteelstraat* in Kruishoutem-Lozer (aanleg nazomer 2001).

Tabel 7.5.: Soorten die bij overzetacties nabij de verschillende amfibieënvoorzieningen in Vlaanderen zijn vastgesteld. De soorten die gedurende het onderzoek naar de efficiëntie van een zestal tunnels zijn vastgesteld zijn groot en vet aangeduid.

Gemeente	Knelpunt (straat)	Gewone pad	Bruine kikker	Groene kikker complex	Heikikker	Alpenwatersalamander	Kleine watersalamander	Vinpootsalamander	Kamsalamander	Vuursalamander	Salamander spec.	geen soortgegevens
Brakel	Oude Blekerijstraat	x										
Dilsen-Stokkem - Lanklaar	Hoeveweg	x	x								x	
Dilsen-Stokkem - Rotem	Kantonsweg											+
Genk	Hoogzij	X	X			X	X	x				
Halle - Lembeek	Dokter Spitaelslaan	x	x			x	x	x				
Houthalen-Hechteren	Forelstraat	X	X	X	x	X	X	X				
Huldenberg	Kaalheide											+
Oudenaarde - Ename	Braambrugstraat	X	X			X	X			x		
Oud-Heverlee	Bogaardenstraat	X	X			X	X					
Overijse	Frans Verbeekstraat	x	x								x	
Puurs - Liezele	Hof ter Bollendreef	x	x	x							x	
s Gravenvoeren	Altembroek											+
Sint-Pieters-Leeuw	Hoogstraat	X	X			X	X					
Sint-Truiden - Nieuwenhoven	Engelbamp	x	x	x		x	x	x	x			
Tervuren	Vlaktedreef											+
Tielt-Winge	Rijksweg Aarschot-Winge (N223)	X	X	X		X						

7.4. Voorkomende soorten

Van de 14 in Vlaanderen voorkomende amfibieënsoorten (hoofdstuk 2.1.) maken tenminste 4 en maximaal 9 soorten gebruik van de tunnels (tabel 7.5.). Het betreft in hoofdzaak Gewone pad en in tweede instantie Bruine kikker. Lokaal werd ook de aanwezigheid van Groene kikker en diverse soorten salamanders vastgesteld - vooral van Alpenwatersalamander en Kleine watersalamander. Er bestaan te weinig concrete gegevens om een grondige analyse uit te voeren, omdat de voorzieningen vrijwel nergens systematisch worden opgevolgd. Ook de soortgegevens die uit de efficiëntiebepaling (zie hoofdstuk 9) van een zestal voorzieningen voortkomen, leveren slechts een beperkt en onvolledig beeld op.

7.5. Beschrijving van de in Vlaanderen uitgevoerde voorzieningen

Elke bestaande voorziening is conceptmatig uitvoerig beschreven. Hiervoor zijn ter plaatse gedetailleerde opmetingen gedaan en is contact opgenomen met alle betrokkenen doch in het bijzonder met de ontwerper en de bouwheer. Van elk van de oversteekplaatsen is een (digitale) fiche aangemaakt met:

- ❑ de situering van de voorziening op een topografische kaart (schaal 1:10.000) en een stratenplan (schaal 1:5.000);
- ❑ de ligging van de voorziening aan de hand van coördinaten;
- ❑ een gedetailleerde plaatsbeschrijving (o.a. ligging t.o.v. voortplantings-, migratie- of overwinteringsgebieden, weg- en bermtypen, omgeving);
- ❑ de doelsoorten en (indien bekend) eventuele populatieaantallen (schattingen aan de hand van tellingen aan tunneluitgangen);
- ❑ een beschrijving van de toegepaste amfibieënvoorziening en eventuele aanvullende of aansluitende voorziening(en) los van de constructie (bv. landschappelijke geleidingselementen); dit omvat onder meer:
 - een typebeschrijving;
 - hoeveelheden (in eenheden);
 - financiële consequenties (kosten materiaal, aanleg en onderhoud / herstel);
- ❑ initiatiefnemer, opdrachtgever, ontwerper, uitvoerder, beheerder en andere betrokkenen;
- ❑ wijze waarop het probleem is aangepakt en hoe tot een oplossing is gekomen ((overleg)procedure, betrokkenen, financiering, projectmatige aanpak, enz.).

De fiches zijn analoog terug te vinden als bijlage 8.

8. Beoordeling

De beslissing om langs een weg waar amfibieëntrek plaatsvindt permanente mitigerende maatregelen te treffen, moet zorgvuldig overwogen worden. Temeer in het geval van een onvoorbereide en ondeskundige inplanting van een voorziening de maatregel zinloos en in bepaalde gevallen zelfs nadelig kan zijn voor amfibieën. Het gebeurt immers dat de voorziening door amfibieën als een barrière wordt ervaren die de migratie tegenwerkt. In zulke gevallen is de investering overbodig en gaan belangrijke middelen voor het natuurbehoud verloren. Bovendien komt het maatschappelijk draagvlak hiervoor op drijfzand te liggen. Om de beslissing, of een duurzame oplossing al dan niet wenselijk is, te ondersteunen is een beslissingsprocedure uitgewerkt waarmee richting wordt gegeven aan de meest gunstige oplossing van het probleem.

8.1. Uitwerking van een beoordelingssysteem

Bij de analyse van de aangelegde amfibieënvoorzieningen werd vastgesteld dat de besteding van de (financiële) middelen niet altijd is afgestemd op de aard van het probleem. Zo bestaan er nog tal van plaatsen waar de aanleg van een permanente voorziening dringend noodzakelijk is, maar nog steeds geen oplossing aan het probleem is gegeven, terwijl plaatsen waar het probleem minder acuut was wel zijn aangepakt. Het een en ander is het gevolg van de inzet van lokale mensen en de bezorgdheid van de betrokken instanties, waardoor enkel op plaatsen waar beleidsverantwoordelijken gevoelig zijn voor de problematiek oplossingen zijn bedacht.

Een gerichte inzet van middelen moet het in de toekomst mogelijk maken een meer algemeen en landelijk georiënteerd beleid ten behoeve van de bescherming van amfibieën te voeren. Dat noodzaakt evenwel tot een meer gefundeerde aanpak die toelaat een welomschreven strategie te volgen waarbij de zwaarste knelpunten eerst worden aangepakt en tegelijk op opportuniteiten wordt ingespeeld. Om deze optie te ondersteunen is een beoordelingssysteem uitgewerkt aan de hand waarvan beslissingen kunnen genomen worden en prioriteiten aangeduid.

8.2. Afwegingsaspecten

Alvorens de beoordelingscriteria werden uitgewerkt, werden een aantal afwegingen gemaakt die de wenselijkheid, efficiëntie en duurzaamheid van een technische maatregel dienen te waarderen (volgens de aanzet gegeven door Dierking-Westphal, 1989).

8.2.1. Dierenbescherming

In een samenleving waarin het wegverkeer een belangrijke economische en maatschappelijke impact heeft, bestaat een zekere tolerantie t.a.v. het aantal menselijke en dierlijke slachtoffers dat het verkeer eist. Vanuit het oogpunt van de dierenbescherming wordt de vraag veelal gerelateerd aan het aantal dieren dat overreden wordt. Doorgaans gaan die belangen pas doorwegen wanneer dat aantal erg hoog ligt.

Het is uiteraard moeilijk hiervoor een regel uit te werken omdat bij een objectieve en geheel wetenschappelijk gefundeerde beoordeling het aantal verkeersslachtoffer moet worden gerelateerd aan

het totaal aantal dieren in een lokale populatie en de afweging voor elke soort afzonderlijk moet worden gemaakt. Dat maakt dat de samenstelling en opbouw van de amfibieënpopulatie voldoende moet gekend zijn om uitspraken te doen over de volgende aspecten:

1. welke soorten komen in een gebied voor en in welke aantallen?
2. wat is het aandeel van soorten in het totaal aantal dieren dat de weg oversteeft?
3. wat betekent de populatie op bovenlokaal niveau?

Om prioriteiten op bovenlokaal niveau te kunnen vastleggen, wordt als richtwaarde het gemiddeld aantal dieren dat bij overzetacties van *Hyla* werd geteld gehanteerd (tabel 8.1.). De cijfers zijn enkel dienstig om het belang van een lokale populatie op Vlaams niveau aan te geven. De waarde van zo'n richtcijfer is betrekkelijk omdat het een gewestelijk gemiddelde betreft dat voorbijgaat aan het populatieaantal op lokaal niveau. Een weg waarover 300 padden oversteken zal dan ook op Vlaams niveau een lage waardering krijgen, maar kan wel staan voor het merendeel van de individuen binnen een lokale populatie.

Tabel 8.1.: Gemiddeld aantal dieren, maximaal aantal individuen en procentueel gewestelijk gemiddelde per amfibieënsoortengroep op basis van het aantal amfibieën dat bij overzetacties van Hyla werd geteld (periode 1988-1999). Zowel het aantal dode als overgezette dieren werd in de berekening betrokken).

soortengroep	gemiddeld aantal (1)	maximaal aantal (2)	gewestelijk gemiddelde
<i>padden (enkel Gewone pad)</i>	630 individuen	4800	87%
<i>kikkers (Bruine en/of Groene kikker)</i>	60 individuen	1700/300	8%
<i>salamanders (diverse soorten)</i>	40 individuen	1700	5%
<i>bijzondere amfibieënsoorten (Rode lijstsoorten)</i>	1 individu	-	-

(1) richtwaarde - (2) afgerond naar het hoger honderdtal

8.2.2. Soortenbescherming

Op het vlak van de soortenbescherming geldt dezelfde bedenking inzake populatieontwikkeling, doch hieraan wordt de reële bedreiging voor een soort op lokaal of bovenlokaal niveau gekoppeld. Alle onderzoekers die terzake uitspraken hebben gedaan, zijn het erover eens dat het verkeer geen rechtstreekse bedreiging vormt voor het voortbestaan van een soort op (boven)regionaal niveau zolang de soort niet door andere factoren in zijn voortbestaan wordt bedreigd. Wel kan het tot het uitsterven van een soort op lokaal niveau leiden (hoofdstuk 3). Om een gefundeerde uitspraak hierover te doen zou de populatieontwikkeling op grootschalig niveau moeten bekeken worden, maar dat is moeilijk te realiseren. Vandaar dat de afweging noodgedwongen beperkt blijft tot een welomlijnde en overzichtelijke regio waarbij de volgende vragen kunnen worden gesteld:

1. hoe belangrijk zijn de betrokken soorten op regionaal en nationaal/internationaal niveau (rode lijstsoorten / internationaal te beschermen soorten) (tabel 11.3.)?
2. zijn er nog andere diersoorten die de weg oversteken en behoren hiertoe bijzondere soorten?

In de regel vallen vooral algemeen voorkomende soorten met een invasief voortplantingsgedrag ten prooi aan het verkeer. Vanwege het vermogen van zulke soorten om verliezen snel en gemakkelijk te compenseren, is het verlies aan individuen van minder belang voor het voortbestaan van een populatie dan voor soorten met een beperkt voortplantings- en recuperatievermogen. Het belang van individuele soorten kan worden afgeleid uit tabel 11.3. Wanneer individuen van de opgesomde soorten onder de aangereden of overstekende dieren worden gevonden of een weg doorheen hun leefgebied wordt aangelegd of hersteld, is een duurzame oplossing van de verkeersproblematiek aangewezen.

8.2.3. Verkeerssituatie

Duurzame maatregelen zijn vanuit het oogpunt van de soortbescherming enkel zinvol wanneer het verkeerseffect zo groot is dat het voortbestaan van een populatie in het gedrang komt. Hoewel diverse factoren een amfibieënpopulatie kunnen beïnvloeden, blijkt dat reeds bij een verlies van 25% lokaal een populatie kan uitsterven (hoofdstuk 3). Reeds bij een beperkte verkeersintensiteit kan een groot aantal dieren overreden worden. Bij 8 voertuigen per uur is er nog maar een overlevingskans van 70%, waarmee de kritische grens voor de overleving van een amfibieënpopulatie overschreden wordt. De stabiliteit van een populatie hangt nauw samen met de overlevingskans van een soort en komt vooral bij soorten met een lage overlevingskans snel in het gedrang (paragraaf 2.1.4.). Omdat het in de meeste gevallen moeilijk is het aandeel verkeersslachtoffers tegenover het totaal aantal individuen in een populatie af te wegen, wordt de eerder beschreven 25%-regel op het totaal aantal overstekende/trekkende dieren toegepast.

Om de invloed van het verkeer in te kunnen schatten is het belangrijk te weten:

1. welk het aandeel is van trekkende dieren dat overreden wordt
2. wat het gemiddeld aantal auto's per uur is dat gebruik maakt van de weg

8.2.4. Verwachtingen inzake werkzaamheid

De uitwerking van een technische maatregel geeft niet noodzakelijk een duurzame oplossing aan het probleem. Met de aanleg van een geleidingswand met bijbehorende tunnels wordt misschien wel aan het aanrijdingsprobleem verholpen, maar kan een landschappelijke barrière ontstaan die door de trekkende dieren niet meer of slechts door enkele dieren kan worden overbrugd. Een voorziening is enkel werkzaam wanneer ze optimaal aansluit op de trekroutes van de betrokken amfibieënsoorten en het voortbestaan van het habitat gegarandeerd is. De terreinomstandigheden moeten de aanleg van een permanente voorziening mogelijk maken. Van zodra van deze regel wordt afgeweken, zijn er vragen te stellen bij de efficiënte werking van de voorziening. Wanneer het knelpunt aan de rand van het leefgebied gelegen is, dan moet een andere oplossing overwogen worden.

Vandaar dat, vooraleer de aanleg wordt aangevat, een antwoord moet zijn gegeven op de volgende vragen:

1. bestaat er voldoende kennis over de kwaliteit en kwantiteit van de voor amfibieën essentiële habitatelementen?
2. is het voortbestaan van het leefgebied als geheel en van essentiële elementen in het bijzonder gegarandeerd?
3. hoe ligt het knelpunt binnen het geheel van het (potentieel) habitat?
4. hoe verloopt de trekbeweging, wat zijn de grenzen van de oversteekzone en waar liggen de belangrijkste aanrijdingspunten?

Na de aanleg moet de opvolging en het onderhoud van de voorziening worden gegarandeerd.

8.3. Beoordelingscriteria

Alvorens de keuze voor een permanente oversteekvoorziening wordt gemaakt moet de vraag worden gesteld of geen andere duurzame oplossing mogelijk is. Vandaar de volgende systematische vraagstelling alvorens aan de aanleg van geleidingswanden en tunnels kan worden gedacht:

1. *Heeft de weg een belangrijke en noodzakelijke verkeersfunctie?*
NEEN definitief opheffen van de weg

- zonodig voorzien in alternatieve weg buiten of aan de rand van het leefgebied
- JA punt 2
2. *Dient de weg hoofdzakelijk voor plaatselijk en/of niet gemotoriseerd verkeer?*
 NEEN punt 3
 JA beperking van de verkeersfunctie tot plaatselijk en/of niet gemotoriseerd verkeer door afsluiting van de weg voor onbevoegden en/of auto's
3. *Kan de verkeersfunctie gedurende bepaalde periodes worden beperkt en/of kan het verkeer langs een andere weg tijdelijk worden afgeleid?*
 NEEN punt 4
 JA weg gedurende de trekperiode geheel of tijdelijk afsluiten
4. *Is het leefgebied langs beide zijden van de weg van voldoende kwaliteit om het overleven van een amfibieënpopulatie te garanderen?*
 NEEN aanleg van vervangende voortplantingsplaatsen al dan niet in combinatie met een permanente wand langsheen de weg zonder oversteekvoorziening
 JA punt 5
5. *Zijn er voldoende mogelijkheden om een duurzame en permanente oversteekvoorziening aan te leggen die volledig inspeelt op de huidige treksituatie?*
 NEEN verder onderzoek naar aangepaste oplossing
 JA aanleg van geleidingswanden en tunnels (beslissen welk systeem het best geschikt is)

De onder paragraaf 8.2. gemaakte afwegingen bepalen of het zinvol is een duurzame beschermingsmaatregel in de vorm van geleidingswanden en tunnels uit te werken. Vooraleer tot een criteria-analyse kan worden overgaan moet aan de volgende randvoorwaarden zijn voldaan:

1. De aantallen en soorten amfibieën en hun treksituatie moeten voldoende bekend zijn.
2. Het voortbestaan van het voortplantingswater/zomerleefgebied en het overwinteringsgebied moet worden gegarandeerd.

De verdere afwegingen zitten verwerkt in een aantal beoordelingscriteria waaraan een puntensysteem (= score) verbonden is (bijlage 7). De afweging dient te gebeuren voor elke soortengroep (padden, kikkers en salamanders) afzonderlijk. In de keuze van de beoordelingscriteria, die in drie afzonderlijk bruikbare categorieën zijn ondergebracht, spelen de volgende elementen een beslissende rol:

RELEVANTIE EN PRIORITEIT

Deze criteria omvatten de eisen die worden gesteld t.a.v. het overleven van een amfibieënpopulatie en de noodzaak tot bescherming op gewestelijk niveau.

- A *Het aantal dieren dat overreden wordt*: aantallen variëren naargelang de soort en soortengroep; ze winnen aan belang naargelang de waarde het gewestelijk gemiddelde benadert of overschrijdt en een belangrijk deel uitmaakt van de totale lokale populatie. Het gewestelijk gemiddelde (tabel 8.1.) werd berekend aan de hand van het totaal aantal overgezette amfibieën gedurende de voorjaarstrek in een periode van 12 jaar tussen 1988 en 2000 (overzetgegevens *Hyla*). Omdat niet altijd en overal een onderscheid tussen amfibieënsoorten werd gemaakt zijn de soorten in drie soortengroepen ingedeeld: padden, kikkers en salamanders.

SCORE: De puntentoekenning gebeurt aan de hand van aantalcategorieën en verhoogt naarmate het gewestelijk gemiddelde benaderd dan wel overschreden wordt.

- B *Het aandeel van elke soortengroep t.o.v. het gewestelijk aandeel*: het belang verhoogt naargelang de waarde rond of boven het gewestelijk aandeel ligt (tabel 8.1.). Het aandeel van elke soortengroep werd berekend aan de hand van de gemiddelde soortverhouding op het totaal aantal overgezette amfibieën gedurende de voorjaarstrek in een periode van 12 jaar tussen 1988 en 2000 (overzetgegevens *Hyla*).

SCORE: Eén punt wordt toegekend wanneer het gewestelijk gemiddelde wordt bereikt of overtroffen.

- C *De mate waarin het verkeer een belangrijke populatiedecimerende factor is:* aangenomen wordt dat bij een aanrijdingspercentage van meer dan 25% van de geslachtsrijpe dieren het voortbestaan van de populatie in het gedrang komt (paragraaf 3.2.1.). Omdat in de meeste gevallen het effectief aandeel van de aangereden dieren in het totaal van de geslachtsrijpe populatie onbekend is, wordt het percentage op het aantal in het voorjaar over de weg trekkende dieren toegepast. Dat maakt dat het aandeel in bepaalde gevallen wordt overschat.
SCORE: Eén punt wordt toegekend wanneer het percentage van 25% overschreden wordt.
- D *Het voorkomen van andere amfibieëngroepen:* de analyse wordt per amfibieëngroep (padden, kikkers en salamanders) gemaakt. Daarom moet ook rekening worden gehouden met het voorkomen van andere soortengroepen dan deze die het onderwerp uitmaakt van de beoordeling.
SCORE: Eén of twee punten worden toegekend naargelang ook individuen uit de andere amfibieëngroepen de weg oversteken.
- E *De overlevingskans:* wanneer de verkeersintensiteit gedurende de trekperiode meer dan 8 voertuigen/uur bedraagt, daalt de overlevingskans tot onder de kritische grens van 70% (paragraaf 3.2.3.).
SCORE: Eén punt wordt toegekend wanneer de kritische grens wordt bereikt of overtroffen.
- F *Het voorkomen van één of meer individuen van bijzondere soorten onder de trekkende amfibieën.* Bijzondere soorten zijn "rode lijstsoorten" en/of internationaal te beschermen soorten (tabellen 11.2. en 11.3.).
SCORE: Er wordt binnen eenzelfde soortengroep één punt per soort toegekend die als bijzondere soort wordt aanzien. In het geval van de soortengroep "padden" zijn dat er maximaal 4 (Geelbuikvuurpad, Knoflookpad, Rugstreeppad en Vroedmeesterpad); in het geval van de soortengroep "kikkers" zijn dat er maximaal 2 (Boomkikker en Heikikker); in het geval van de soortengroep "salamanders" zijn dat er maximaal 3 (Kamsalamander, Vinpootsalamander en Vuursalamander).

De maximale score voor het totaal van deze criteria bedraagt 19 punten voor de groep "pad", 15 punten voor de groep "kikker" en 17 punten voor de groep "salamander".

DUURZAAMHEID

De criteria betreffen de garanties voor een duurzame werking van een voorziening.

- G. *De ligging van de oversteekplaatsen t.o.v. elkaar binnen het plangebied.* Het is belangrijk dat de volledige trekzone - d.w.z. alle gekende aanrijdingspunten behorende tot eenzelfde knelpunt - door de voorziening worden beveiligd.
SCORE: Wanneer aan het criterium wordt beantwoord, wordt één punt toegekend.
- H. *De aansluiting van de voorziening op de belangrijkste trekroutes en oversteekplaatsen.* De voorzieningselementen moeten optimaal aansluiten op de trekrichting en de belangrijkste oversteekplaatsen om doeltreffend te zijn.
SCORE: Wanneer aan het criterium wordt beantwoord, wordt één punt toegekend.
- I. *De mogelijkheden die de terreinomstandigheden bieden voor een voorziening.* De berm en de daarop aansluitende gronden moeten voldoende ruimte en goede omstandigheden bieden voor de aanleg van een goed werkende voorziening.
SCORE: Wanneer aan het criterium wordt beantwoord, wordt één punt toegekend.
- J. *Opvolging van de voorziening.* Het onderhoud van en de controle op de voorziening moet op lange termijn worden gegarandeerd. Bij gebrek aan een jaarlijkse opvolging verliest de voorziening zijn werkzaamheid.
SCORE: Wanneer aan het criterium wordt beantwoord, wordt één punt toegekend.

De maximale score voor het totaal van deze criteria bedraagt voor elke soortengroep 4 punten.

BIJKOMENDE CRITERIA

Aan de hand van enkele bijkomende criteria wordt een meerwaarde gegeven aan de mogelijkheid tot de bouw en/of de haalbaarheid van een voorziening.

K. *Voorkomen van andere diersoorten dan amfibieën*. De relevantie van een duurzame oplossing stijgt naarmate ook andere diersoorten hiermee zijn gebaat. Een beoordeling gebeurt aan de hand van drie soortengroepen waarvan eveneens op dezelfde locatie regelmatig individuen slachtoffer worden van het verkeer. De diersoortengroepen zijn: reptielen (Adder, Gladde slang, Ringslang, Hazelworm), insectenetters (Egel, diverse soorten spitsmuizen) en roofdieren (Wezel, Hermelijn, Bunzing, Steenmarter, Das, Otter, Vos) (zie ook tabel 1.2.).

SCORE: Per soortengroep, waarvan één van de hiervoor genoemde soorten regelmatig slachtoffer wordt van het verkeer, wordt één punt toegekend.

L. *Aanwezigheid van bestaande oversteekmogelijkheden*. Wanneer bestaande wegen(rand)infrastructuur, die niet voor de oversteek of geleiding van amfibieën dient, bij de voorziening kan betrokken worden of ten gunste hiervan kan worden ingeschakeld, verhogen de realisatiemogelijkheden. Hetzelfde geldt voor de aanwezigheid van oversteekvoorzieningen voor andere diersoorten.

SCORE: Zodra één bruikbaar/ombouwbaar kunstwerk of bestaande oversteekvoorziening aanwezig is wordt één punt toegekend.

M. *Nieuwe aanleg van een weg of herstel/heraanleg van een bestaande weg*. Wanneer de aanleg van een nieuwe weg wordt gepland of herstelwerken aan een bestaande weg worden voorzien, dan moet de kans worden aangegrepen om een duurzame voorziening te integreren.

SCORE: In voorkomend geval wordt één punt toegekend. Enkel in het geval van een nieuwe weg worden twee punten toegekend.

De maximale score voor het totaal van deze criteria bedraagt voor elke soortengroep 6 punten.

8.4. Toepassingsmogelijkheden van de beoordelingscriteria op de bestaande overzetgegevens

8.4.1. Beperkingen

Wanneer de voorgestelde beoordelingscriteria worden toegepast op de bestaande overzetgegevens die door *Hyla* zijn verzameld, dan blijkt dat heel wat informatie ontbreekt om een grondige analyse mogelijk te maken, nl. doordat:

1. de tellingen/raapacties niet altijd het gehele seizoen dekken (enkel voorjaarstrek) en zich vaak concentreren rondom de piekperiodes;
2. er vaak alleen een onderscheid wordt gemaakt tussen soortengroepen (padden, kikkers en salamanders) en niet tussen soorten;
3. de begrenzing van de trekzone en de belangrijkste oversteekpunten en de trekrichtingen niet of onvoldoende gekend zijn;
4. het habitatgebruik van de soorten niet of enkel bij benadering bekend is: vooral informatie omtrent de ligging van de zomer- en de overwinteringsgebieden ontbreekt;
5. de populatiesamenstelling niet gekend is.

Het is moeilijk om aan al deze tekortkomingen alsnog een invulling te geven. Vooral wat het populatie- en habitatonderzoek betreft, stellen zich belangrijke beperkingen. De toepassing van het beoordelingssysteem moet daarom afhankelijk worden gesteld van de beschikbare gegevens, waarbij een minimale kennisinput noodzakelijk is aangaande:

1. de betrokken amfibieënsoorten;
2. het soortenaantal en -verhouding op basis van het aantal overstekende dieren gedurende het gehele trekseizoen;
3. de kwaliteit en de kwantiteit van het voortplantingshabitat;

4. de verkeersdrukte op basis van het gemiddeld aantal voorbijrijdende voertuigen gedurende de trekperiode;
5. de uiterste grenzen van de trekzone en de ligging van de belangrijkste oversteekpunten;
6. de mogelijkheden een duurzame voorziening aan te leggen.

Naargelang de beschikbaarheid van basisgegevens moet het beoordelingssysteem worden aangepast, waarbij wordt gestreefd naar de inschakeling van een zo groot mogelijk aantal beoordelingscriteria. Het beoordelingssysteem heeft dus zijn beperkingen maar is niettemin op gemeentelijk niveau zeer goed inzetbaar al was het maar alleen om het belang van een duurzame voorziening naar waarde te kunnen schatten.

8.5. Prioriteiten

De beschikbare overzetgegevens laten momenteel enkel deelanalyses toe. Eén van de deelanalyses betreft de berekening van een aantal gemiddelden (tabel 8.1.). Voorts kan aan de hand van de totalen van Gewone pad, Bruine kikker, Groene kikker en salamanders worden nagegaan op welke plaatsen grote aantallen van deze dieren de weg oversteken (bijlage 3).

Een eerste selectie geeft de plaatsen aan waar een uitzonderlijk groot aantal amfibieën een weg oversteekt (tabel 8.2.). Naarmate de basiswaarde verhoogt of verlaagt, komt een kleiner dan wel een groter aantal plaatsen uit de selectie naar voor. De selectie kan richting geven aan het toekomstig beleid inzake amfibieënbescherming langs wegen en de plaatsen aangeven waar met voorrang een oplossing moet worden gegeven aan de aanrijdingsproblematiek.

Tabel 8.2.: Selectie van belangrijke knelpunten aan de hand van het oversteken van uitzonderlijk grote aantallen individuen van Gewone pad (> 3000 ex.), Bruine kikker (> 500 ex.), Groene kikker (> 50 ex.) en salamanders (> 300 ex.) per overzetjaar (gebaseerd op overzetgegevens Hyla - periode 1988-1999).

gemeente	straat					totaal	jaar ¹¹
		gewone pad	bruine kikker	groene kikker	salamander		
totaal amfibieën	> 3000						
Bornem (Weert)	Appeldijkstraat	4811	415	3	4	5233	1996
Brasschaat	Miksebaan	4677	376	7	8	5068	1996
Brasschaat	Kerkedreef	3692	977	4	38	4711	1998
Brasschaat	Kerkedreef	3359	827	0	31	4217	1997
Westouter	Langedreef en Gemenestraat	4178	0	0	33	4211	1995
Westouter	Langedreef en Gemenestraat	4095	3	0	87	4185	1994
Westouter	Langedreef en Gemenestraat	3900	0	0	34	3934	1996
Bornem	Appeldijkstraat	3762	115	3	5	3885	1997
Bornem	Appeldijkstraat	3635	194	11	12	3852	1999
Sint-Truiden	Engelbamp	3431	79	4	67	3581	1988
Sint-Truiden	Engelbamp	3449	73	39	18	3579	1989
Bornem	Appeldijkstraat	3342	152	15	8	3517	1998
Vorselaar	Heiken	3271	4	0	47	3322	1998
Willebroek (Blaasveld)	Broekstraat en Fonteinstraat	3130	50	0	68	3248	1991
Hamont-Achel	De Bever	3101	103	0	14	3218	1991

¹¹ Een knelpunt kan meerdere keren voorkomen, wanneer de hoge aantallen over meerdere jaren zijn vastgesteld.

Brasschaat	Kerkedreef	2493	645	32	23	3193	1996
St. Niklaas	Kiemerstraat	3038	70	0	1	3109	1994
Diepenbeek	Zandstraat	1580	299	812	399	3090	1994
Zonhoven	Welleken en Ballewijerweg	1244	1493	99	244	3080	1988
Vorselaar	Heiken	3006	5	0	13	3024	1997

gewone pad > 3000

Bornem (Weert)	Appeldijkstraat	4811	415	3	4	5233	1996
Brasschaat	Miksebaan	4677	376	7	8	5068	1996
Heuvelland (Westouter)	Langedreef en Gemenestraat	4178	0	0	33	4211	1995
Heuvelland (Westouter)	Langedreef en Gemenestraat	4095	3	0	87	4185	1994
Heuvelland (Westouter)	Langedreef en Gemenestraat	3900	0	0	34	3934	1996
Bornem (Weert)	Appeldijkstraat	3762	115	3	5	3885	1997
Brasschaat	Kerkedreef	3692	977	4	38	4711	1998
Bornem (Weert)	Appeldijkstraat	3635	194	11	12	3852	1999
Sint-Truiden	Engelbamp	3449	73	39	18	3579	1989
Sint-Truiden	Engelbamp	3431	79	4	67	3581	1988
Brasschaat	Kerkedreef	3359	827	0	31	4217	1997
Bornem (Weert)	Appeldijkstraat	3342	152	15	8	3517	1998
Vorselaar	Heiken	3271	4	0	47	3322	1998
Willebroek (Blaasveld)	Broekstraat en Fonteinstraat	3130	50	0	68	3248	1991
Hamont-Achel	De Bever	3101	103	0	14	3218	1991
Sint-Niklaas	Kiemerstraat	3038	70	0	1	3109	1994
Vorselaar	Heiken	3006	5	0	13	3024	1997

bruine kikker > 400

Genk	Broekrakelaan - Het Wik	356	1653	185	6	2200	1999
Munsterbilzen	Zangerheistraat	514	1591	5	33	2143	1998
Zonhoven	Welleken en Ballewijerweg	1244	1493	99	244	3080	1988
Brasschaat	Kerkedreef	3692	977	4	38	4711	1998
Sint-Pieters-Leeuw	Hoogstraat	982	913	0	13	1908	1988
Brasschaat	Kerkedreef	3359	827	0	31	4217	1997
Torhout	Bosdreef	4	818	0	3	825	1996
Zonhoven	Ballewijerweg	295	776	70	21	1162	1994
Brasschaat	Kerkedreef	2493	645	32	23	3193	1996
Sint-Pieters-Leeuw	Hoogstraat	1125	619	0	189	1933	1989
Zonhoven	Ballewijerweg	180	515	70	16	781	1993
Willebroek (Blaasveld)	Broekstraat en Fonteinstraat	2002	497	0	190	2689	1989
Zonhoven	Ballewijer	903	453	71	250	1677	1989
Bornem (Weert)	Appeldijkstraat	4811	415	3	4	5233	1996
Zonhoven	Saarbroek en Molenschansweg	1105	410	43	301	1859	1988

groene kikker > 50

Herentals	Lichtaartseweg	1039	307	270	6	1622	1998
Herentals	Lichtaartseweg	1131	216	237	9	1593	1999
Genk	Broekrakelaan - Het Wik	356	1653	185	6	2200	1999
Zonhoven	Welleken en Ballewijerweg	1244	1493	99	244	3080	1988
Zonhoven	Ballewijerweg	903	453	71	250	1677	1989
Zonhoven	Ballewijerweg	295	776	70	21	1162	1994
Zonhoven	Ballewijerweg	180	515	70	16	781	1993
Zutendaal	Schansstraat	1398	20	68	388	1874	1995
Zutendaal	Schansstraat	876	44	53	409	1382	1994

Zonhoven	Ballewijerweg	402	366	50	55	873	1992
salamander	> 300						
Beerse	Toekomstlaan	329	1	0	1682	2012	1999
Beerse	Toekomstlaan	263	7	0	1080	1350	1996
Beerse	Toekomstlaan	405	1	0	1048	1454	1997
Beerse	Toekomstlaan	426	9	1	857	1293	1998
Ieper (Elverdinge)	Warande	241	1	0	713	955	1989
Beerse	Toekomstlaan	266	2	0	680	948	1995
Beerse	Toekomstlaan	323	0	0	565	888	1994
Zutendaal	Schansstraat	876	44	53	409	1382	1994
Diepenbeek	Zandstraat	1580	299	812	399	3090	1994
Zutendaal	Schansstraat	1398	20	68	388	1874	1995
Ieper (Hollebeke)	Kasteelhoekstraat	868	43	0	385	1296	1999
Wichelen (Serskamp)	Eedgoed	803	17	5	382	1207	1993
Merelbeke	Liedermeerswijk	921	19	6	375	1321	1996
Grimbergen (Humbeek)	Voordestraat	617	148	0	372	1137	1991
Ieper (Hollebeke)	Kasteelhoekstraat	1556	97	0	357	2010	1998
Overijse	Lindaal	690	12	0	324	1026	1999
Zonhoven	Saarbroek en Molenschansweg	1105	410	43	301	1859	1988

8.6. Kostenaspecten

Regelmatig wordt vastgesteld dat onnodig dure amfibieënvoorzieningen worden gebouwd. Hoge kosten kruipen vaak in de aard van de fundering en de inrichting van de tunnels met portalen, keermuurtjes en roosters. Bij de aanleg moet worden nagegaan of een zware fundering of een fundering hoe dan ook nodig is en de besparing op materialen niet resulteert in een meerkost van de uitvoeringswerkzaamheden. Zo levert het gebruik van een ronde buis als tunnel een materiaalbesparing op maar daartegenover staat dat voor een goede aansluiting van de geleidingswand op de tunnel een keermuur rondom de tunnelingang moet worden opgetrokken.

Een vaak vergeten aspect is het onderhoud. Bij het merendeel van de amfibieënvoorzieningen in Vlaanderen werd een gebrekkig of uitblijvend onderhoud vastgesteld. De keuze van het materiaal en de opstelling moet op het later onderhoud en het mogelijk herstel van de voorziening worden afgestemd. In de praktijk wordt de opvolging heel vaak vergeten omdat mogelijke beschadigingen en tekortkomingen door overwoekering van de voorziening niet of moeilijk zichtbaar zijn geworden. Vaak zijn disfuncties het gevolg van een gebrekkig of uitblijvend onderhoud, omwille van de moeilijke bereikbaarheid.

De kostprijs van de verschillende in Vlaanderen aangelegde amfibieënvoorzieningen kon niet in alle gevallen worden achterhaald, omdat een aantal van de voorzieningen werd aangelegd met materialen uit de voorraad van de gemeente of deel uitmaakten van een groter infrastructuurproject zoals de (her)aanleg van een weg of bijkomende weginfrastructuur (bv. riolering of fietspad). De individuele, globale kostprijzen zijn terug te vinden in tabel 8.3. Een onderlinge vergelijking van de cijfers is niet mogelijk omdat de kostprijs sterk varieert naargelang de gebruikte materialen, de werkomstandigheden en de grootte en opbouw van de voorziening. De weergegeven cijfers zijn niet verder geanalyseerd en daardoor enkel richtinggevend.

Tabel 8.3.: Totale kostprijzen in Belgische frank (afgerond naar duizendtal) en euro van amfibieënvoorzieningen in Vlaanderen.

Gemeente	Straat	KostprijsBef	KostprijsEur
Puurs - Liezele	Hof ter Bollendreef	onbekend	onbekend
Bilzen - Munsterbilzen	Zangerheistraat	180.000	4.462
Dilsen-Stokkem - Lanklaar	Hoeweweg	87.000	2.157
Dilsen-Stokkem - Rotem	Kantonsweg	73.000	1.810
Genk	Hoogzij	onbekend	onbekend
Houthalen-Helchteren	Forelstraat	138.000	3.421
's Gravenvoeren	Altembroek	887.000	21.988
Sint-Truiden - Nieuwenhoven	Engelbamp	onbekend	onbekend
Brakel	Oude Blekerijstraat	1.445.000	35.821
Kruishoutem - Lozer	Kasteelstraat	4.531.000	112.321
Oudenaarde - Ename	Braambrugstraat	62.000	1.537
Halle - Lembeek	Dokter Spitaelslaan	485.000	12.023
Huldenberg	Kaalheide	613.000	15.196
Oud-Heverlee	Bogaardenstraat	573.000	14.204
Overijse	Frans Verbeekstraat	582.000	14.427
Sint-Pieters-Leeuw	Hoogstraat	onbekend	onbekend
Tervuren	Vlaktedreef	2.065.000	51.190
Tielt - Winge	Rijksweg Aarschof-Winge (N223)	1.656.000	41.051
Willebroek - Blaasveld	Broekstraat	843.000	20.897

8.7. Stroomkeuze

Bij de keuze van een systeem mogen enkel soortspecifieke en terreintechnische aspecten meespelen en is de kostprijs van ondergeschikt belang. Het budget moet worden afgestemd op de noodzakelijke onderdelen voor een voorziening i.p.v. beperkingen op te leggen aan een voorziening omwille van een ontoereikend budget.

Er wordt nogmaals gewezen op de noodzaak van een voorafgaande, grondige analyse van oplossingsrichtingen, zoals hiervoor beschreven, alvorens tot de aanleg van een geleidingswand met tunnels wordt beslist. Afhankelijk van de uitkomst, wordt beslist hoeveel tunnels nodig zijn om de overstek te verzekeren en over welke afstand de weg moet worden uitgerasterd. Er dient niet te worden gestreefd naar een spreiding van de tunnels maar naar een concentratie van tunnelementen in de zones met de grootste trekbeweging. Zonodig moeten bijkomende werken, zoals habitatversterkende (bv. de aanleg van poelen) of geleidende maatregelen (bv. aanleg van een heg of houtkant), worden gepland om de effectiviteit te verzekeren.

De keuze voor een welbepaald systeem doorloopt een tiental stappen (tabel 8.4.) die elkaar opvolgen.

Tabel 8.4.: Stapsgewijze systeembeslissing.

1. verzamelen basisgegevens i.v.m. de wegsituatie en het lokaal trekgedrag van de betrokken soorten over de weg;
2. formuleren van de detaildoelstelling(en);
3. uitwerking van oplossing(en);
4. toepassing van de beoordelingscriteria;
5. globale keuze voor een systeem;
6. bekijken van de realisatiemogelijkheden en beschikbare middelen;

7. afstemming van de systeemkeuze op de realisatiemogelijkheden en beschikbare middelen doch zonder een toegeving te doen aan de detaildoelstelling(en);
8. definitieve keuze voor een welbepaald systeem en de samenstelling/opbouw ervan;
9. uitwerken uitvoeringsplan;
10. opmaken bestek en aanbestedingsdossier.

9. Efficiëntiebepaling

9.1. Doelstelling en onderwerp van de effectiviteitsanalyse

Voor een deel van de bestaande amfibieëntunnels en -geleidingssystemen in Vlaanderen werd de werkzaamheid van het systeem nagegaan. Dat gebeurde volgens een welbepaalde methode (paragraaf 9.2.) om een onderlinge vergelijking mogelijk te maken. De bedoeling van de analyse was na te gaan of de bestaande systemen doeltreffend werken en amfibieën veilig en op efficiënte wijze onder de weg doorleiden. Tegelijk diende het onderzoek na te gaan welke systemen of onderdelen van systemen gebreken vertonen of - omgekeerd - een (meest) gunstig effect hebben op de migratie. Hieruit kunnen lessen worden getrokken om de bestaande en toekomstige geplande voorzieningen op een meer efficiënte wijze in te zetten en aanpassingen te voorzien. Tabel 9.1. geeft een overzicht van de zes voorzieningen die aan de effectiviteitsanalyse werden onderworpen. Elk van deze voorzieningen doorliep eveneens de functionaliteitsanalyse (paragraaf 9.5.).

Tabel 9.1.: Overzicht van de voorzieningen waar een efficiëntiebepaling heeft plaatsgevonden.

Antwerpen

geen

Limburg

- Genk (Hoogzij)
- Houthalen-Helchteren (Forelstraat)

Oost-Vlaanderen

- Ename-Oudenaarde (Braambrugstraat)

Vlaams-Brabant

- Oud-Heverlee (Bogaardenstraat)
- Sint-Pieters-Leeuw (Hoogstraat)
- Tielt-Winge (N223 Aarschot-Winge)

West-Vlaanderen

geen

Oorspronkelijk was ook een efficiëntiebepaling gepland voor de voorzieningen in Overijse (*Frans Verbeekstraat*) en Tervuren (*Vlaktedreef*), maar op uitdrukkelijke vraag van de plaatselijke milieubeweging en in overleg met de opdrachtgever is uiteindelijk geen onderzoek uitgevoerd.

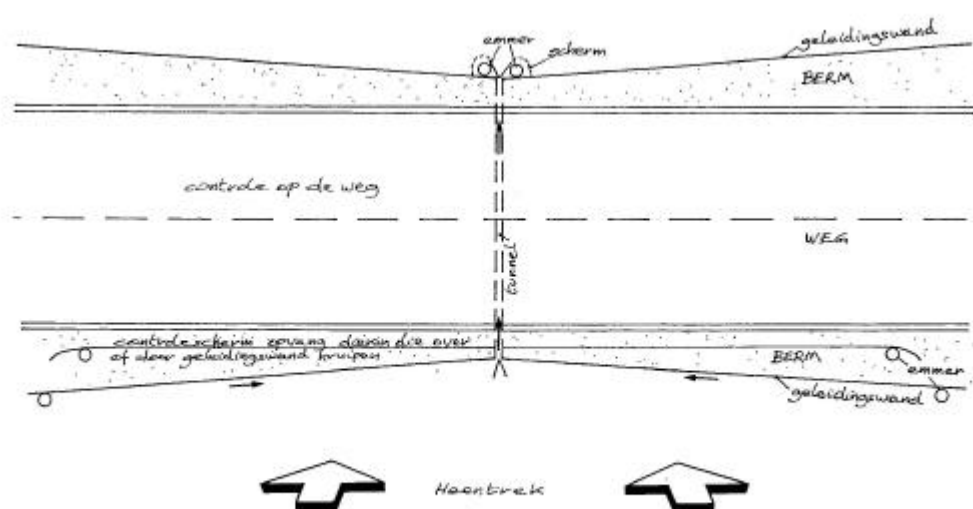
9.2. Methode van de effectiviteitsanalyse

9.2.1. Gebruik van de tunnel

De gehanteerde werkmethode is erop gericht na te gaan of, hoeveel en welke soorten van de passages gebruik maken. Het aantal trekkende dieren wordt gemeten door bij de uitgang van elke tunnel een of meer emmers in de bodem in te graven waarin de dieren terechtkomen wanneer ze doorheen de tunnel gelopen zijn. Vooraf wordt nagegaan in welke richting de trekbeweging zich afspeelt (figuur 9.1.). Als tunneluitgang wordt het uiteinde van de tunnel aanzien dat in de trekrichting ligt. Om te verhinderen dat dieren die niet langs de tunnel zijn gekomen in de valkuil terechtkomen, wordt de emmer

gedeeltelijk afgeschermd door een lage geleidingswand. Dit voorkomt tevens dat dieren, die erin slagen langs de emmer te kruipen, ontsnappen en niet worden meegeteld. Gedurende de periodes dat niet wordt geteld wordt het schutsel omhoog gezet en de emmer met een deksel afgesloten, waardoor er opnieuw vrije passage mogelijk is. In één geval - in Sint-Pieters-Leeuw - was er sprake van een dubbele trekbeweging naar beide zijden van de weg. Hiervoor werd een specifieke controlemethode uitgewerkt. Ook in Genk vindt er vermoedelijk trek in beide richtingen plaats waardoor het tweede teljaar bijkomende emmers werden geplaatst. In Houthalen-Helchteren is het bij een tunneluitgang onmogelijk emmers te plaatsen omwille van een permanent hoge waterstand. Hier werden de dieren aanvankelijk opgevangen in een netconstructie, wat echter niet bleek te werken. Ook andere systemen werden bedacht, maar niet effectief bevonden zodat deze tunnel nauwelijks op zijn effectiviteit kon gemeten worden.

Figuur 9.1.: Grafische voorstelling van het principe van de toegepaste werkmethode.



De hiervoor beschreven manier van vangen wordt ook gebruikt bij amfibieënoverzetacties. De vallen worden dagelijks tweemaal gecontroleerd namelijk in de late avond en in de vroege ochtend. De gevangen soorten worden gedetermineerd en geteld en daarna weer losgelaten. De controleperiode valt in de piekperiode van de voorjaarstrek - in de regel tussen half februari en begin april. In een periode van ongeveer zes weken zijn gespreid over twee jaren (2000 en 2001) gedurende minstens 10 dagen per voorziening controles uitgevoerd. In enkele gevallen gebeurde dat dagelijks zoals in Houthalen-Helchteren, Genk, Sint-Pieters-Leeuw en Oudenaarde-Ename. De controledagen werden afhankelijk gesteld van de weersomstandigheden (nachttemperatuur $> 5^{\circ}\text{C}$, vochtig weer) zodanig dat de dagen met de meeste trekbeweging binnen de onderzoeksperiode vielen.

Niettemin een eenvormige methode is uitgewerkt om de migratiebeweging van amfibieën langsheen geleidingswanden en doorheen tunnels te meten, is de werkwijze niet over de gehele lijn inzetbaar. De lokale omstandigheden wijken daarvoor te sterk af en vragen om een bijpassing per individueel geval, zoals hierna wordt beschreven:

Genk (Hoogzij)

probleem: a) geen ruimte voor controlescherm langs weg
b) vermoedelijk trek in beide richtingen

bijsturing: a) geen controlescherm geplaatst
b) bijkomende emmers geplaatst

Houthalen-Helchteren (Forelstraat)

- probleem:* a) vermoedelijk onvoldoende hoge geleidingswanden
 b) huidige voorziening dekt niet de gehele trekzone
 c) meer openingen in geleidingswand door inritten van belendende percelen
- bijsturing:* a) extra controle scherm geplaatst langs weg tussen twee tunnels waar de geleidingswand niet werd onderbroken
 b) manuele overzet met tijdelijke geleidingswand op niet beveiligd stuk
 c) emmers geplaatst op uiteinden geleidingswanden bij onderbrekingen

Ename-Oudenaarde (Braambrugstraat)

- probleem:* a) moeilijke terreinomstandigheden, o.a. erosiegevoelig (afkalving weggant); geen of te beperkte ruimte voor controlescherm langs weg
 b) geen vaste geleidingswand
- bijsturing:* a) geen controlescherm geplaatst
 b) er werd enkel gebruik gemaakt van een tijdelijke geleidingswand die tevens als controlescherm functioneert

Oud-Heverlee (Bogaardenstraat)

- probleem:* a) geen ruimte voor controlescherm langs weg
 b) geen volledige geleiding door toegangsopening van zijweg en onvoldoende lengte van de geleidingswanden
- bijsturing:* a) geen controlescherm geplaatst
 b) vaste geleidingswand uitgebreid met tijdelijke wand + vangemmer

(Overijse (Frans Verbeekstraat))

- probleem:* a) geen ruimte voor controlescherm langs weg
 b) ondeskundige inplanting; ligt temidden van woonzone en bezit talloze lekken in de geleidingswanden o.a. op plaatsen met toegang tot belendende percelen en rond wegvoorzieningen
- bijsturing:* a) geen controlescherm geplaatst
 b) extra vangvoorzieningen aan enkele lekken; bijzondere aandacht besteden aan verkeersslachtoffers

Uiteindelijk werd hier op vraag van de plaatselijke milieubeweging en in overleg met de opdrachtgever geen efficiëntiebepaling uitgevoerd.

Sint-Pieters-Leeuw (Hoogstraat)

- probleem:* a) geen ruimte voor controlescherm langs weg
 b) trekbeweging in twee richtingen
 c) trek over een breder front dan de geleidingswanden
- bijsturing:* a) geen controlescherm geplaatst
 b) vangemmers langs beide zijden van de tunnels en op uiteinden geleidingswanden
 c) in 2001 werden bijkomende wanden en twee bijkomende tunnels aangelegd

(Tervuren (Vlakedreef))

- probleem:* a) op veel plaatsen geen ruimte voor controlescherm langs weg
 b) belangrijk deel nog niet voorzien van geleidingswanden
- bijsturing:* a) controleschermen plaatsen over deeltrajecten
 b) geen bemonstering aan tunnels zonder geleidingswand

Uiteindelijk werden hier op uitdrukkelijke vraag van de plaatselijke milieubeweging en in overleg met de opdrachtgever geen efficiëntiemetingen uitgevoerd.

Tielt-Winge (N223- Aarschot-Winge)

- probleem:* a) plaatsen van controleschermen wordt niet opportuun geacht, vanwege het gevaar voor de inventariseerders en de verkeersveiligheid

bijsturing: a) controleschermbelasting enkel geplaatst over één traject tussen twee tunnels op een recht en overzichtelijk stuk

9.2.2. Gebruik van de geleidingswand

Het gebruik van de geleidingswanden wordt gemeten door op het uiteinde van de wand een emmer in te graven met een bijkomend schutsel om de dieren naar de emmer te geleiden. Dieren die langsheen de geleidingswanden bewegen komen in één van de twee emmers terecht, waardoor duidelijk wordt in welke richting de trekbeweging zich afspeelt. Wederom worden de gevangen soorten gedetermineerd en geteld en daarna langs de andere kant van de straat (in de trekrichting) losgelaten zodat ze hun trekbeweging kunnen voortzetten. Deze dieren komen in normale omstandigheden op de straat terecht.

Waar zich de mogelijkheid voordeed en noodzakelijk werd geacht, werd aanvullend tussen twee tunnels een tweede - tijdelijke - geleidingswand (controleschermbelasting) langsheen de weg geplaatst waarlangs op de uiteinden eveneens vangemmers werden ingegraven. Deze bijkomende voorziening had tot doel na te gaan of en hoeveel dieren over of door de geleidingswand geraakten.

9.2.3. Bijkomende gegevens

Tijdens elke controlebeurt werd op de weg gekeken of er zich amfibieën al dan niet in levende toestand op de weg bevonden. Levende dieren werden opgeraapt en aan de overzijde van de weg weer losgelaten. Zowel de levende als dode exemplaren werden genoteerd als individuen die geen gebruik maakten van de voorziening(en).

9.3. Resultaten van de effectiviteitsanalyse

9.3.1. Algemene bevindingen

Bij de interpretatie van de gegevens moet er rekening mee worden gehouden dat enkel uitspraken kunnen worden gedaan omtrent het absoluut aantal amfibieën dat van de voorziening gebruik maakte of mogelijk van plan was de tunnel te doorlopen. Het aantal dieren dat weigerde naar de tunnel toe te lopen en omgekeerd, is onbekend, zodat geen procentueel aantal overstekende dieren t.o.v. het totaal aantal trekkende dieren kan gegeven worden. Enkel uitgebreid en langdurig populatieonderzoek kan hieromtrent duidelijkheid brengen. Wel werd een normalisatie uitgevoerd van de totale aantallen gevangen of geobserveerde dieren. Immers, voor de verschillende tunnels werd een verschillend aantal dagen geteld, zodat bij de vergelijking van het aantal dieren tussen de verschillende tunnels een vertekend beeld zou verkregen worden. Daarom werden de totale aantallen verrekend naar procentuele aantallen per dag.

Een belangrijke vaststelling is dat over het algemeen daar waar grote investeringen werden uitgevoerd, het aantal door de tunnels trekkende dieren bij de telling relatief laag is. Bij de plaatselijke medewerkers bestond de mening dat de aantallen amfibieën sterk zijn afgenomen ten opzichte van de situatie vóór de tunnelaanleg. De oorzaak hiervan is moeilijk te achterhalen en kan met de voorziening te maken hebben. Daar waar nog met tijdelijke schermen wordt gewerkt, in combinatie met tunnels, zijn de aantallen overstekende amfibieën over het algemeen wel hoog gebleven. Er moet echter ook worden gedacht aan andere factoren zoals populatieverschuivingen, populatieverminderingen, extra barrièrewerking of gewijzigde habitat- en milieufactoren. De bedroevende resultaten betreffende de werking van een aantal voorzieningen kan ook te wijten zijn aan de beperkte voorbereiding van de planning, waarvoor onvoldoende rekening kon worden gehouden met de terreinomstandigheden, de trekrichting en het zwaartepunt van de trek, en niet vanuit de meest gunstige omstandigheden kon vertrokken worden. Een degelijk onderhoud van de installatie is noodzakelijk om de goede werking te

kunnen meten. Meestal waren de tunnels na een jaar verstopt met grond en bladeren, waren de geleidingswanden overgroeid met vegetatie, waren geleidingselementen beschadigd door wegverkeer of ondergraven door mollen en muizen ofwel onderspoeld, e.d. Dat maakt dat een deel van de efficiëntie door onderhoudsfactoren werd tenietgedaan hetgeen niets met de werking van de eigenlijke constructie te maken heeft.

Voor de verdere bespreking van de algemene bevindingen wordt verwezen naar paragraaf 9.6.1. terwijl voor de bespreking van de tunnels en de gebiedsbeschrijving wordt verwezen naar de desbetreffende fiches (bijlage 8). De kaarten van de bestaande situatie en de controleopstelling zijn samen met de grafische voorstellingen van de analyseresultaten terug te vinden in bijlage 9.

Foto 9.1.A & B.: Ename - zicht op de voorziening (tijdelijke wand) en detail van de tunnelingang.



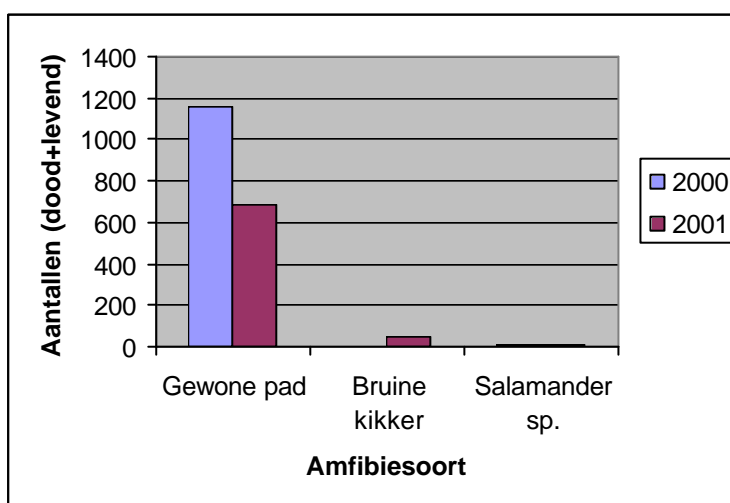
9.3.2. Gebruik van de tunnel en de geleidingswand

9.3.2.1. Ename

Op deze locatie zijn geen vaste geleidingswanden aanwezig en bestaat de installatie enkel uit twee vaste tunnels. De trek verloopt van noord naar zuid, voornamelijk in bosgebied. Jaarlijks (reeds gedurende ongeveer 15 jaar) worden tijdelijke schermen opgesteld waarlangs vier emmers worden geplaatst die de trekkende dieren opvangen. Twee ervan staan aan de uiteinden van de schermen (emmer 1 aan het oostelijke uiteinde, emmer 5 aan het westelijke uiteinde). Emmer 2 staat tussen emmer 1 en de tunnel die ongeveer in het midden van de geleidingswand is gelegen. Emmer 4 staat tussen emmer 5 en de tunnel. Op het einde van de tunnel staat emmer 3 opgesteld die de dieren opvangt die door de tunnel trekken. De dieren die opgevangen worden in emmer 1 en 5 trekken vermoedelijk de baan op, deze die in emmer 2 en 4 worden gevangen, volgen de geleidingswand in de richting van de tunnel. (kaarten Ename - bijlage 9)

De aantallen getelde amfibieën worden weergegeven in figuur 9.2. Er maken 4 soorten amfibieën gebruik van de tunnels: Gewone pad, Bruine kikker, Alpenwatersalamander en Kleine watersalamander (voor de aantallen per soort zie figuur 1 - bijlage 9). De telresultaten van 2000 maken geen onderscheid tussen beide soorten salamanders. In de grafieken worden daarom beide salamandersoorten met *Salamander sp.* aangegeven.

Figuur 9.2.: Aantal getelde amfibieën aan de amfibieënvoorziening te Ename.



De meest oostelijk gelegen tunnel werkt niet efficiënt: de zeer lage aantallen amfibieën in emmer 1 wijzen hierop. Er zijn hiervoor verschillende redenen aan te halen, met name:

- er is onvoldoende aansluiting van de geleidingswand
- de tunnel werd aangelegd op de rand van het trekgebied van de amfibieën
- de tunnel ligt topografisch niet ideaal: padden die de tunnel willen gebruiken moeten een helling oplopen.

De ligging van de tweede tunnel is aanzienlijk beter, vermits de amfibieën die uit het bos komen en in zuidelijke richting trekken de helling aflopen (naar de meest westelijke, tweede tunnel). Bovendien situeert deze zich op de punt van de trechter die door de (tijdelijke) geleidingswanden wordt gevormd.

De meest westelijke tunnel werkt efficiënt, wat duidelijk tot uiting komt in de hoge aantallen amfibieën in de derde emmer (ca. 40% Gewone pad van het totaal aantal). In baanzone B (tussen emmer 2 en emmer 3) komt toch nog ongeveer 10% Gewone pad voor die op de weg terecht kan komen. Dat wijst er eveneens op dat de oostelijke tunnel weinig efficiënt is.

In baanzone C (tussen de derde en de vijfde emmer) zitten hoge aantallen Gewone pad en Bruine kikker. Dat duidt erop dat hier het centrum van de trekzone ligt. Via de geleidingswand komen de meeste van deze dieren in de westelijke tunnel terecht. Een klein aantal zal echter na het einde van de geleidingswand op de *Braambrugstraat* terechtkomen. Dat probleem werd in 2001 opgevangen door de geleidingswand ongeveer 60 m te verlengen. Het effect van de maatregel was duidelijk merkbaar in de lagere aantallen dieren in baanzone D (noordwestelijk van emmer 5). Ondanks de maatregel blijven er nog hoge aantallen amfibieën (Gewone pad en Bruine kikker) in baanzone C. Een bijkomende tunnel in deze zone zou daarom zinvol zijn.

De geleiding naar de meest westelijke tunnel is optimaal: emmers 4 en 5 die hiervoor werden opgesteld langs de geleidingswand zijn zo goed als leeg, wat erop wijst dat de meeste dieren naar de tunnel trekken.

De tunnels bestaan uit gewone betonnen rioleringsbuizen zonder lichtinval van bovenaf. Vooral de westelijke tunnel lijkt goed te functioneren. Uit de proefopstelling kan echter niet worden afgeleid of de lichtinval van de straatverlichting op dit punt mogelijk een gunstige invloed uitoefent. Het zou een interessant experiment kunnen zijn om bij een volgende telling de verlichting uit te schakelen. Er wordt immers gesteld dat een lamp aan het uiteinde van de tunnel geenszins het gebruik bevordert (Schwerdtle, 1986).

Foto 9.2.A & B.: Oud-Heverlee - zicht op de voorziening (permanente wand - polymeercementbeton) en één van de drie tunnels.



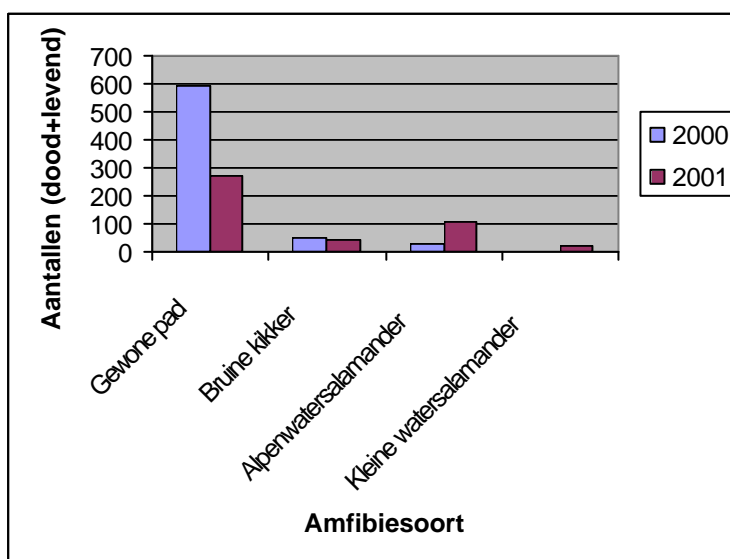


9.3.2.2 Oud-Heverlee

De trek verloopt van zuid en oost naar noordwest. Aan de uiteinden van de tunnels zijn emmers geplaatst alsook schermen die de amfibieën opvangen die door de tunnels trokken. Emmer 1 staat op het uiteinde van de meest noordelijke tunnel, emmer 3 bij de meest westelijke. Vermits er werd gesignaleerd dat een belangrijk deel van de trek over de spoorweg plaatsvond en veel dieren via die weg op de *Bogaardenstraat* terecht kwamen, en dus niet door de geleidingswanden werden opgevangen, werd een bijkomend tijdelijk scherm geplaatst van ongeveer 30 m, teneinde een idee te krijgen hoeveel dieren op dit kort traject naast de vaste opstelling trok. Op de plaats van de aansluiting van de vaste op de tijdelijke geleidingswand werd een emmer geplaatst (emmer 4) om de dieren die langs de tijdelijke wand werden geleid, op te vangen. (kaarten Oud-Heverlee - bijlage 9)

De aantallen getelde amfibieën worden weergegeven in figuur 9.3. Er werden 4 soorten amfibieën aangetroffen: Gewone pad, Bruine kikker, Alpenwatersalamander en Kleine watersalamander (voor de aantallen per soort zie figuur 2 - bijlage 9).

Figuur 9.3.: Aantal getelde amfibieën aan de amfibieënvoorziening in Oud-Heverlee.



De drie tunnels in Oud-Heverlee werken niet efficiënt. Dat komt tot uiting in de lage aantallen amfibieën in de emmers 1, 2 en 3 die aan de respectievelijke tunneluitgangen werden opgesteld. De reden hiervoor is dat de trekbeweging zich meer oostelijk van de tunnels afspeelt, met name langs de spoorweg en het oostelijk deel van de *Bogaardenstraat* ('*Boven Bogaardenstraat*'). De amfibieën die hier werden geteld, komen in hoge aantallen voor, waarbij de hoogste aantallen genoteerd werden nabij en op de spoorweg. De tunnel die het dichtst tegen de spoorweg aan ligt, ontving van de drie tunnels de hoogste aantallen Gewone pad (3% in 2000, 14% in 2001). Van de drie tunnels werkt deze tunnel dus het meest efficiënt.

De laagste aantallen werden waargenomen in emmer 3 (0.3% in 2000, 1.1% in 2001); dat is de meest westelijke tunnel. Nabij deze westelijke tunnel bevindt zich een perceelsinrit waar de geleidingswand onderbroken is vermits de buis die er onderdoor gaat en die voor de verdere geleiding moet zorgen, verstopt zit. Het feit dat de wand op deze plaats onderbroken is en vermoedelijk ook omdat deze tunnel het verst van de hoofdtrekzone verwijderd ligt, verklaart de lage aantallen in deze tunnel: de amfibieën vinden immers de tunnel moeilijker of zelfs geheel niet door de onderbreking in de geleiding.

Foto 9.3.A & B.: Tielt-Winge - zicht op de weg met de voorziening (permanente wand - polymeeercementbeton) en een deel van de geleidingswand.



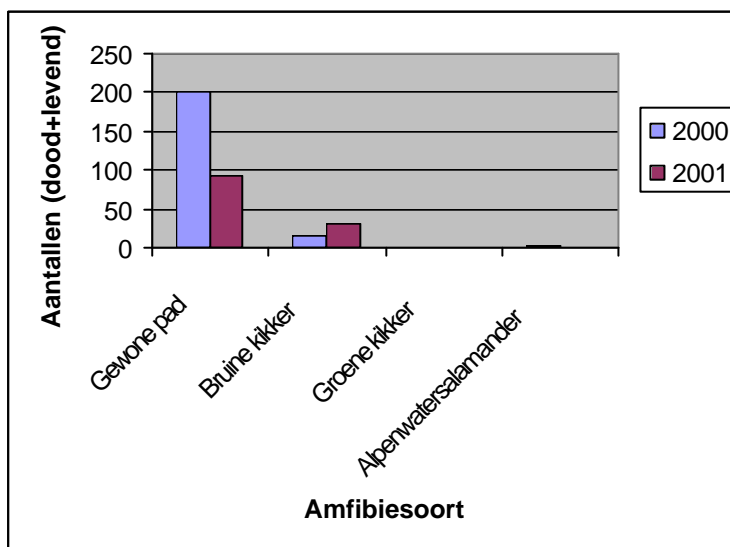
9.3.2.3 Tielt-Winge

De trekbeweging verloopt van oost naar west, binnen het bosgebied. Er werden emmers en schermen geplaatst aan de uiteinden van de drie tunnels (emmer 1 en 2 aan de noordelijke tunnel, emmer 3 aan de zuidelijke tunnel). Daarnaast werden aan de beide uiteinden van de oostelijke geleidingswand emmers geplaatst om de dieren op te vangen die in een andere richting trekken en dus buiten de geleidingswanden terechtkomen (emmer 5 in het noorden bij de aansluiting aan de *Motte*, emmer 6 in het zuiden). Tussen de weg en de geleidingswanden werd tussen tunnel 1 en 2 een controleschermbaan geplaatst met aan elk uiteinde een emmer (emmer 4). Het controleschermbaan ving de dieren op die mogelijk over of door de vaste geleidingswanden geraken en zo op de weg terechtkomen. (kaarten Tielt-Winge - bijlage 9)

De aantallen getelde amfibieën worden weergegeven in figuur 9.4. Er werden 4 soorten amfibieën aangetroffen: Gewone pad, Bruine kikker, Groene kikker en Alpenwatersalamander (voor de aantallen per soort zie figuur 3 - bijlage 9).

Door het herstel van een meander van de waterloop *Motte* is het waarschijnlijk dat een aantal tunnels minder frequent gebruikt wordt door de amfibieën dan voorheen. Het trekgebied concentreert zich momenteel nabij de *Motte*, omdat hier de beekoever de migratierichting aangeeft en nieuw gegraven poelen langs de beek nieuwe voortplantingsplaatsen aanbieden. De hoge aantallen amfibieën (o.m. tot 45% Gewone pad) in de emmers 1 (noordelijke tunnel) en 5 (noordelijk uiteinde geleidingswand aansluitend op de *Motte*), die het dichtst bij dit trekgebied liggen, ondersteunen deze hypothese.

Figuur 9.4.: Aantal getelde amfibieën aan de amfibieënvoorziening in Tielt-Winge.



De lage aantallen amfibieën in de emmers 2 en 3 wijzen erop dat de twee meest zuidelijk gelegen tunnels minder door de amfibieën worden gebruikt, doordat de trek zich noordelijker heeft verplaatst. Voor de geringe aantallen amfibieën die er wel doorheen gaan, is de efficiëntie wel bewezen. De emmers 4 (aan uiteinden controleschermbaan) en 6 (uiteinde zuidelijke geleidingswand) werden zo opgesteld, dat ze representatief zijn voor exemplaren die in principe op de weg terechtkomen. De aantallen in deze emmers waren bijzonder laag, wat erop wijst dat de tunnelefficiëntie goed is en de geleidingswanden voldoende lang zijn om de volledige trekzone te dekken. De dieren die in emmer 4 terechtkwamen (controleschermbaan), overwinterden vermoedelijk in de brede struweelbermen van de weg vermits geen lekken in de geleidingswanden tussen de twee meest noordelijke tunnels werden gevonden.

Foto 9.4.A & B.: Houthalen - zicht op de voorziening (permanente wand - gerecycleerde kunststof) en detail van de onder water gelopen tunnelingang.



9.3.2.4 Houthalen

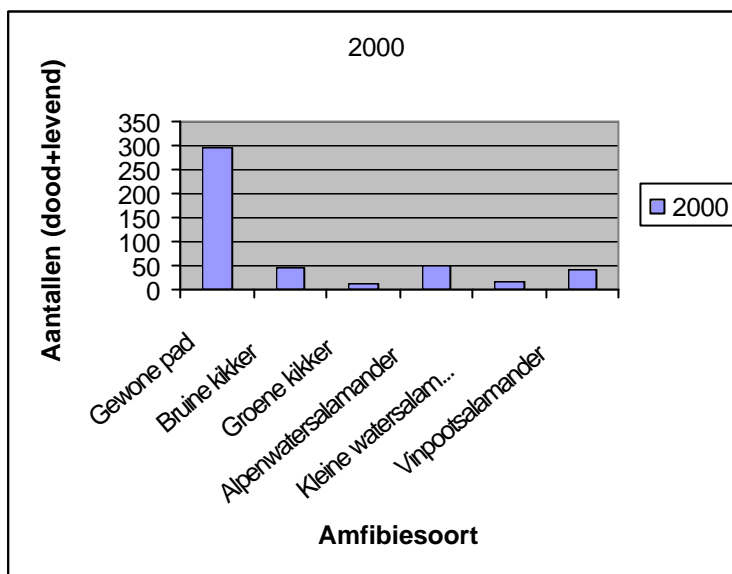
De trek verloopt van oost naar west, voornamelijk binnen bos- en ruigtegebied. Er werden emmers opgesteld aan de uiteinden van de vier tunnels. Vermits tunnel 4 (in het zuiden) permanent onder water staat, kon hier geen emmer worden opgesteld. Aan de uiteinden van het oostelijk geleidingsscherm, en daar waar het door inritten onderbroken wordt, werden emmers opgesteld om de dieren op te vangen die anders op de baan terechtkomen (emmers 5, 8, 9 en 10). Daarnaast werd tussen de weg en het geleidingsscherm tussen tunnel 2 en 4 een controlescherm opgesteld met aan elk uiteinde een emmer (emmers 6 en 7). Dat scherm ving de dieren op die over of door de vaste geleidingswand kropen. In 2001 kon geen controleopstelling plaatsvinden omdat de gehele installatie, vanwege het natte voorjaar en het slecht functioneren van het afwateringssysteem, lange tijd onder water stond, hetgeen allicht een nadelige invloed had op de trek van amfibieën. (kaarten Houthalen - bijlage 9)

De aantallen getelde amfibieën worden weergegeven in figuur 9.5. Er werden 6 soorten amfibieën aangetroffen: Gewone pad, Groene kikker, Bruine kikker, Alpenwatersalamander, Kleine watersalamander en Vinpootsalamander (voor de aantallen per soort zie figuur 4 - bijlage 9).

De belangrijkste vaststelling is dat de tunnels en de geleidingswanden in natte perioden zoals het voorjaar van 2001 langdurig onder water staan. Dat heeft te maken met het slecht functioneren van het ondergrondse afwateringssysteem, een ingewikkeld net van buizen, dat nog werd aangelegd door de mijnuitbating. Dat maakt dat de tunnels weinig of helemaal niet efficiënt zijn in natte jaren of periodes. Daardoor konden in het voorjaar van 2001 geen tellingen worden uitgevoerd. De beoordeling steunt dus enkel op het voorjaar van 2000. Daarnaast moet worden opgemerkt dat de

hoofdtrekbeweging zich hoofdzakelijk op het grondgebied van Genk afspeelt, waar geen tunnels zijn aangelegd, maar wel een tijdelijk scherm wordt geplaatst. Dat komt tot uiting in de relatief lage aantallen amfibieën die door de tunnels trekken in vergelijking tot de aantallen die langs het tijdelijk scherm worden gevangen. Omdat emmer 5 (geplaatst bij de inrit op de grens van Houthalen en Genk) in het midden van het trekgebied ligt, werden hier wel hoge aantallen aangetroffen (vooral van Gewone pad en Groene kikker).

Figuur 9.5.: Aantal getelde amfibieën aan de amfibieënvoorziening in Houthalen.



In een droog seizoen functioneren de tunnels en geleidingswanden naar alle waarschijnlijkheid wel. Immers, in de opstelling werden de emmers 6 en 7 zodanig geplaatst dat ze de exemplaren die normaal op de weg terechtkomen, opvangen (controlescherm tussen tunnel 2 en 4). Uit de waarnemingen bleek dat er lage aantallen in deze emmers voorkwamen.

De amfibieën die in principe op de weg terechtkomen, werden opgevangen in de emmers 8, 9 en 10. Ze werden geplaatst aan de uiteinden van de geleidingsschermen bij de diverse onderbrekingen van inritten. De aantallen gevangen amfibieën liggen er nog vrij hoog (o.m. tot maximum 13% voor Gewone pad en 55% voor Kleine watersalamander). Dat is te verklaren doordat een zijweg de geleidingswand onderbreekt. De dieren kunnen dus via deze onderbreking alsnog op de weg terechtkomen.

Door de tunnels 1 en 2 (de meest noordelijke tunnels) trekken nog relatief grote aantallen amfibieën (Gewone pad, Bruine kikker en Groene kikker). Dat hangt samen met het trekgebied van deze soorten: nabij de tunnels 1 en 2 ligt een voortplantingsvijver. De derde tunnel (aan emmer 3) wordt het minst frequent gebruikt, omdat die tussen de twee belangrijkste trekzones ligt (ten zuiden en ten noorden). Het verklaart de lagere aantallen Gewone pad, Bruine kikker en Groene kikker in emmer 3. Tunnel 4 (zuidelijke tunnel) kon niet gemeten worden omdat die permanent onder water staat. Er kon niet worden vastgesteld of onder zulke omstandigheden alsnog amfibieën op deze plek de weg dwarsen.

Foto 9.5.A & B.: Sint-Pieters-Leeuw - zicht op de voorziening (permanente wand - beton) en één van de tunnels.

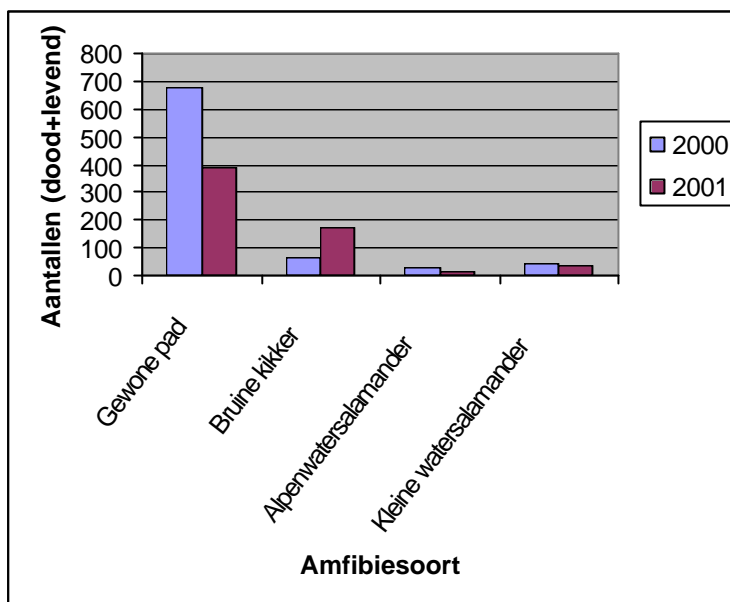


9.3.2.5 Sint-Pieters-Leeuw

De trek verloopt zowel van noord naar zuid, als van zuid naar noord. Om een meting van beide trekbewegingen te kunnen uitvoeren, gebeurde de opstelling uitgaande van de "veronderstelde" trekbewegingen. Op de uiteinden van de noordelijke geleidingswand werden emmers (emmers 1) geplaatst die de dieren opvingen die normaal op de weg terechtkomen. Op het zuidelijk uiteinde van de twee (vier in 2001) tunnels werden emmers (emmers 2) geplaatst die de dieren opvingen die van noord naar zuid door de tunnels trokken. Deze emmers werden afgeschermd en langs beide zijden van de schermen werd een emmer geplaatst. Ook aan de uiteinden van de wanden werden emmers ingegraven (emmers 3). Deze emmers vingden de dieren op die van zuid naar noord trokken en waarvan verondersteld werd dat ze door de tunnel trokken. (kaarten Sint-Pieters-Leeuw - bijlage 9)

De aantallen getelde amfibieën worden weergegeven in figuur 9.6. Er werden 4 soorten amfibieën aangetroffen: Gewone pad, Bruine kikker, Alpenwatersalamander en Kleine watersalamander (voor de aantallen per soort zie figuur 5 - bijlage 9).

Figuur 9.6: Aantal getelde amfibieën aan de amfibieënvoorziening in Sint-Pieters-Leeuw.



Op basis van de waarnemingen lijken de tunnels efficiënt te werken, maar er blijven niettemin nog enkele belangrijke knelpunten bestaan. In de randemmers 1, aan de uiteinden van de noordelijke geleidingswand, kwam immers een hoog aantal amfibieën voor dat vermoedelijk op de weg terecht komt. Indien men naar de aantallen in de emmers 2 kijkt (uiteinde van de tunnels bij een noord-zuid gerichte trek) lagen die beduidend lager dan in de emmers 1 (een verschil met factor 5). Dat wijst erop dat ofwel de tunnels ofwel de geleidingswanden weinig efficiënt zijn of dat er te weinig tunnels en geleidingswanden zijn om alle trekkende dieren op te vangen. Het euvel werd opgelost door in 2001 twee bijkomende tunnels te plaatsen en de geleidingswanden te verlengen. Uit de aantallen die in 2001 werden geteld, blijkt dat de bijkomende tunnels evenmin alle amfibieën kunnen opvangen. Immers, buiten de afscherming evenals op de weg (ter hoogte van de *Veldweg*) werden nog hoge aantallen van amfibieën geteld (tot 37% van het totaal aantal Gewone pad). Deze exemplaren vinden in principe de tunnel niet en komen op de baan terecht.

In de derde emmer werden verhoudingsgewijs relatief veel salamanders gevonden. Dat duidt op een belangrijke trekbeweging van salamanders van zuid naar noord. Gewone pad blijkt in beide richtingen te trekken, met een licht overwicht van de trekbeweging van noord naar zuid.

De belangrijkste conclusie uit het onderzoek is dat de trek zeer diffuus verloopt over een breed front en dat de aanwezige tunnels en wanden de trek niet volledig kunnen opvangen. De vaststelling geldt zowel voor de heen- als de terugtrek.

Een andere belangrijke conclusie betreft het feit dat de amfibieën (vooral salamanders) over de geleidingswand heen kunnen kruipen omdat de wand te ruw is (i.e. de wand bestaat uit een verticaal geplaatste betonnen plaat die deels in de grond is gegraven).

Foto 9.6.A & B.: Genk - zicht op de voorziening (permanente wand - gerecycleerde kunststof) en één van de tunnels.



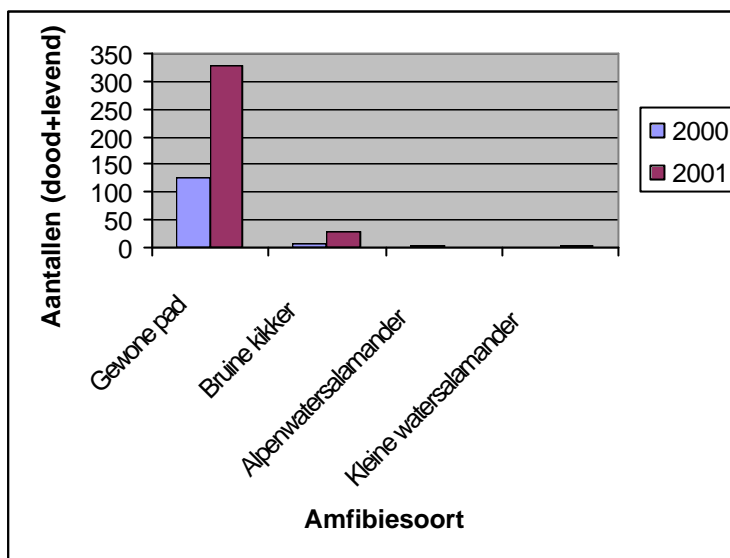
9.3.2.6 Genk

In Genk zijn er twee trekrichtingen: één van noord naar zuid en één van zuid naar noord. Aan de zuidelijke uiteinden van de twee tunnels werden 2 emmers geplaatst (emmers 2, in de grafiek "emmertunnel") die de dieren opvingen die van zuid naar noord doorheen de tunnels trokken. De

emmers werden afgeschermd door een schermpje waarlangs aan beide zijden een emmer werd geplaatst. Ook aan de uiteinden van de tunnels werd een emmer ingegraven (emmer 1, in de grafiek emmer ZN). Deze emmers vingden de dieren op die van noord naar zuid trokken en waarvan wordt verondersteld dat ze door de tunnel trekken. (kaarten Genk - bijlage 9)

De aantallen getelde amfibieën worden weergegeven in figuur 9.7. Er werden 4 soorten amfibieën aangetroffen: Gewone pad, Bruine kikker, Alpenwatersalamander en Kleine watersalamander (voor de aantallen per soort zie figuur 6 - bijlage 9).

Figuur 9.7.: Aantal getelde amfibieën aan de amfibieënvoorziening in Genk.



In 2001 werden 74 verkeersslachtoffers geteld, wat een hoog aantal is. Vermits reeds twee vroege trekdagen (12 en 13 februari) waren verlopen, waarop nog geen tellingen werden verricht, ligt dat aantal wellicht een stuk hoger. De slachtoffers vallen hoofdzakelijk aan de uiteinden van de geleidingswanden, waar nog een klein open ruimte overblijft. Aangezien de dieren zich reeds op de weg bevonden was het moeilijk uit te maken wat de trekrichting was. Wel werd vastgesteld dat in het oosten de amfibieën de helling van het viaduct optrekken, om alzo op de weg te belanden. Doordat hier geen afscherming of geleidingswand is, vallen op deze plek de meeste slachtoffers.

De trek van de amfibieën is op basis van de aantallen waarschijnlijk groter van zuid naar noord dan van noord naar zuid. Deze hypothese kan niet met zekerheid worden gestaafd omdat het aantal dode dieren niet mee in beschouwing werd genomen. Er vielen immers verkeersslachtoffers in beide richtingen. De oorsprong en richting van deze dieren kon niet achterhaald worden. Niettegenstaande de vele slachtoffers aan de uiteinden, bleven de aantallen Bruine kikker constant en daalden de aantallen Gewone pad slechts lichtjes. Op basis van de aantallen die van noord naar zuid trekken, wordt aangenomen dat de tunnels efficiënt werken en voor het overleven van de amfibieënpopulatie zorgen.

9.3.3. Oplossingen en aanbevelingen

Hierna worden per gecontroleerde locatie aanbevelingen gedaan voor een verhoogde efficiëntie en een beter functioneren van de hiervoor besproken constructies.

9.3.3.1. Ename

- Om het probleem van de lange afstand naar de enige voor het ogenblik functionerende tunnel op te lossen is het wenselijk twee bijkomende tunnels aan te leggen ongeveer ter hoogte van de emmers 4 en 2.
- Een vaste geleidingswand tussen de verkeersdrempel in het westen en tunnel 1 in het oosten - dat is over een afstand van ongeveer 300 m - kan ervoor zorgen dat niet verder jaarlijks een tijdelijke geleidingswand moet worden geplaatst waarna de dieren manueel moeten worden overgezet.
- Een probleem vormt tevens de diepe ligging van het uiteinde van tunnel 2. Dieren die door de tunnel gaan kunnen momenteel onmogelijk uit de put op het einde van de tunnel. Hier zou een afschuining van de grond of de aanleg van een gracht die verbinding geeft met een lager gelegen deel een oplossing zijn.

9.3.3.2. Oud-Heverlee

- Omdat de hoofdtrek van de amfibieën voornamelijk plaatsvindt over de spoorweg en in het oostelijk deel van de *Bogaardenstraat*, waar momenteel geen voorzieningen zijn gebouwd, is het noodzakelijk op deze plaatsen bijkomende geleidingswanden en tunnels te voorzien die de dieren veilig onder de spoorweg loodsen (zie proefproject 'station Oud-Heverlee').
- De bestaande zuidelijke geleidingswand in oostelijke richting moet tot aan het woonhuis worden doorgetrokken.
- De perceelstoegang in het zuiden, die de geleidingswand onderbreekt, moet worden afgesloten waarna de beide delen van de geleidingswand met elkaar kunnen verbonden worden door het plaatsen van bijkomende elementen (ongeveer 3 m). Kan dat niet, dan moet de bestaande buis door een voldoende brede geleidingsgoot worden vervangen waarlangs de dieren veilig tunnel 3 kunnen bereiken.
- Doordat de geleidingswanden langsheen de weg staan, treedt snel beschadiging op door auto's die er tegen rijden. De plaats ontbreekt om deze wanden verder van de weg af te zetten. Eventueel moeten de bestaande wanden vervangen worden door een ander, meer duurzaam geleidingsstelsel van beton of staal.

9.3.3.3. Tielt-Winge

Specifieke verbeteringen of aanpassingen aan de constructie zijn niet nodig.

9.3.3.4. Houthalen-Helchteren

- Het is noodzakelijk dat de geleidingswanden over een afstand van tenminste 125 m worden doorgetrokken en dat op het grondgebied van Genk minstens 2 bijkomende tunnels worden aangelegd, vermits hier de grootste trekbeweging plaatsvindt.
- Het probleem met de ondergrondse afwatering moet worden opgelost omdat bij hevige regenval het gehele systeem onder water staat waardoor de geleidingswanden en tunnels een tijdlang niet functioneren.
- De geleidingswand moet minstens met 20 cm worden verhoogd. De geleidingswanden zijn nu amper 20 cm hoog en ingegraven in de beekoever. Dat is veel te laag. Bovendien is jaarlijks een grondige opschonebeurt van de beekoever nodig omdat de amfibieën anders via het langsrij opgehoogde materiaal over de geleidingswand kruipen en zo alsnog op de weg terechtkomen. Daarenboven functioneert een geleidingswand onder natte omstandigheden niet optimaal.
- De tunnels bestaan uit gewone rioolbuizen met een kolkrooster dat zorgt voor lichtinval. De overrijdende wagens veroorzaken veel geluidsoverlast waardoor er rubberen banden moeten worden tussen gestoken. Die komen echter gemakkelijk los. Bij de aanleg van nieuwe tunnels (of vernieuwing) worden best andere, minder hinder verwekkende systemen gebruikt. De huidige roosters moeten, indien mogelijk, worden vastgeschroefd.

- Diverse inritten onderbreken de geleidingswanden. Om deze plaatsen moeten geleidingsgoten worden aangebracht die onder de inritten doorlopen en een ongestoorde trek garanderen.

9.3.3.5. Sint-Pieters-Leeuw

- De veldweg in het noorden onderbreekt de geleidingswanden. Onder de weg moet een geleidingsgoot worden gestoken zodat de dieren niet op de weg terechtkomen maar naar de langs liggende beek worden geleid. Deze beek fungeert dan als tunnel onder de weg, maar de doorgang moet dan wel worden aangepast (grotere sectie en looprichels - systeem ecoduiker).
- De betonnen platen zijn te ruw en door amfibieën gemakkelijk te overbruggen. Het euvel kan worden opgelost door op de kop van de wand een overklimbeveiliging aan te brengen bijvoorbeeld d.m.v. een horizontale plaat die een overkapping vormt. Hiermee wordt deels ook het probleem van beschutting voor de dieren opgelost.
- Ondanks het plaatsen van bijkomende geleidingswanden en tunnels in 2001 komen nog steeds veel dieren op de weg terecht omdat de trekbeweging over een nog breder front plaatsvindt. De geleidingswanden zouden daarom nog verder moeten doorgetrokken worden en dit zowel in westelijke als in oostelijke richting.

9.3.3.6. Genk

- Nogal wat dieren komen zowel ten westen als ten oosten van de geleidingswanden op de straat terecht. Ten oosten gebeurt dat langs de taluds van het viaduct. Een uitbreiding van de geleidingswanden langs de voet van het talud is noodzakelijk. Ten westen ligt een wandverlenging moeilijker omwille van de bebouwing en wegenis.
- De nauwe tunnelementen verstoppelen snel met grond en bladeren. Jaarlijks moeten de tunnels grondig gereinigd worden (doorspuiten), alvorens de trekperiode aanbreekt. Ook de geleidingswanden moeten jaarlijks gereinigd worden van bladafval daar ze door hun constructie en lage ligging in een greppel functioneren als "bladvangen" (windluwe zone).

Tabel 9.2.: Overzicht van de voorzieningen waarvan de functionaliteit werd beoordeeld aan de hand van een reeks criteria.

Gemeente	Straat	Provincie	Type
Puurs - Liezele	Hof ter Bollendreef	Antwerpen	enkele tunnel met tijdelijke geleidingswand
Dilsen-Stokkem - Lanklaar	Hoeweweg	Limburg	enkele tunnel met geleidingswand
Dilsen-Stokkem - Rotem	Kantonsweg	Limburg	enkele tunnel met geleidingswand
Genk	Hoogzij	Limburg	enkele tunnel met geleidingswand
Houthalen-Helchteren	Forelstraat	Limburg	enkele tunnel met geleidingswand
's Gravenvoeren	Altembroek	Limburg	enkele tunnel met geleidingswand
Sint-Truiden - Nieuwenhoven	Engelbamp	Limburg	enkele tunnel met geleidingswand
Brakel	Oude Blekerijstraat	Oost-Vlaanderen	enkele tunnel met geleidingswand
Kruishoutem - Lozer	Kasteelstraat	Oost-Vlaanderen	enkele tunnel met geleidingswand
Oudenaarde - Ename	Braambrugstraat	Oost-Vlaanderen	enkele tunnel met tijdelijke geleidingswand
Halle - Lembeek	Dokter Spitaelslaan	Vlaams-Brabant	enkele tunnel met tijdelijke geleidingswand
Huldenberg	Kaalheide	Vlaams-Brabant	enkele tunnel met geleidingswand
Oud-Heverlee	Bogaardenstraat	Vlaams-Brabant	enkele tunnel met geleidingswand
Ove rijse	Frans Verbeekstraat	Vlaams-Brabant	enkele tunnel met geleidingswand
Sint-Pieters-Leeuw	Hoogstraat	Vlaams-Brabant	enkele tunnel met geleidingswand
Tervuren	Vlaktedreef	Vlaams-Brabant	enkele tunnel met geleidingswand
Tielt-Winge	weg Aarschot-Winge (N223)	Vlaams-Brabant	enkele tunnel met geleidingswand

9.4. Doelstelling en onderwerp van de functionaliteitsanalyse

Om alsnog inzicht te krijgen in de functionaliteit van de voorzieningen waarop geen grondig efficiëntieonderzoek werd uitgevoerd (tabel 9.2.), is aan de hand van een controlelijst (tabel 9.3.), waarop de belangrijkste vereisten van een goed functionerende voorziening zijn aangegeven, een beoordeling gebeurd. De beoordeling gebeurde op basis van een meestal eenmalig terreinbezoek in het late voorjaar van 2000, met uitzondering van enkele recenter aangelegde tunnels, waaraan een terreinbezoek enkele maanden na de realisatie werd afgelegd. Er is een onderscheid gemaakt tussen de tunnels, de geleidingswanden en in enkele gevallen van de geleidingsgoten onder kruisingen met zijwegen. De beoordelingscriteria zijn opgesteld aan de hand van de inzichten die uit het algemeen onderzoek naar voor zijn gekomen (hoofdstukken 4 en 5). Bij de beoordeling werden ook de zes voorzieningen betrokken die aan een effectiviteitsanalyse werden onderworpen (paragraaf 9.1. en tabel 9.1.).

9.5. Methode van de functionaliteitsanalyse

Aan elk van de punten uit de controlelijst werd een waarde toegekend van 0 of 1. Toekenning van de waarde nul (0) betekent dat de voorziening of het betrokken onderdeel niet (integraal) aan de voorwaarde beantwoordt. Meestal komt dat doordat er geen of onvoldoende rekening mee gehouden is ofwel slecht functioneert door verkeerde aanleg of beschadiging. Zo kan het zijn dat één tunnel van een totaal van bijvoorbeeld vier tunnels niet geheel aan de criteria beantwoordt zodat de hele installatie negatief wordt beoordeeld. Zodra de voorziening wel integraal aan het criterium beantwoordt, wordt één (1) punt toegekend. Indien een bepaald criterium niet kon worden beoordeeld of niet van toepassing was op deze situatie, werd geen cijfer ingevuld. Het totaal van alle punten levert een eindwaarde op die in een eindbeoordeling en een rangschikking naar functionaliteit resulteert. Om een onderlinge vergelijking tussen de verschillende installaties te kunnen maken, wordt de effectiviteit procentueel weergegeven op basis van het effectief aantal in de beoordeling betrokken criteria.

Tabel 9.3.: Beoordelingscriteria van permanente amfibieënvoorzieningen. Op basis van deze aandachtspunten werden de verschillende beschermingsvoorzieningen voor amfibieën bij wegen beoordeeld.

GELEIDINGSWAND

1. de volledige trekzone werd meegenomen
2. een geleidingswand werd langs beide zijden van de weg aangelegd
3. de voorziening volgt de trekrichting
4. gemakkelijk bereikbaar vanaf de weg voor onderhoud en controle (bv. zichtbare en gemakkelijk bereikbare maaistreek)
5. voldoende barrière: geen spleten, gaten of andere openingen (bv. van een raster) aanwezig
6. niet doorgroeibaar voor vegetatie
7. voldoende hoog: tenminste 40 cm en bij voorkeur 50 cm
8. niet overklimbaar: glad, geen uitsteeksels en voorzien van een overklimbeveiliging langsheen de trekzijde
9. geen aanleiding om te overklimmen of tegen de wand aan te klimmen: geen vegetatie, brede stootvoegen, schuine overgangen of andere elementen die tot klimmen verleiden
10. geen doorkijkmogelijkheid
11. het loopvlak langsheen de wand wordt overschaduwd en valt niet permanent droog
12. de structuur is voldoende sterk om mechanische druk en extreme omstandigheden te weerstaan
13. aanwezigheid van een verharde looprichel van minimum 20 cm
14. looprichel en wand sluiten in een rechte hoek op elkaar aan
15. het loopvlak is (min of meer) effen en open of vegetatievrij

16. geen onnodige hindernissen (bv. steunpalen) op of langsheen het loopvlak
17. stabiel: geen mogelijkheid tot verschuiving of uitspoeling van onderdelen
18. dieren die alsnog op de weg terechtkomen, kunnen langs de wand van de weg afgeraken
19. zijwegen en andere wegtoegangen zijn voldoende beveiligd en verhinderen afdoende de toegang tot de hoofdweg
20. de voorziening is in de berm geïntegreerd en landschappelijk ingepast

TUNNEL

1. het aantal tunnels is afgestemd op de breedte van de migratiezone
2. de tunnel ligt in het verlengde van de trekrichting of wijkt niet meer dan 90° af van de trekrichting
3. heen- en terugtrek vinden door dezelfde tunnel plaats (tweerichtingssysteem)
4. de maximale afstand tussen tunnels bij een trekrichting loodrecht op de weg bedraagt maximaal 100 m en ligt bij voorkeur tussen 30 m en 70 m
5. de tunneldichtheid is aangepast aan de zones met het hoogst aantal trekkende dieren
6. de tunnel is zo kort mogelijk gehouden en dwarst de weg in de kortste lijn t.o.v. de trekrichting
7. de tunneldiameter is voldoende groot (minimum 30 cm) en aangepast aan de lengte ofwel bovenaan voorzien van een rooster
8. er is gekozen voor een hoekig kast- of kapprofiel
9. het loopvlak en de tunnelingang en -uitgang zijn vrij van hindernissen
10. de structuur is voldoende sterk om mechanische druk en extreme omstandigheden te weerstaan
11. de tunnel houdt geen stagnerend water vast en watert snel en voldoende af; anderzijds heerst er een voldoende hoge luchtvochtigheid
12. er valt licht in de gehele tunnel of delen van de tunnel; de tunneluitgang is voor amfibieën duidelijk zichtbaar
13. de verschillende tunnelementen sluiten naadloos aan op elkaar
14. geleidingswand en tunnel sluiten perfect op elkaar aan: loopvlak op zelfde niveau en breedte, wand steekt niet boven de tunnel uit, geen spleten
15. bijkomende geleidingselementen in het verlengde van de tunnel (bv. zwaluwstaart) lopen door tot in de tunnel (geen doorgangsmogelijkheid tussen beide)
16. loopvlak en wand sluiten in een rechte hoek op elkaar aan
17. er is geen ophoping van afval in de tunnel
18. roostertunnels zijn voldoende beveiligd tegen water- en vuilinspoeling en tegen geluidsoverlast

GELEIDINGSGOOT EN -ROOSTER

1. de goot is voldoende diep (50 cm)
2. het rooster is voldoende breed (>50 cm)
3. de structuur is voldoende sterk om mechanische druk en extreme omstandigheden te weerstaan
4. geleidingswand en -goot sluiten perfect op elkaar aan: loopvlak op zelfde niveau en breedte, wand steekt niet boven de goot uit, geen spleten of wandverlagingen
5. afstand tussen de overlangse spijlen is ongeveer 6 cm
6. dwarse spijlen liggen verzonken t.o.v. de overlangse spijlen
7. looprichel en wand sluiten in een rechte hoek op elkaar aan
8. geen openingen tussen rooster en gootrand
9. stevige verankering van het rooster in de bodem
10. de goot dwarst de straat in een rechte lijn en loopt door tot in de berm
11. de goot ligt tenminste op een tiental meter van de hoofdweg of is op een andere wijze beveiligd
12. er is geen ophoping van afval in de goot
13. water wordt snel en efficiënt afgevoerd

9.6. Resultaten van de functionaliteitsanalyse

9.6.1. Algemene bevindingen

Door een strikte toepassing van alle evaluatiecriteria en het groot aantal criteria scoren de geëvalueerde oversteekvoorzieningen doorgaans slecht. Dat betekent echter niet noodzakelijk dat de installatie niet deugt. Vooreerst is er het feit dat een aantal criteria berusten op recente inzichten, die voortkomen uit actueel onderzoek waarvan de beslissende waarde niet altijd even duidelijk is en verdere studie vereist. Ook werd de evaluatie gemaakt aan de hand van een eenmalig terreinbezoek, zij het wel op een ogenblik dat de voorziening geacht werd optimaal te werken hetgeen van groot belang is voor de beoordeling van het onderhoud.

Vooraf wat de werking van de geleidingswanden betreft vallen de scores tegen (tabel 9.4. - individuele scores in bijlage 10). 66% van de voorzieningen scoort beneden de kritische grens van 60%. Nog geen vijfde van alle geleidingen haalt een ruim voldoende. Gelukkig zijn de lage scores in veel gevallen het gevolg van kleine mankementen die gemakkelijk op te lossen zijn, maar toch is het vooral de slechte geleidingswerking en de krappe dimensionering die zorgen baart. Omdat amfibieën kleine dieren zijn, menen sommigen dat kleine doorgangen en lage wanden volstaan, terwijl dat geenszins het geval is.

De tunnels scoren gelukkig beter; 89% krijgt voldoende, wat vooral te danken is aan het feit dat meestal gebruik werd gemaakt van geprefabriceerde tunnelementen met een bovenliggend rooster. De gunstige score betekent echter niet dat de tunnels ook effectief werken. Daarvoor zijn andere invloeden mee verantwoordelijk waaronder vooral de geleiding naar de tunnels en net dat laat te wensen over.

Tabel 9.4.: Samenvattende procentuele score van de bestaande voorzieningen in Vlaanderen (geleidingswanden en tunnels) op basis van de resultaten van de functionaliteitsanalyse.

procentuele score	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100	totaal
geleidingswand (n)	0	4	8	3	3	18
geleidingswand (%)	0	22	44	17	17	100
procentuele score	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100	totaal
tunnel (n)	0	0	2	12	4	18
tunnel (%)	0	0	11	67	22	100

9.6.1.1. Voorbereiding, planning en opvolging

De tekortkomingen aan de oversteekvoorzieningen zijn veelal het gevolg van een gebrekkige voorbereiding en planning waardoor uiteindelijk de gehele constructie aan duurzaamheid en functionaliteit inboet. In geen enkel geval werden aan de hand van een voorbereidende studie de uiterste grenzen van de trekzone, de trekrichting en de belangrijkste aanrijdingspunten in kaart gebracht. Meestal steunde men zich op de - veelal onvolledige - gegevens van personen of groepen die het probleem signaleerden. Nochtans is een grondigere studie bepalend voor de correcte inplanting van de tunnels en de juiste opstelling van de geleidingswanden. Beide moeten immers zoveel mogelijk in het verlengde van de trekrichting liggen. Waar nodig moeten de terreinomstandigheden en de constructie aan het trekgedrag van de amfibieën worden aangepast. In veel gevallen gebeurt echter net het omgekeerde.

Wat de beoordeling van het aantal tunnels en de aansluiting op de belangrijkste trekzones betreft, kunnen in veel gevallen geen uitspraken worden gedaan, aangezien de treksituatie niet of onvoldoende bekend is. Dat neemt niet weg dat het duidelijk is dat de meeste tunnels niet in overeenstemming met

de belangrijkste oversteekplekken zijn aangelegd en vooral op de heentrek zijn afgestemd (= eenzijdige geleiding). Hetzelfde geldt voor de lengte van de geleidingswanden waarvan niet bekend is of ze de volledige trekzone afschermen. Uit de efficiëntieanalyse blijkt dat op de meeste plaatsen een relatief laag aantal dieren van de installatie gebruik maakt in tegenstelling tot het groot aantal amfibieën dat voordien de weg overstak. De oorzaak is veelal onbekend, maar het valt niet uit te sluiten dat bij een ondeskundige opstelling de dieren weliswaar van de weg worden weggehouden, maar er ook niet onderdoor worden geleid. In zulk geval ontstaat een barrière die enkel bij toeval en dan nog maar door een beperkt aantal dieren wordt overbrugd. In uitzonderlijke gevallen is zelfs een verschuiving van de oversteekzone vastgesteld (bv. *Hoogzij* in Genk). Op andere plaatsen (bv. *Bogaardenstraat* in Oud-Heverlee en *Forelstraat* in Houthalen-Helchteren) sluit de voorziening niet of onvoldoende aan op de belangrijkste oversteekzones of vraagt de voorziening bijkomende handelingen om efficiënt te kunnen werken (bv. *Braambrugstraat* in Oudenaarde-Ename). Ook kunnen wijzigingen in het trekgedrag optreden wanneer elders nieuwe of betere leefomstandigheden aan amfibieën worden geboden, waardoor ze van de weg en uiteindelijk dus ook van de voorziening worden weggeleid (bv. *N223* in Tielt-Winge).

Hiermee wordt duidelijk gesteld dat de aanleg van een oversteekvoorziening zowel een degelijke planning als een grondige opvolging vereist. Zelfs wanneer gebruik wordt gemaakt van geprefabriceerde elementen die aan amfibieën zijn aangepast, blijft het noodzakelijk dat een deskundige aangeeft hoe de materialen het best gemonteerd worden en dat ook tijdens de werken regelmatig controle plaatsvindt om na te gaan of de montage op de juiste wijze is geschiedt. De meeste fabrikanten bieden hiervoor hun diensten aan maar ook gespecialiseerde studie bureaus of andere deskundige planners en herpetologen kunnen hiervoor ingeschakeld worden. De in verhouding geringe meerkost (gemiddeld 10%) voor planning en opvolging moet mee in de kostprijs worden ingecalculereerd.

9.6.1.2. Bezwaren van bestuurlijke aard

Sommige initiatieven stuiten op bestuurlijke problemen. Zo stopt de voorziening aan de *Forelstraat* in Houthalen-Helchteren op de gemeentegrens omdat de naburige gemeente Genk vooralsnog niet bereid was in het project te participeren, niettegenstaande de trekzone over de gemeentegrens heenloopt. In één enkel geval ligt een installatie er al jaren onafgewerkt (bv. *Vlakedreef* in Tervuren) omdat de participanten het op enkele punten oneens blijven. Merkwaardig is ook dat slecht werkende installaties niet worden uitgebreid of aangepast omdat men hiermee zou toegeven dat de voorziening niet voldoet (bv. *Frans Verbeekstraat* in Overijse). Dat alleen al was voor bepaalde partijen een voldoende reden om niet aan een efficiëntieanalyse mee te werken.

9.6.1.3. Constructiefouten

Een algemene vaststelling is dat "goedkope" zelfbouwinstallaties laag scoren omdat ze veel constructiefouten vertonen, doorgaans omdat de gebruikte materialen zich moeilijk lenen tot een correcte opstelling en/of onvoldoende op elkaar zijn afgestemd. Een meer doordachte materiaalkeuze zou hieraan kunnen verhelpen. In het geval de voorziening wel met geschikte materialen werd uitgevoerd, gebeurde de opstelling vaak op een weinig doordachte en niet aan de terreinomstandigheden aangepaste wijze.

Afgezien van de ondeskundige inplanting, wijst de functionaliteitanalyse vooral op belangrijke tekortkomingen in de geleiding. Een hindernisvrij en voldoende breed loopvlak ontbreekt haast overal. De geleidingswerking van de wanden wordt ondermijnd doordat spleten en gaten tussen de individuele onderdelen ontstaan - meestal door kleine bodemverschuivingen of beschadigingen, maar soms ook door palen of andere weginfrastructuur die de geleidingswand onderbreekt. Vooral op plaatsen waar zijwegen, inritten en gelijkaardige randinfrastructuur op de weg aansluiten, treden grote lekken op. Ook wanneer d.m.v. een buis de doorgang aan amfibieën wordt geboden is de doorgang dermate smal en de aansluiting danig slecht dat de amfibieën geen moeite ongedaan laten om op zulke punten de weg op te kruipen als ze al niet rechtsomkeer maken.

Gelijkaardige mankementen vertonen ook de aansluitingen van de wanden op de tunnelingangen. Soms ontbreekt een extra geleiding voor de tunnelingang. In meerdere gevallen steken de tunnels een heel eind in de wand vooruit, waardoor de amfibieën van de ingang worden afgeleid. In uitzonderlijke gevallen zitten de tunnelingangen verstopt of ligt de ingang buiten het bereik van de amfibieën (o.a. *Altembroek* in 's Gravenvoeren). Waar ronde buizen zijn gebruikt, ontstaan lekken doordat de ronde vorm van de tunnel niet of slecht aansluit op de rechte kant van de geleidingswand. Door een keermuurtje rondom de buis te metsen zou dat kunnen worden opgelost. Ook zijn de tunnels vaak te klein om door amfibieën aangenomen te worden. Dergelijke smalle tunnels verstoppen ook veel sneller en zijn bijgevolg veel meer onderhevig aan onderhoud.

9.6.1.4. Controle en onderhoud

Voor veel van de vastgestelde mankementen bestaat een eenvoudige oplossing. Herstelwerken moeten evenzeer op deskundige wijze worden uitgevoerd, maar in de meeste gevallen worden probleempunten provisorisch gerepareerd, veelal met structuurvreemde materialen die enkel zeer tijdelijk een oplossing bieden (bv. *Oude Blekerijstraat* in Brakel). Dergelijke problemen stellen zich vooral wanneer de verantwoordelijke beheerder geen reserveonderdelen in voorraad heeft of het probleem niet de moeite waard vindt om het meteen te herstellen. Nochtans kan één enkel lek de gehele werking van het systeem ondermijnen.

Veel problemen slepen onnodig aan omdat enige controle op de installatie uitblijft of van op afstand gebeurt. Eens de voorziening is aangelegd, blijft ook het onderhoud meestal achterwege. Tunnels raken daardoor verstopt en in de geleidingswanden ontstaan gaten of bruggen. Waar wel onderhoud plaatsvindt, komt het te laat of worden met het onderhoudsmateriaal beschadigingen toegebracht. Vooral op plaatsen waar de geleidingswanden dicht tegen de rijweg liggen, worden onderdelen door auto's beschadigd en is een regelmatige controle van de voorziening - althans net voor en tijdens de amfibieëntrek - noodzakelijk.

Opmerkelijk is de vaststelling dat de opvolging van de voorziening veelal bij vrijwilligers berust en dat op eigen initiatief, en dat de verantwoordelijke beheerder enkel optreedt wanneer een probleem wordt gesignaleerd en belangrijk genoeg bevonden wordt om te worden opgelost.

9.6.1.5. Inpassing

De landschappelijke inpassing vormt niet zozeer een probleem voor de amfibieën dan wel voor de visuele beleving. In enkele gevallen werkt de installatie ronduit storend (*Engelbamp* in Sint-Truiden – Nieuwenhoven, *Bogaardenstraat* in Oud-Heverlee, *Frans Verbeeckstraat* in Overijse, *Kaalheide* in Huldenberg) doordat de geleidingswanden dwars doorheen het (beschermd) landschap getrokken zijn of de constructie bovenop het maaiveld werd geplaatst.

Bij de aanleg van sommige voorzieningen is te weinig ingespeeld op de mogelijkheden die het terrein biedt. Er is dan niet of onvoldoende gedacht aan de aansluiting op geleidende landschapselementen en terreinstructuren. Onder bepaalde omstandigheden krijgt de amfibieënvoorziening een geheel andere functie dan deze waarvoor ze is bedoeld (waterafvoer: *Forelstraat* in Houthalen-Helchteren; waterafvoer en kabelgoot: *Altembroek* in 's Gravenvoeren).

Bij een ondeskundige terreininpassing komt de stabiliteit van de voorziening in het gedrang waardoor onderdelen sneller en gemakkelijker stuk gaan of de gehele installatie in elkaar stuikt (o.a. *Zangerheistraat* Bilzen-Munsterbilzen).

9.6.2. Belangrijkste tekortkomingen aan de individuele systemen

9.6.2.1. Algemeen

Aan de hand van een meestal eenmalig bezoek aan de voorziening, werd de constructie nagezien op gebreken en tekortkomingen, dit volgens de controlelijst zoals weergegeven in paragraaf 9.5. Deze controle werd vrij streng uitgevoerd waardoor soms de indruk kan gewekt worden dat het gehele systeem niet helemaal correct is. Vaak zijn de vastgestelde gebreken en onvolkomenheden slechts van beperkte aard en in een aantal gevallen gemakkelijk te herstellen of te corrigeren. In andere gevallen werden echte constructiefouten vastgesteld. Hierna volgt een opsomming per voorziening.

9.6.2.2. Brakel

- De voorziening ligt gevaarlijk dicht tegen de rijweg, waardoor vroeg of laat beschadiging van de voorziening door voertuigen te verwachten is, ook al zijn er paaltjes tussen de geleidingswand en de weg geplaatst om dat te voorkomen.
- De aansluiting van de wand op de tunnelingang is slecht. Door verzakkingen zijn spleten ontstaan die met secundaire materialen slecht zijn afgedicht.
- De aansluiting van de tunnelingang op de trekroute is geenszins gunstig. Omdat geen geleidingsgoten onder de opritten naar de langs liggende terreinen zijn aangelegd, zitten er gaten in het systeem. Het aanbrengen van een keerwand lost het probleem niet op. De keerwanden zijn op zulke plaats provisorisch aangelegd met secundaire materialen zoals dakpannen en kunststofplaten.
- Het loopvlak is niet geheel effen en niet vrij van hindernissen.
- De vegetatie groeit tegen en over de geleidingswand heen.
- Om een bypass voor auto's te creëren, is een kleine bocht in het systeem aangebracht waardoor de langslappende dieren onnodig van de trekrichting worden afgeleid.
- Doordat de geleidingswand dicht op de omheiningen van de landbouwgronden aansluit (tussenstrook maximaal 60 cm), ligt een machinaal onderhoud moeilijk.

9.6.2.3. Dilsen-Stokkem - Lanklaar

- De geleidingswanden bestaan uit betonplaten. Een aantal dieren kan eroverheen klimmen, zeker wanneer de vegetatie niet tijdig verwijderd wordt zoals dat het geval was tijdens de controle. Wanneer alsnog de vegetatie zou worden gemaaid, dan vinden de dieren in de geleidingsgreppels geen beschutting tegen de zon.
- De tunnels bestaan uit ronde rioleringsbuizen met onvoldoende lichtinval.
- De aansluiting van de geleidingswanden op de tunnels is niet optimaal. De tunnelementen steken een stuk buiten de geleidingswand uit en ertussen zitten gaten. De dwarse geleiding om de dieren naar de tunnelingang te leiden is te kort.
- De geleidingswanden worden onderbroken door meerdere inritten waaronder een buis zonder rooster loopt. De slechte aansluiting en de onaangepaste buisvoorziening zorgen ervoor dat dieren alsnog op de weg terechtkomen.
- De geleidingswand dekt niet de volledige trekzone waardoor er gedurende de trekperiode bijkomend een tijdelijk scherm moet worden geplaatst.
- Delen van de geleidingswand zijn stuk gereden.

9.6.2.4. Dilsen-Stokkem - Rotem

- De geleidingswanden bestaan uit betonplaten. Een aantal dieren kan eroverheen klimmen, zeker wanneer de vegetatie niet tijdig wordt gemaaid. Wanneer alsnog de vegetatie zou worden gemaaid, dan vinden de dieren in de geleidingsgreppels geen beschutting tegen de zon.
- De tunnels bestaan uit ronde rioleringsbuizen met onvoldoende lichtinval.

- De aansluiting van de geleidingselementen op de tunnels is niet optimaal. Dwarse geleidingsschotten om de dieren in de tunnels te leiden ontbreken.
- Door het berijden van de bermen staan diverse betonplaten bloot aan een sterke zijdelingse druk waardoor ze barsten.

9.6.2.5. Halle-Lembeek

- Geleidingswanden ontbreken. Langs één straatzijde wordt gedurende de trekperiode een tijdelijk scherm geplaatst.
- Door de aanwezigheid van veld- en andere zijwegen elders, wordt niet de gehele trekroute gedekt door de geleidingsschermen.
- Terugtrek door de tunnels is onmogelijk door het ontbreken van geleidingsschermen langs de overzijde van de weg.

9.6.2.6. Huldenberg

- De geleidingsschermen worden door de aanwezigheid van bebouwing regelmatig onderbroken. Opvanggoten moeten dan de geleiding verzekeren maar die zijn te beperkt in omvang en onvoldoende stevig.
- De geleidingswanden storen visueel sterk en zijn niet in de omgeving ingepast. Daarenboven staan ze dicht bij de weg waardoor ze gemakkelijk beschadigd geraken.
- Terugtrek door de tunnels is onmogelijk door het ontbreken van schermen langs de overzijde van de weg.
- De tunnels hebben een smalle diameter waardoor snel verstopping door bladeren en grond plaatsvindt.

9.6.2.7. Overijse

- De geleidingsschermen worden onderbroken, door het voorkomen van bebouwing met inritten, en zijn daardoor zeer gefragmenteerd. Rond elektriciteitspalen en andere wegrandinfrastructuur zitten gaten.
- De geleidingswanden zijn visueel storend en niet in de omgeving ingepast.
- De tunnels hebben een smalle diameter waardoor gemakkelijk verstopping door bladeren en grond plaatsvindt. Door de minder goede aanleg (niveauverschil tussen weg en goot) is er lawaaihinder in de tunnels.

9.6.2.8. Puurs-Liezele

- Er staan geen vaste geleidingswanden; gedurende de trekperiode wordt een tijdelijk scherm geplaatst. Dat sluit slecht aan op de put met de ingang van de tunnel.
- De tunnel bestaat uit een rioolbuis met onvoldoende lichtinval.
- Terugtrek via de tunnel is onmogelijk door het ontbreken van een geleidingsscherm langs de overzijde van de weg en de verzonken ligging van de tunnel waardoor de dieren er niet op eigen initiatief uit kunnen.
- Langs onbeveiligde woninginritten komen amfibieën alsnog op de baan terecht.

9.6.2.9. 's Gravenvoeren

- De geleidingswanden bestaan uit gaasdraad die door vegetatie doorgroeibaar is en de dieren doorzicht verschaft. Het zet hen ertoe aan over de draad te kruipen, hetgeen perfect mogelijk is.
- De tunnels hebben een halfrond profiel met een langszij afgerond loopvlak.
- Terugtrek via de tunnels is op diverse plaatsen onmogelijk door aanzienlijke niveauverschillen en de aanwezigheid van prikkeldraad waaraan de dieren zich kunnen kwetsen.

- De poorten naar de aangrenzende weilanden zijn niet allemaal beveiligd. Waar dat wel het geval is werd langs de wegzijde een rubberen band aangebracht maar die kan door volwassen dieren worden weggeduwd zodat ze alsnog op de weg kunnen terechtkomen. De band moet langs de bermzijde worden bevestigd.
- De tunnels liggen niet in het verlengde van de trekrichting.
- De geleidingswand sluit niet goed aan op de tunnelingang. De tunnelingangen steken niet gelijk met de geleidingswand.
- Vooral de meest noordelijke tunnel dient als waterafvoergoot en is ook al eens als kabelgoot gebruikt. De bovenste tunnels raken gemakkelijk en snel gevuld met afstromende grond en organisch materiaal.
- De tunnelingang langs de hellingzijde helt teveel.

9.6.2.10. St.-Truiden-Nieuwenhoven

- De constructie (geleidingswanden, tunnels) is erg storend in dit beschermd landschap.
- De goot die langs de brug over de *Kelsbeek* werd opgehangen, sluit slecht aan op de geleidingswand.

9.6.2.11. Tervuren

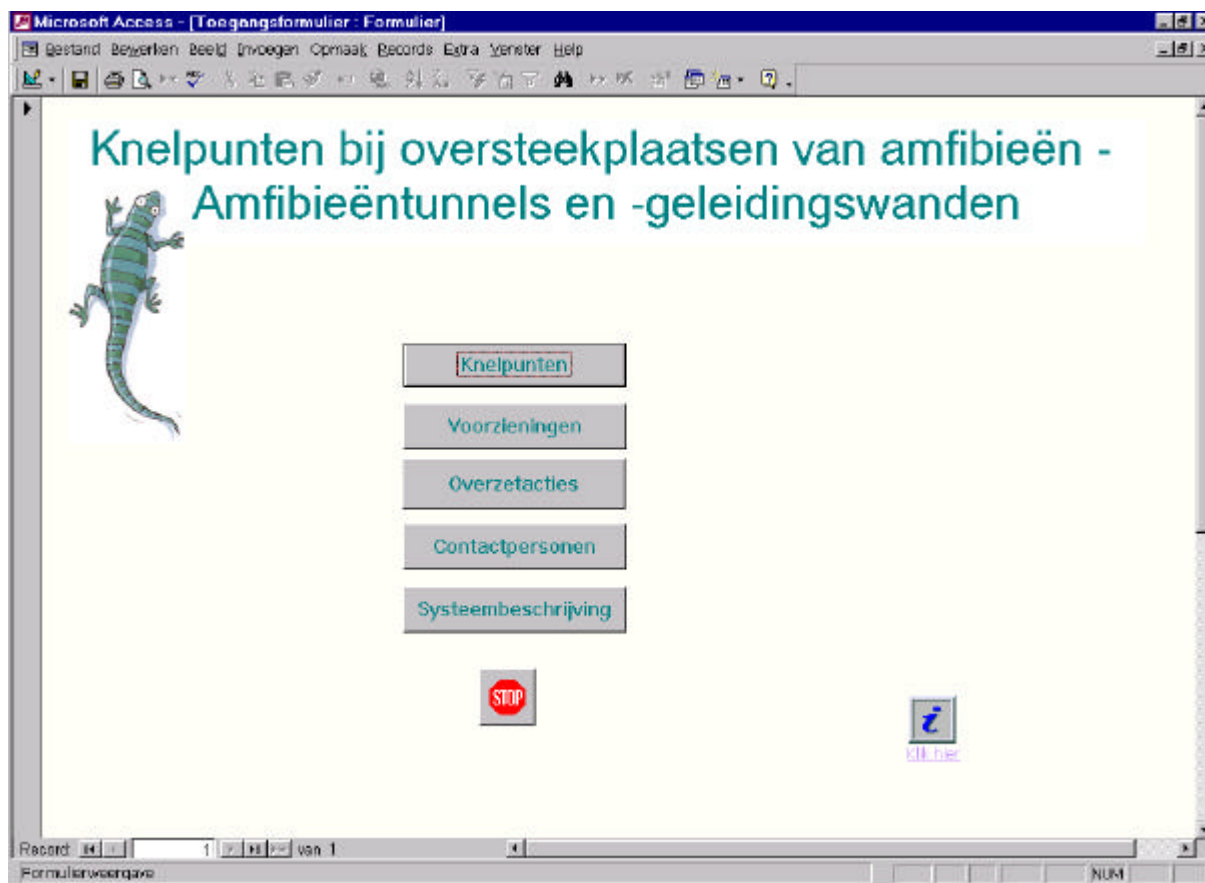
- Een belangrijk deel van de geleidingswanden moet nog worden geplaatst waardoor verschillende aangelegde tunnels momenteel niet functioneel zijn.
- De aansluiting van de geleidingswand op de tunnels gebeurt d.m.v. dwarsliggers van spoorrails waardoor de aansluiting allesbehalve perfect is en er gaten zijn. Bovendien reikt het tunnelelement verder dan de biels waardoor de dieren een andere richting worden uitgeduwd en teruglopen.

10. Gegevensverwerking & -opvolging

10.1. Databank

Om in een latere fase doeltreffend gebruik te kunnen maken van de verzamelde informatie, zijn alle gegevens die betrekking hebben op het project in een databank opgeslagen (figuur 10.1.).

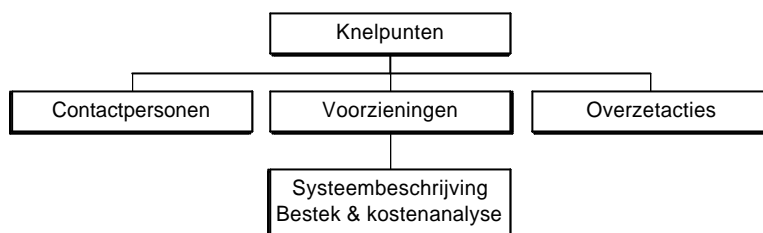
Figuur 10.1.: Toegangsformulier van de databank van amfibieënknel punten en -voorzieningen.



De databank is aangemaakt in *MS-Access* en bestaat uit verschillende onderdelen die onderling met elkaar gekoppeld zijn. Ze zijn te bevragen en bij te werken middels enkele formulieren die met verschillende tabellen verbonden zijn (bijlage 11).

Centraal in de databank staan de knelpunten. Ze vormen de basis van de databank waarop alle andere elementen zijn opgebouwd. Een knelpunt is een specifieke en duidelijk situeerbare plaats waar herhaaldelijk grote aantallen amfibieën door het wegverkeer worden doodgereden. Doorgaans betreft het een straat of een systeem van met elkaar verbonden straten.

Figuur 10.2.: Structuur van de databank van amfibieëknelpunten en -voorzieningen.



De verschillende databankonderdelen bestaan uit de navolgende bestanden, die onderling met elkaar verbonden zijn en tevens verwijzingen naar gerelateerde bestanden bezitten die buiten *MS-Access* zijn aangemaakt.

10.1.1. Knelpunten

Tabelverwijzing in databank: KnelpuntenIT

De knelpunten omvatten alle locaties waar er problemen zijn met amfibieën op en langs verkeerswegen. Het betreft allereerst alle plaatsen die door de amfibieënwerkgroep van *Natuurpunt 'Hyla'* in kaart zijn gebracht in samenwerking met de amfibieënwerkgroep van de *Limburgse Koepel voor Natuurstudie* (LIKONA). Het zijn doorgaans plaatsen waar overzetacties plaatsvinden of hebben plaatsgevonden. Deze gegevens werden middels een gerichte bevraging van lokale natuurverenigingen en een algemene oproep in tijdschriften verder aangevuld. Niet alle knelpunten zijn even eenduidig, d.w.z. dat ze niet altijd duidelijk af te bakenen zijn. Bovendien kunnen dubbels niet worden uitgesloten. Dat heeft te maken met de herkomst van de basisgegevens en de wijze waarop ze zijn verzameld. De meeste gegevens stammen van overzetacties waarvan de prioritaire doelstelling het veilig overzetten van amfibieën is en niet het systematisch en correct verzamelen van data. Daardoor zijn veel oversteekplaatsen niet consequent met dezelfde benaming aangeduid en op de juiste wijze geschreven. In enkele gevallen zijn meerdere straten tot één knelpunt samengevoegd of beperkte men zich tot de vermelding "diverse straten". Ook zijn er gevallen waarin enkel een gemeente en geen straatnaam is opgegeven. In de mate van het mogelijke werden schrijffouten en andere foutieve aanduidingen rechtgezet en gegevens aangevuld.

10.1.2. Voorzieningen

Tabelverwijzing in databank: VoorzieningenIT

Alle knelpunten waar door middel van de aanleg van een amfibieëntunnel en/of -geleidingswand een oplossing is gegeven aan het probleem van verkeersslachtoffers onder amfibieën of waar een concrete maatregel wordt voorzien, worden verder besproken in dit luik van de databank. Het betreft een nauwkeurige beschrijving van de uitgevoerde of geplande maatregelen en de terreinomstandigheden. De gegevens worden ook analoog weergegeven in bijlage 8.

In de databank zijn ook links gelegd naar foto's van de betreffende voorzieningen.

10.1.3. Overzetacties

Tabelverwijzing in databank: tblOverzetacties & OverzetactiesIT

Bij elk knelpunt wordt aangegeven of er overzetacties hebben plaatsgevonden of nog plaatsvinden (*OverzetactiesIT*). Indien dat het geval is worden de resultaten van de overzetacties (*tblOverzetacties*),

meer bepaald de soortengroepen en hun individuen aantallen, per jaartal in absolute cijfers en over alle jaren grafisch weergegeven. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen het aantal overgezette dieren en het aantal verkeersslachtoffers.

Het onderdeel zou verder moeten worden uitgebreid met een volledig soortenoverzicht van de overstekende amfibieën.

10.1.4. Systeembeschrijving

Tabelverwijzing in databank: SysteembeschrijvingIT

Elk van de geprefabriceerde voorzieningen die voor de geleiding en de passage van amfibieën langs en onder wegen dienstig zijn, worden hier beschreven en besproken. Het betreft zowel complete systemen en systeemelementen die ofwel in België ofwel in andere Europese landen in de reguliere handel te vinden zijn of door instanties ter beschikking worden gesteld.

De besproken voorzieningen zijn in de mate van het mogelijke technisch en financieel geanalyseerd en de verschillende onderdelen ervan zijn in de databestand opgenomen ten behoeve van het opmaken van bestekken en het uitvoeren van kostprijsberekeningen.

Vanuit de databank kunnen ook de systeembeschrijvingsfiches (aangemaakt in *MS-Word*) worden geraadpleegd en technische beschrijvingen en foto's worden opgevraagd.

10.1.5. Contactpersonen

Tabelverwijzing in databank: BetrokkenenBT

Dit onderdeel verstrekt contactinformatie over deskundigen, initiatiefnemers, beheerders, uitvoerders, toezichters, producenten en projectmedewerkers die betrokken zijn bij het onderzoek naar of de toepassing van amfibieënvoorzieningen. Alle personen en instanties die in de loop van het project werden gecontacteerd zijn eveneens toegevoegd.

10.2. Opvolging databank

Niettegenstaande de databank een groot aantal gegevens over knelpunten voor amfibieën bij wegen bevat, is een deel van de data nog onvolledig. Vandaar dat een meer gerichte en systematische gegevensverzameling d.m.v. overzetacties wordt bepleit (paragraaf 11.4.2.). Deze kan dienen om een duidelijker inzicht in de situatie te verkrijgen, leemten in bepaalde knelpunten op te sporen en de nodige gegevens voor de oplossing van het probleem te verzamelen. Veel van de knelpunten zijn van oudere oorsprong en recentelijk niet meer opgevolgd zodat inmiddels de situatie grondig kan veranderd zijn. Dergelijke onvolkomenheden dreigen zich ook in de toekomst te stellen wanneer de gegevens in de databank niet regelmatig worden aangevuld en geactualiseerd.

Het onderhoud van de databank moet centraal worden gestuurd. D.w.z. dat de gegevensverzameling weliswaar door verschillende partijen kan worden gedaan maar dat de methodiek van gegevensverzameling en de gegevensverwerking best centraal wordt aangestuurd. Hiervoor moeten afspraken worden gemaakt tussen de belangrijkste betrokkenen en moet in de nodige ondersteuning van het databankbeheer worden voorzien.

Het databeheer mag uiteraard niet op zich staan en moet worden gekoppeld aan andere initiatieven i.v.m. versnippering en verkeersslachtoffers. Een vlotte doorstroming, raadpleging en uitwisseling van informatie is noodzakelijk om een degelijke opvolging en toepassing van het datasysteem te

garanderen. Een koppeling of integratie van de databank aan een centrale databank van versnipperingsknooppunten met een ruimer draagvlak behoort tot de mogelijkheden.

11. Instrumentarium & werkmethode

Er bestaan tal van instrumenten en werkmethodes om invulling te geven aan de verschillende oplossingsrichtingen. De verschillende mogelijkheden worden hierna uiteengezet. Belangrijk is dat het initiatief tot de aanleg van een oversteekvoorziening uitgaat van de wegbeheerder en/of dat deze zich bereid verklaart in te staan voor het onderhoud en het herstel van de installatie.

11.1. Financieringssystemen

Tabel 11.1.: Overzicht van mogelijke financieringsbronnen die kunnen worden aangesproken voor de aanleg van amfibieënvoorzieningen.¹²

financieringsmogelijkheid	tussen- komst %	minimum		maximum		cumuleer- baar	eigen inbreng noodzakelijk
		Bef	Euro	Bef	Euro		
milieuconvenant Vlaams Gewest	40 ¹³	50.000	1.240	3.000.000	74.370	ja	neen
	50	50.000	1.240	3.000.000	74.370		
	75 ¹⁴	50.000	1.240	3.000.000	74.370		
milieuconvenant provincie Oost-Vlaanderen	30	-	-	200.000	4.960	ja	neen
milieuconvenant provincie Vlaams-Brabant	25-50	-	-	250.000	6.200	ja	500.000 Bef / 12.400 Euro
milieuconvenant provincie West-Vlaanderen	30-60	-	-	-	-	ja	neen
grond- en pandenbeleid	50	-	-	-	-	ja	neen
investeringsfonds	wisselend	-	-	-	-	ja	neen

11.1.1. Milieuconvenant - ondersteuning door Vlaams Gewest

De Vlaamse regering besliste op 22 december 1999 het gemeentelijk milieuconvenant - een overeenkomst tussen het Vlaamse Gewest en de gemeenten over het gemeentelijk MINA-beleid - voor de periode 1997-1999 met twee jaar te verlengen. De bepalingen van het nieuwe milieuconvenant 2000-2001 staan los van de wettelijke verplichtingen inzake natuur en milieu die alle gemeenten moeten nakomen en dienen o.m. uitvoering te geven aan het gemeentelijk natuurontwikkelingsplan (GNOP). Optie 6 van het milieuconvenant voorziet in de subsidiëring van een aantal projecten op basis van een raming van de kosten welke bij een projectaanvraag wordt ingediend. Bij goedkeuring van het projectvoorstel, dat dient aan te sluiten op de doelstellingen en actiepunten aangehaald in het GNOP, geldt dat bedrag als plafondwaarde voor de toegekende subsidie, ook als de reële kosten hoger oplopen dan de raming en aan de hand van facturen kunnen bewezen worden. Indien de werkelijke kosten lager zijn dan de raming, wordt de subsidie herberekend op basis van de stavingstukken.

¹² Omdat nog geen tarieven in euro bestaan, wordt de waarde gegeven die overeenstemt met het huidig bedrag in Belgische frank. Mogelijk zal het bedrag in de toekomst worden herzien in functie van de omzetting naar de euro. De waarde in euro werd naar het hoogste tental afgerond.

¹³ Wanneer de gemeente niet beschikt over een goedgekeurd GNOP, maar wel over een goedgekeurde korte- en langetermijnvisie voor het gemeentelijk natuurbeleid, bedraagt de tussenkomst slechts 40%.

¹⁴ Indien het natuurproject in EU Habitat - of Vogelrichtlijngebied gelegen is.

Alle projecten die bijdragen tot een verhoging van de natuurwaarde en de invulling van het soortenbeleid komen voor betoelaging in aanmerking. Het betreft hoofdzakelijk éénmalige inrichtings- en beschermingsacties op het terrein met een duidelijke meerwaarde voor natuur op korte termijn. Daartoe behoort ook de aanleg van technische voorzieningen die de veilige oversteek van amfibieën onder en langs wegen garanderen evenals tal van andere maatregelen die rechtstreeks of onrechtstreeks amfibieën ten goede komen. De financiële tussenkomst bedraagt 40% of 50% - al naargelang de gemeente al dan niet beschikt over een goedgekeurd GNOP - van de bewezen en/of forfaitaire kosten met een minimum van 50.000 Bfr. en een maximum van 3.000.000 Bfr. per natuurproject. De tussenkomst wordt opgetrokken tot 75% wanneer het natuurproject valt binnen een Vogel- (VRG) of Habitatrictlijngebied (HRG). Ook iedere provincie die het convenant ondertekent kan een subsidie aanvragen voor het uitvoeren van acties, mits deze acties zijn opgenomen in een uitvoeringsplan en in aanmerking komen voor subsidie. Voor het uitvoeren van de acties wordt 65% subsidie (85% in VRG en HRG) op basis van bewezen kosten voorzien met een forfaitaire surplus indien met participatie van andere partijen of indien het acties zijn die uitvoering geven aan een goedgekeurd BPA of RUP¹⁵.

Het is belangrijk te weten dat ook een tussenkomst kan worden gevraagd in de maatregelen die in het verlengde van de wegvoorziening liggen en al dan niet kaderen in hetzelfde natuurproject. De subsidie aan gemeenten is cumuleerbaar met andere subsidies, bijvoorbeeld van provinciebesturen.

Eind juni 2001 werd een nieuw voorstel van samenwerking tussen de Vlaamse overheid en de gemeenten en provincies voorgesteld (Anoniem, 2001). Het ontwerp van de nieuwe samenwerkingsovereenkomst moet nog een officiële procedure volgen alvorens ze door de Vlaamse regering wordt goedgekeurd. Het is de bedoeling dat de nieuwe samenwerkingsovereenkomst geldt voor een termijn van 6 jaar (van 2002 t.e.m. 2007). Om een samenhang binnen de verschillende delen van de samenwerkingsovereenkomst te krijgen worden in het ontwerp van het nieuwe milieuconvenant de financiële tussenkomsten voor de gemeenten gekoppeld aan "geclusterde milieuthema's". Voor de cluster 'Natuurlijke Entiteiten' - bestaande uit de deelclusters natuur, agrarisch natuurbeheer, bos, groen en landschappen - worden de acties ondersteund met een subsidie van 50% van de kostprijs of van 75% van de kostprijs in VRG en HRG of in grootstedelijke en regionaal stedelijke gebieden of in ankerplaatsen en beschermde landschappen. Daarnaast kan de Vlaamse overheid voor deze cluster ook eenmalige subsidies of aanvullende subsidies toekennen afhankelijk van een positieve evaluatie of het gekozen niveau¹⁶. Inrichtingsmaatregelen gericht op het behoud en herstel van ecologische infrastructuur voor of de bescherming van amfibieënsoorten vallen onder de deelcluster 'Natuur'.

11.1.2. Milieuconvenant - ondersteuning door provincies

Aansluitend op de maatregelen die het Vlaamse Gewest in uitvoering van het milieuconvenant ondersteunt, hebben enkele provinciebesturen eigen reglementen uitgevaardigd voor de subsidiëring van gemeentebesturen voor het uitvoeren van acties die kaderen in het gemeentelijk natuurontwikkelingsplan of passen in het provinciaal natuur- en milieubeleid en die specifiek gericht zijn op natuurontwikkeling en landschapsherstel. De acties die in aanmerking komen voor betoelaging lopen doorgaans gelijk aan deze die door het Vlaamse Gewest worden vooropgesteld. In voorkomend geval ondersteunt het provinciebestuur de acties met een doorgaans geplafonneerd en procentueel basisbedrag dat afhankelijk van de kwaliteit van de actie wordt aangepast. De kwaliteitsbeoordeling gebeurt aan de hand van criteria waaraan een waarde wordt gekoppeld die de hoogte van het subsidiepercentage kan bepalen. De ondersteuning is steeds cumuleerbaar met andere toelagen. De volgende tussenkomsten zijn in de Vlaamse provincies voorzien:

¹⁵ Er geldt een maximum jaarlijks bedrag per provincie dat wordt berekend volgens een verdeelsleutel.

¹⁶ Bij de samenwerkingsovereenkomst wordt een onderscheid gemaakt tussen drie niveaus. Een gemeente die het convenant onderschrijft, is verplicht niveau 1 op alle punten uit te voeren. Kiest de gemeente voor niveau 2, dan moet ze niveau 1 uitvoeren, het instrumentarium van niveau 2 evenals twee thema's van niveau 2 die ze zelf kiest. Op niveau 3 wordt een apart contract gesloten met de overheid. Niveau 3 veronderstelt dat niveau 1 en niveau 2 volledig worden ingevuld.

provincie Antwerpen

Geen tussenkomst mogelijk.

provincie Limburg

Geen tussenkomst mogelijk.

provincie Oost-Vlaanderen

Tussenkomst in de totale kosten tot 30% en maximaal 200.000 Bfr./project indien aan enkele criteria is voldaan.

provincie Vlaams-Brabant

Tussenkomst in de totale kosten van 25 tot 50% en maximaal 250.000 Bfr./project indien aan enkele criteria is voldaan en daar een eigen inbreng van minimum 500.000 Bfr. tegenover staat.

provincie West-Vlaanderen

De provincie ondersteunt alle projecten die het behoud en de ontwikkeling van de natuur en de landschappelijke waarden in de provincie West-Vlaanderen tot doel hebben. De ondersteuning gebeurt met financiële middelen uit het provinciaal 'Natuurfonds'. De tussenkomsten richten zich op de ecologisch en landschappelijk waardevolle gebieden en/of dienen het behoud van kwetsbare planten- en diersoorten. Dat maakt dat ook de aanleg van amfibieënvoorzieningen voor betoelaging in aanmerking komen. Voor de gemeenten bedraagt de basissubsidie 30%. Het bedrag wordt telkenmale met 10% opgetrokken wanneer soorten van bovenlokaal belang betrokken zijn, een kleine gemeente (<10.000 inwoners en < 300 inwoners/km²) het project draagt en/of het project in het kader van de milieuconvenant wordt uitgevoerd.

11.1.3. Grond- en pandenbeleid Vlaamse Gewest

Het besluit van de Vlaamse regering van 24 juli 1996 houdende tegemoetkoming van het Vlaamse Gewest voor maatregelen in het kader van het grond- en pandenbeleid voorziet in een financiële tussenkomst van 50% wanneer een gemeente overgaat tot aankoop van grond om een 'strategisch' project te realiseren waarbij de groenvoorziening of de woonomgeving verbeterd wordt. De gemeente kan de toelage cumuleren met middelen uit het *Investeringsfonds*, zolang de subsidie niet meer dan 90% van de kostprijs bedraagt.

Om in aanmerking te komen moet het project een voorbeeldfunctie hebben voor de inrichting van het gemeentelijk grondgebied en moet het leiden tot ruimtelijke ingrepen die op effectieve en kwalitatieve wijze bijdragen tot uitvoering van een goedgekeurd BPA dat een functionele verwevenheid beoogt. De aanvraag wordt gestuurd aan de *Administratie Ruimtelijke Ordening, Huisvesting en Monumenten en Landschappen (AROHM)*.

11.1.4. Investeringsfonds

Het *Investeringsfonds*, dat geregeld wordt bij decreet van 20 maart 1991, biedt aan gemeenten de mogelijkheid investeringen in onroerend goed te bekostigen. De trekkingsrechten worden bepaald aan de hand van een aantal criteria, waarbij de grootte van de gemeente vanuit verschillende opzichten een belangrijke rol speelt. Aan de hand van deze criteria worden wegingscoëfficiënten toegekend die uiteindelijk het bedrag bepalen waarop de gemeente jaarlijks aanspraak kan maken. Het bedrag is cumuleerbaar en kan worden opgespaard.

De materies die voor het gebruik van de trekkingsrechten in aanmerking komen, zijn doorgaans van bouwkundige aard, en kunnen eveneens de aanleg van oversteekvoorzieningen voor amfibieën omvatten.

11.2. Onderhandelings- en uitvoeringsprocedures

11.2.1. Betrokkenen bij het oplossen van knelpunten voor amfibieëntrek

In de regel is de *AMINAL-afdeling Natuur* verantwoordelijk voor het amfibieënbeschermingsbeleid in Vlaanderen. De afdeling moet ervoor zorgen dat het oplossen van knelpunten voor amfibieëntrek op een gecoördineerde en samenhangende wijze verloopt. Voor de praktische uitwerking moeten tal van instanties en organisaties bij de uitvoering betrokken worden. Doorgaans is de verantwoordelijke wegbeheerder de belangrijkste betrokkene omdat die uiteindelijk zowel voor de aanleg als het onderhoud verantwoordelijk is. Hierna volgt een overzicht van mogelijke participanten.

11.2.1.1. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap - Departement Leefmilieu en Infrastructuur (LIN)

Administratie Milieu-, Natuur-, Land- en Waterbeheer (AMINAL)

afdeling Algemeen Milieu- en Natuurbeleid - cel Natuurtechnische Milieubouw (cel NTMB)

Sedert 1990 is binnen het ministerie van de Vlaamse gemeenschap de werkgroep *Natuurtechnische Milieubouw* werkzaam met als voornaamste taakstelling het verzoenen van infrastructuur en natuur. De versnipperingsproblematiek krijgt daarbij ruime aandacht. De huidige TWOL-studie is op initiatief van de *cel NTMB* tot stand gekomen en dient gegevens aan te reiken om de problematiek van verkeersslachtoffers onder amfibieën grotendeels op te lossen. De werkgroep wil vooral een beleidscoördinerende rol vervullen en de verschillende betrokken motiveren en begeleiden bij de ontsnippering van verkeerswegen ten behoeve van amfibieën.

afdeling Natuur

Verschiedende actiepunten, die in uitvoering van het Milieubeleidsplan ten behoeve van amfibieën worden uitgevoerd, vallen onder de verantwoordelijkheid van de *afdeling Natuur* van de *AMINAL*. Vooral wat de inhoudelijke opvolging van de ontsnipperingsprojecten betreft, die o.m. in het kader van de gemeentelijk natuurontwikkelingsplannen (gemeentelijke milieuconvenant) worden voorgesteld, kan de afdeling sturend werken en zowel de planning als de realisatie ervan aan- of bijsturen. Daar waar de huidige uitvoeringsplannen vanuit de gemeenten worden aangereikt, kan de afdeling met het nieuwe - derde - milieuconvenant (paragraaf 11.1.1.) een meer actieve rol spelen op het gebied van prioriteiten en uitvoeringsmodaliteiten.

Gelijktijdig kan ze zelf projecten opstarten die de ontsnippering van wegen binnen een ruimer kader van amfibieënbescherming plaatsen en het behoud, het herstel en de ontwikkeling van amfibieënhabitats beogen. Ook in het kader van land- en natuurinrichtingsprojecten, structuurplannen en allerhande infrastructuurwerken kan ze vanuit haar adviserende rol op de versnipperingsproblematiek inspelen en aansturen op meer en/of betere voorzieningen voor amfibieën.

afdeling Bos & Groen

De taakstelling van de *afdeling Bos & Groen* loopt enigszins gelijk aan die van de *afdeling Natuur*, al is die grotendeels beperkt tot de bosgebieden. Uit het onderzoek blijkt dat een groot aantal knelpunten zich voordoen in of in de omgeving van bosgebieden die in een aantal gevallen (bv. in de provincie West-Vlaanderen) tot het openbaar bosdomein behoren. Dezelfde vaststelling geldt trouwens evenzeer voor enkele waterrijke natuurgebieden waarvan het beheer onder de bevoegdheid van deze afdeling valt.

afdeling Water

Zie toelichting bij knelpunten aan bevaarbare waterlopen onder '*Administratie Waterwegen en Zeewezen*' hierna.

Administratie Waterwegen en Zeewezen (AWZ)

Omdat rond en over bevaarbare en onbevaarbare waterlopen vaak ook wegeninfrastructuur aanwezig is, kunnen ook hier knelpunten optreden. Een voorbeeld hiervan is de ringdijk rond het gecontroleerd overstromingsgebied *Het Scheldebroek* in Zele-Berlare (schrift. med. *Durme v.z.w.*). Anderzijds bieden onderdoorgangen van waterlopen onder wegen vaak bijzondere mogelijkheden om passages voor amfibieën onder wegen (bv. via ecoduikers) te creëren. Afhankelijk van de categorie van waterloop zal de tussenkomst van de *Administratie Waterwegen en Zeewezen (AWZ)* (voor de bevaarbare waterlopen), de *AMINAL-afdeling Water* (voor de onbevaarbare waterlopen - 1^{ste} categorie), de provinciebesturen (voor de onbevaarbare waterlopen - 2^{de} categorie) ofwel de gemeenten of de besturen van Polders en Wateringen (voor de onbevaarbare waterlopen - 3^{de} categorie) nodig zijn.

Administratie Wegen en Verkeer (AWV)

afdeling Wegenbeleid en -beheer

Elke provinciale afdeling van de *Administratie Wegen en Verkeer* heeft het beheer over het hoofdwegennet in de eigen provincie. Als beheerder van een belangrijk deel van het prioritaire wegennet speelt de *afdeling Wegenbeleid en -beheer* een vooraanstaande rol wat de ontsnippering van het door haar beheerde wegeninfrastructuur betreft. Het aantal knelpunten voor amfibieën op de primaire wegen is weliswaar beperkt, maar initiatieven terzake kunnen in overleg met deskundige diensten worden genomen. Het herstel en de aanleg van wegen moet worden aangegrepen om lokaal problemen op te lossen.

Binnen de beleidsafdeling *Wegenbeleid en -beheer* is de projectgroep *Natuurtechniek* opgericht. De projectgroep stuurt natuurtechnische projecten in nauwe samenwerking met de cel *Natuurtechnische Milieubouw (NTMB)* en de andere afdelingen van de *AMINAL*. Er wordt aan projecten van derden meegewerkt, technisch advies verleend en eigen projectinitiatieven uitgewerkt. Naast het opstellen van ecologische bermbeheersplannen voor gewestwegen geeft zij advies binnen de eigen administratie met betrekking tot de aanleg van ontsnipperende maatregelen. Er wordt een ontsnipperingsplan voor de door de *AWV* beheerde wegeninfrastructuur opgesteld en een inventarisatie van verkeersslachtoffers doorgevoerd (paragraaf 11.2.3.6). De praktische uitwerking valt als voorheen onder de verantwoordelijkheid van de provinciale afdelingen. Om de samenwerking met andere besturen te bevorderen werd vanuit de projectgroep *Natuurtechniek* de *AWV-werkgroep Ontsnippering* opgericht (paragraaf 11.2.1.6.).

11.2.1.2. Provincies

Daar waar de knelpunten bij de provinciale wegen liggen is de tussenkomst van de provinciale diensten vereist.

Zie ook toelichting bij knelpunten aan onbevaarbare waterlopen onder '*Administratie Waterwegen en Zeewezen*' (paragraaf 11.2.1.1.).

11.2.1.3. Gemeenten

De meeste knelpunten liggen op gemeentelijke wegen waardoor veelal de tussenkomst van de gemeente is vereist om aan het probleem een oplossing te geven. Een aantal gemeenten heeft het probleem als actiepoint in het gemeentelijk natuurontwikkelingsplan opgenomen en enkele zijn reeds tot realisatie overgegaan. De *AMINAL-afdeling Natuur* en enkele provinciebesturen ondersteunen in uitvoering van de milieuconvenant ontsnipperingsprojecten ten behoeve van amfibieën (paragrafen 11.1.1. en 11.1.2.).

Zie ook toelichting bij knelpunten aan onbevaarbare waterlopen onder '*Administratie Waterwegen en Zeewezen*' (paragraaf 11.2.1.1.).

11.2.1.4. Wetenschappelijke instellingen

Instituut voor Natuurbehoud (IN)

Het *Instituut voor Natuurbehoud* werd als wetenschappelijke instelling van de Vlaamse gemeenschap opgericht waarbij het administratief werd ingedeeld onder het *Departement Leefmilieu en Infrastructuur, AMINAL*.

Het *IN* heeft als globale taakstelling: alle passende wetenschappelijke studies, onderzoeken en werkzaamheden uit te voeren in verband met het natuurbehoud, in het bijzonder met het oog op het uitwerken van actiemiddelen en wetenschappelijke criteria tot het voeren van een beleid inzake natuurbehoud. Hiertoe verzamelt het alle nuttige documentatie, onderneemt de nodige studies en onderzoeken, verricht enquêtes en zorgt voor de overdracht van de verworven kennis aan de bevoegde overheden.¹⁷

In het decreet Natuurbehoud is aan het *IN* opgedragen op geregelde tijdstippen te rapporteren over "de toestand van de natuur in Vlaanderen"¹⁸ en daarbij ook trends en toekomstverwachtingen te analyseren, evenals het voorbije natuurbehoudbeleid te evalueren. Dat moet toelaten de kwaliteit van het natuur- en milieubeleid in Vlaanderen te optimaliseren en bij te sturen. Eén van de negatieve trends die worden opgevolgd, is versnippering. Hiervoor worden o.a. de volgende doelen vooropgesteld:

1. Definiëren van versnippering met betrekking tot natuur en aanduiden van indicatoren en oorzaken van versnippering op verschillende organisatieniveaus.
2. Evaluatie van ontsnipperingsmaatregelen.

Concreet betekent dit dat o.m. de volgende initiatieven worden genomen inzake versnippering:

1. Definitie versnippering voor natuur (ecotoopverlies, barrière, rustverstoring, sterfte).
2. Ruimtelijke voorstelling van versnippering voor ecodistricten (ecosysteemanalyse + relatieve vergelijking).
3. Inventaris van uitgevoerde en geplande ontsnipperingsmaatregelen.
4. Uitwerking van signaalkaarten voor wegen en waterlopen.

11.2.1.5. Organisaties

Natuurpunt

De vele overzetacties die jaarlijks worden georganiseerd om amfibieën veilig de weg over te brengen, steunen geheel op vrijwilligers en worden door de amfibieën- en reptielenwerkgroep *Hyla* - die aangesloten is bij de natuurvereniging *Natuurpunt*¹⁹ - georganiseerd en gecoördineerd. De vereniging put daarbij grotendeels uit eigen middelen, al worden in bepaalde gevallen de lokaal actieve groepen met materialen en/of levering van arbeidskrachten voor het opstellen van de installaties door gemeentebesturen ondersteund.

Het is zinvol dat de structuur die door *Hyla* sedert 1988 is opgebouwd, wordt behouden, verder uitgebouwd en financieel ondersteund. De toekomstige taakstelling van de vrijwilligersgroepen zou de volgende handelingen kunnen omvatten:

1. Het in kaart brengen van tot nog toe onbekende knelpunten.
2. Het nauwkeurig beschrijven van de gekende knelpunten.
3. Het systematisch verzamelen van trekgegevens op jaarbasis op de gekende knelpunten.

¹⁷ bron: <http://www.instnat.be/>

¹⁸ De gegevens worden verwerkt en voorgesteld in het zogenaamde "Natuurrapport".

¹⁹ Natuurpunt is de nieuwe naam van de gefuseerde natuurverenigingen Natuurreservaten en de Wielewaal. De naam werd op 9 augustus 2001 officieel bekendgemaakt. De beide verenigingen, twee van de grootste bewakers en beheerders van natuurgebieden in Vlaanderen, zijn al ruim een half jaar bezig met een fusie die op 1 januari 2002 voltooid moet zijn.

4. Het verzamelen van gegevens inzake habitatgebruik.
5. Het opvolgen en controleren van bestaande oversteekvoorzieningen en het melden van achterstallig onderhoud en noodzakelijke herstellingen aan de verantwoordelijk beheerder.

Andere organisaties

Aan alle ontsnipperingsknelpunten, die vallen binnen de grenzen van natuureservaten die door particuliere terreinbeherende organisaties worden beheerd, moet bijzondere aandacht worden gegeven. In Vlaanderen is de natuurbehoudsvereniging *Natuurpunt* de grootste particuliere terreinbeheerder. Daarnaast bestaan nog andere verenigingen met minder en veelal streekgebonden natuurterreinen, zoals de *Stichting Limburgs Landschap*.

11.2.1.6. Werk- en overleggroepen

Binnen de administraties zijn zowel gewestelijk als internationaal werk- en overleggroepen actief, zoals:

AWV-werkgroep Ontsnippering

Om zowel intern als extern de goede samenwerking en wederzijdse betrokkenheid te bevorderen, werd de AWV-werkgroep *Ontsnippering* opgericht. Naast vertegenwoordigers uit alle wegenafdelingen bestaat deze werkgroep uit betrokkenen uit de natuursector (*AMINAL-afdeling Algemeen Milieu- en Natuurbehoud - cel NTMB*, *AMINAL-afdeling Natuur*, *AMINAL-afdeling Bos & Groen*, *IN*, *IBW*).

Infra Eco Network Europe (IENE)

Het *Infra Eco Network Europe (IENE)* is een Europees netwerk van deskundigen en instellingen betrokken bij habitatfragmentatie veroorzaakt door wegeninfrastructuur (autowegen, spoorwegen, waterlopen). Door deskundigen samen te brengen wil het *IENE* bijdragen tot het uitwisselen van kennis en ervaring tussen de Europese landen met betrekking tot versnippering door infrastructuur. Voor de periode tussen 1 juli 2000 en 31 juni 2002 coördineert het *Instituut voor Natuurbehoud* het *IENE*.

11.2.2. Uitwerking van een beslissingsprocedure

De aanleg van oversteekvoorzieningen onder of over bestaande wegen is erg duur en doorgaans moeilijk en slechts met een verhoogde werkinzet te verwezenlijken. Voor de bouw, de heraanleg of het herstel van wegen zou voortaan een procedure moeten worden uitgewerkt op basis waarvan in het geval van wegenwerken wordt nagegaan of ontsnippering van de weg op de betrokken plaats noodzakelijk of wenselijk is. Uiteraard geldt zulks niet alleen voor amfibieën. Er moet een methodiek worden uitgewerkt volgens dewelke wordt nagegaan of de weg een barrière of een gevaar voor dieren vormt. Indien dat zo is, moeten oplossingen worden aangereikt en worden aangegeven hoe die in de wegenwerken kunnen worden ingepland. Op dergelijke wijze kan weliswaar geen gericht ontsnipperingsbeleid worden gevoerd, maar het biedt wel de mogelijkheid om de samenhang van het sterk versnipperde Vlaamse landschap op langere termijn te herstellen en problemen van lokaal belang, zoals massale aanrijdingen van amfibieën, geleidelijk aan op te lossen. De wijze waarop dergelijke procedure kan verlopen, is een onderwerp dat momenteel in de AWV-projectgroep *Natuurtechniek* ter discussie staat.

De voorgestelde procedure zou kunnen doorgetrokken worden tot alle ruimtelijke ingrepen die de landschappelijke samenhang verbreken en/of het barrière-effect verhogen. Dat moet het mogelijk maken maatregelen op te leggen die nadelige effecten op de open ruimte ondervangen. Als voorbeeld kunnen de vele industriezones dienen. Indien op voorhand strikte voorwaarden waren opgelegd betreffende de inplanting van de industriële gebouwen en andere infrastructuren, dan was een landschappelijke integratie tot stand gekomen waardoor de geleiding van soorten door of rondom zulke landschapsverstorende en grondroevende ruimtelijke structuren verzekerd was. Thans zijn

dergelijke maatregelen structureel nog steeds te realiseren, maar het particuliere eigendomsrecht beperkt op veel plaatsen de reële uitvoeringskansen daarvan.

11.2.3. Projectmatige invulling

11.2.3.1. Koppeling aan wegenbouw en -herstel

Bij de toekomstige (her)aanleg van wegen zou automatisch en verplicht de aanleg van oversteekvoorzieningen moeten worden gepland wanneer bekend is dat op een bepaalde plek een groot aantal amfibieën overreden wordt (zie ook paragraaf 11.2.2.). Ook bij de bouw van bijzondere voorzieningen (zoals beekonderdoorgangen) aan of langs wegen moet eenzelfde koppeling in beschouwing worden genomen.

11.2.3.2. Uitvoering Vlaams Milieubeleidsplan 1997-2001 en de verschillende Milieujaarprogramma's

In het Milieubeleidsplan 1997-2001 (MINA-plan 2) is "versnippering" één van de 13 thema's. Verschillende acties stellen de uitwerking van concrete ontsnipperingsprojecten voor om prioritaire knelpunten op te lossen. In relatie tot dit TWOL-project zijn de belangrijkste:

1. De proefprojecten voor waterlopen en wegen uitbreiden en uitvoeren; typebestekken aanpassen en opmaken (actie 92).
2. Richtlijnen ter voorkoming van versnippering opstellen voor het instrumentarium van de ruimtelijke ordening; het dossier van de vergunningsaanvraag uitbreiden (actie 94).
3. Versnippering opnemen in het richtlijnenboek voor milieueffectrapportering (actie 95).
4. Een begeleidingsregeling uitwerken voor ingrepen met een groot versnipperingseffect (actie 96).
5. Natuurverbindingen invullen en realiseren met het oog op de samenhang tussen VEN en IVON (actie 98).
6. Prioritaire versnipperingsknelpunten oplossen waarbij leefgebieden van soorten doorsneden zijn door (water/spoor)wegen en/of leidingen (ontsnippering) (actie 101).

11.2.3.3. Invulling GNOP- of PNOP-acties

Het beleid van de Vlaamse regering is er onder meer op gericht om kleinschalige ontwikkelingen inzake natuurherstel en -ontwikkeling in te vullen en uit te voeren aan de hand van gemeentelijke en provinciale natuurontwikkelingsplannen (GNOP's en PNOP's). Ter ondersteuning wordt voorzien in een realisatiegerichte ondersteuning en een krachtenbundeling in gecombineerde projecten van lokale en provinciale overheden en het Vlaams Gewest (paragraaf 11.1.1.).

De GNOP's vormen praktische beleidsplannen op gemeentelijk niveau die een actieplan voorstellen voor de realisatie van een ecologisch netwerk. Enkele actiepunten hebben op lokaal niveau reeds aanleiding gegeven tot de uitvoering van ontsnipperende maatregelen gericht op kleinere organismen (amfibieën en kleine zoogdieren) en dergelijke initiatieven moeten verder worden aangemoedigd.

Met het Provinciaal Natuurontwikkelingsplan (PNOP) wordt op eenzelfde wijze invulling gegeven aan het natuurbeleid maar dan wel op een hoger - provinciaal - niveau. Het provinciaal beleid dient het gemeentelijk beleid te ondersteunen en de inspanningen van de verschillende gemeenten te coördineren en te steunen, zodanig dat dit op een hoger ecologisch schaalniveau tot resultaten leidt (paragraaf 11.1.2.).

11.2.3.4. Natuur- en landinrichtingsprojecten en ruilverkavelingen

Wanneer een knelpunt valt binnen de grenzen van een gebied dat als ruilverkavelings-, landinrichtings- of natuurinrichtingsproject is voorgedragen, kan voor de realisatie van concrete ontsnipperingsmaatregelen gebruik worden gemaakt van de instrumenten die de VLM voor elk van deze projecten ter beschikking heeft. Daarbij hoort de mogelijkheid tot aanleg van amfibieëntunnels en -geleidingswanden onder en langs wegen, maar evenzeer biotoopverbeterende maatregelen zoals de aanleg van poelen, overwinteringsgebieden en geleidende (groen)structuren.

11.2.3.5. Vervollediging prioriteitenatlas ontsnippering

Door het *Instituut voor Natuurbehoud* werd een prioriteitenatlas voor ontsnippering opgesteld waarin de resultaten van het onderzoek naar habitatfragmentatie tengevolge van transportinfrastructuur zijn opgenomen (Defloor et al., 2001). Het onderzoek is slechts een eerste aanzet en geeft een ruwe schets van het sterk versnipperde Vlaamse landschap, de impact van de versnipperende effecten van transportinfrastructuur op het landschap en versnipperingsgevoelige faunasoorten. Voorts biedt het een overzicht van de landbezetting en het landgebruik in Vlaanderen om van daaruit de beleidsvisie en –verwezenlijkingen in de context van ontsnippering en natuurbehoud te geven.

Het onderzoek concentreerde zich tot nog toe hoofdzakelijk op grootschalige wegeninfrastructuur - hoofdwegen, spoorwegen en kanalen - waarvoor signaalkaarten voor versnippering van natuur zijn opgemaakt. Kleine en lokale wegen zijn niet in de prioriteitenanalyse meegenomen, terwijl net deze wegen vaak problemen stellen voor de amfibieëntrek. Wel zijn in de prioriteitenatlas ongeveer 190 knelpuntlocaties voor amfibieën op het secundaire wegennet meegenomen die in het kader van deze studieopdracht zijn verzameld. Hiervoor is voor het merendeel gebruik gemaakt van de gegevens van *Hyla*.

Voor een aantal indicatorsoorten werden barrièrekaarten gegenereerd. Voor de herpetofauna zijn dat Gladde slang, Vuursalamander, Hazelworm, Heikikker, Levendbarende hagedis en Rugstreeppad. Ze maken deel uit van een reeks kwetsbaarheidskaarten die o.a. het effect van de barrièrewerking voor versnipperingsgevoelige soorten tonen.

11.2.3.6. Ontsnipperingsplan Administratie Wegen en Verkeer

Momenteel wordt een ontsnipperingsplan voor de AWV opgesteld. Het plan moet toelaten ontsnipperingsprojecten te onderbouwen en tot de daadwerkelijke uitvoering van ontsnipperende maatregelen over te gaan tijdens noodzakelijke infrastructuurprojecten (aanleg, structureel onderhoud of herstellingswerken).

De AWV wil dit op vijf manieren verwezenlijken, namelijk d.m.v.:

1. *Gebiedsgerichte aanpak* aan de hand van de 'prioriteitenatlas ontsnippering' (paragraaf 11.2.3.5.) opgesteld door het *Instituut voor Natuurbehoud* - een overzicht van knelpunten - op plaatsen waar de randvoorwaarden voor uitvoering optimaal zijn zoals in de beschermde gebieden.
2. *Soortgerichte aanpak* middels een verspreidingsatlas, die de knelpunten op plaatsen zonder beschermd statuut in kaart brengt en gerelateerd is aan gegevens over de verspreiding van bepaalde diersoorten (knelpunten voor vissen in waterlopen, hamsterproject, dassenproject, zoogdierenatlas, inventarisatie dierlijke verkeersslachtoffers, e.a.).
3. *Basisontsnippering door implementatie in planningsinstrumenten*:
 - Tijdens werken voor herstel, onderhoud en herinrichting van wegen kunnen ontsnipperende maatregelen uitgevoerd worden. Er worden mogelijkheden voor een alternatieve manier van inrichting (ecoduikers, aangepaste veiligheidsstootbanden type New Jersey, enz.) geboden.

- Bij de aanleg van nieuwe wegen moet het versnipperend effect gelijktijdig worden opgelost door de bouw van ontsnipperende infrastructuur.
- 4. *Deelname aan ad hoc projecten*: medewerking aan initiatieven van andere administraties (AMINAL, VLM), gemeentebesturen of natuurverenigingen voor de aanleg van ontsnipperende maatregelen bij gewestwegen.
- 5. *Natuurtechnisch handboek voor werken aan gewestwegen*. Opstellen van een handleiding voor de aanleg van ontsnipperende infrastructuur als aanvulling op het typebestek 250.

11.2.4. Planning voor elk concreet project

De aanleg van oversteekvoorzieningen moet omstandig worden gemotiveerd en met gegevens onderbouwd die aantonen dat de juiste maatregel wordt voorgesteld (is het de enige en/of de beste oplossing) en dat de bouw van de voorziening aansluit op de reële noden van de lokale amfibieënpopulatie. Dat betekent dat op zijn minst moet worden aangegeven:

1. voor welke soorten de voorziening in eerste instantie is bedoeld
2. welke soortantallen momenteel de weg oversteken
3. waar de belangrijkste overwinterings- en voortplantingsplaatsen liggen en hoe de trekbeweging tussen beide verloopt (op zijn minst wat de voorjaarstrek betreft)
4. de kwaliteit en de kwantiteit van het voortplantingshabitat
5. over welke zone aanrijdingen plaatsvinden en waar de belangrijkste aanrijdingspunten liggen
6. de verkeersdrukte (uitgedrukt in gemiddeld aantal voertuigen per uur gedurende de belangrijkste trekperiode)

Enkel wanneer deze informatie wordt verstrekt, kan een weloverwogen beslissing aangaande de noodzakelijkheid en de geschiktheid van een oversteekvoorziening genomen worden.

11.3. Juridische mogelijkheden en/of beperkingen

11.3.1. Wettelijke bescherming van amfibieën

Alle amfibieën, behalve Groene kikker en Bruine kikker, zijn volledig beschermd bij Koninklijk Besluit van 22 september 1980 houdende maatregelen van toepassing in het Vlaamse Gewest ter bescherming van bepaalde in het wild levende inheemse diersoorten, die niet onder de toepassing vallen van de wetten en besluiten van de jacht, de riviervisserij en de vogelbescherming. Het besluit bepaalt o.m. dat het ten allen tijde en om het even waar verboden is deze diersoorten te doden - ongeacht hun ontwikkelingsstadium - of hun woon- of schuilplaatsen te beschadigen of met opzet te verstoren. Het soortgericht natuurbeleid wordt geregeld door het Decreet betreffende het natuurbehoud en het natuurlijk milieu - het zogenaamde "Natuurdecreet" - van 21 oktober 1997.

Niet minder dan 9 amfibieënsoorten worden op de Rode lijst van de amfibieën en reptielen in Vlaanderen (Bauwens & Claus, 1996) als uitgestorven, met uitsterven bedreigd, bedreigd, kwetsbaar of zeldzaam genoemd (tabel 11.2. - zie ook paragraaf 8.2.2.). Dat betekent dat wanneer nog populaties voorkomen ze veelal klein en tot welbepaalde gebieden en/of habitats beperkt zijn.

De huidige wetgeving biedt in principe een goede bescherming wat een aantal directe bedreigingen (doden, vangen en verkopen van amfibieën) betreft, maar schiet duidelijk tekort wanneer het erop aan komt de leef- en trekgebieden en de migratiebewegingen van amfibieën veilig te stellen. In tegenstelling tot landen als Duitsland en Zwitserland is men bij ons niet wettelijk verplicht om mitigerende maatregelen te nemen om de negatieve effecten van wegenbouw op te vangen.

Tabel 11.2.: Overzicht van uitgestorven, bedreigde en kwetsbare amfibieënsoorten in Vlaanderen zoals vermeld op de Rode lijst van amfibieën en reptielen in Vlaanderen.²⁰

uitgestorven in Vlaanderen

- Geelbuikvuurpad

met uitsterven bedreigd

- Boomkikker

bedreigd

- Vroedmeesterpad
- Knoflookpad

kwetsbaar

- Vuursalamander

zeldzaam

- Rugstreepad
- Heikikker
- Kamsalamander
- Vinpootsalamander

11.3.2. Internationaal te beschermen amfibieënsoorten

Tabel 11.3.: Overzicht van de amfibieënsoorten in Vlaanderen die voorkomen op de Rode lijst van amfibieën en reptielen in Vlaanderen (zie ook tabel 11.2.) en/of in de bijlagen van de Conventie van Bern en de Habitatrichtlijn.

soort/regelgeving	rode lijst Vlaanderen	Conventie Bern	Habitatrichtlijn	
		bijlage II	bijlage 2	bijlage 4
<i>Geelbuikvuurpad</i>	●	●	●	●
<i>Knoflookpad</i>	●	●		●
<i>Rugstreepad</i>	●	●		●
<i>Vroedmeesterpad</i>	●	●		●
<i>Boomkikker</i>	●	●		●
<i>Heikikker</i>	●	●		●
<i>Kamsalamander</i>	●	●	●	●
<i>Vinpootsalamander</i>	●			
<i>Vuursalamander</i>	●			

Conventie van Bern

Naast de wettelijke bescherming die amfibieën door de gewestelijke wetgeving genieten, is in België ook het Verdrag inzake het behoud van wilde dieren en planten en hun natuurlijk leefmilieu in Europa - de Conventie van Bern genaamd - van toepassing²¹. Bijlage II van het verdrag vermeldt enkele streng beschermde soorten waartoe ook enkele in Vlaanderen voorkomende amfibieënsoorten behoren (tabel 11.3. - zie ook paragraaf 8.2.2.). Aan deze soorten moet een wettelijke bescherming gegeven worden die het voortbestaan van de soorten en hun natuurlijk leefmilieu garandeert. Het Koninklijk Besluit van 22 september 1980 voldoet inmiddels hieraan.

²⁰ Rode lijstcategorieën volgens Bauwens & Claus (1996).

²¹ Het verdrag werd opgemaakt op 19 september 1979 en is in België goedgekeurd bij wet van 20 april 1989 en bekrachtigd op 24 augustus 1990. Het trad in werking op 1 december 1990.

Habitatrichtlijn

In België is ook de Habitatrichtlijn - de richtlijn inzake de instandhouding van de natuurlijke habitats en de wilde flora en fauna - van kracht²². Deze wil een ecologisch netwerk van speciale beschermingszones op Europees niveau tot stand brengen, waarin maatregelen worden genomen om de natuurlijke habitats en/of populaties van bepaalde soorten in stand te houden of te herstellen.

In bijlage 1 van de richtlijn worden de habitats opgesomd waarvan enkele ook van betekenis (kunnen) zijn voor bepaalde inheemse amfibieën, terwijl bijlage 2 de amfibieënsoorten noemt waarvoor speciale beschermingszones moeten worden aangewezen. Voor Vlaanderen is dat lijstje beperkt tot Kamsalamander en Geelbuikvuurpad, maar de laatste soort is inmiddels in Vlaanderen uitgestorven. Dat maakt dat tot nog toe enkel speciale beschermingszones voor Kamsalamander zijn afgebakend (tabel 11.4.). De lijst van soorten die strikt beschermd moeten worden (bijlage 4 van de richtlijn) is identiek aan deze van bijlage II van de Conventie van Bern (tabel 11.3. - zie ook paragraaf 8.2.2.). De bescherming van deze soorten betreft allereerst het instellen van een verbod op:

1. het opzettelijk vangen of doden van in het wild levende specimens van genoemde soorten;
2. het opzettelijk verstoren van die soorten, vooral tijdens de perioden van voortplanting, afhankelijkheid van de jongen, overwintering en trek;
3. het opzettelijk vernielen of rapen van eieren in de natuur;
4. de beschadiging of de vernieling van de voortplantings- of rustplaatsen;
5. het vervoeren en verhandelen van uit de natuur stammende levende en dode dieren.

De bescherming van amfibieën kan en mag niet geheel aan de Habitatrichtlijn worden opgehangen, vermits hiermee enkel de meest bedreigde soorten en meest kwetsbare habitats worden beschermd.

Tabel 11.4.: Speciale beschermingszones voor o.m. Kamsalamander in Vlaanderen.

Nr.	Naam
BE250001	Duingebieden inclusief IJzermonding en Zwin
BE2500002	Poldergraslanden, deelgebied 27: grasland nabij Ettelgem
BE2500003	Westvlaams Heuvelland, deelgebieden 7, 8, 9, 10: bossen Ieperboog; deelgebied 11: Breemeersen
BE2300005	Bossen en heiden van zandig Vlaanderen: oostelijk deel
BE2300006	Schelde- en Durme-estuarium van de Nederlandse grens tot Gent, deelgebieden 30, 50, 51, 52, 53: Rupelvallei van Bornem tot Willebroek
BE2300007	Bossen van de Vlaamse Ardennen en andere Zuid-Vlaamse bossen, deelgebied 17: Boelarebos, Arduinbos, westelijk deel van Markvallei en deel Dendervellei; deelgebied 31: Kraaibos en Vaarttaluds Moen
BE2400008	Zoniënwoud
BE2400009	Hallerbos en nabije boscomplexen met brongebieden en heiden, deelgebied 6: Vallei van de Mark
BE2400011	Valleien van Dijle, Laan en IJse met aangrenzende bos- en moerasgebieden
BE2400012	Valleien van Winge en Motte met valleihellingen, deelgebied 1: Dutselbroek en Kloosterbroek
BE2400014	Demervallei, deelgebied 1: Vorsdonkbos-Turfputten; deelgebied 14: Aan de Herk
BE2100016	Klein- en Groot Schietveld, deelgebied 1: Helleven
BE2100019	Het Blak, Kievitsheide, Ekstergoor en nabijgelegen Kamsalamanderhabitats, deelgebied 3: Hoofswear, Kooldries; deelgebied 4: De Leeuwerik; deelgebied 5: Volharding, Klokkeven
BE2100020	Heesbossen, Vallei van Marke en Merkske en Ringven met valleigronden langs de Heerlese Loop

²² Richtlijn 92/43/EEG van de Raad van de Europese gemeenschappen.

BE2100026	Valleigebied van de Kleine Nete met brongebieden, moerassen en heiden, deelgebied 3: Wateringen te Arendonk; deelgebied 5: Ronde Put
BE2100040	Bovenloop van de Grote Nete met Zammelsbroek en Goor, deelgebied 6: De Blakers en Langdonken
BE2200029	Vallei- en brongebied van de Zwarte Beek, Bolisserbeek en Dommel met heide en vengebieden
BE2200037	Uiterwaarden langs de Limburgse Maas met Vijverbroek
BE2200038	Bossen van Haspengouw, deelgebieden 1, 2, 3: bosgebieden en kleinschalig landschap rond Tongeren (Hellingbos, Hardelingenbeek, Winterbeek, Steenbroekbos); deelgebied 4: Gasthuisbos; deelgebied 5: De Meerstheuveld; deelgebieden 6, 7, 8: Kalkgraslanden rond Borgloon, Grootloon, Bollenberg en Opleeuw
BE2200039	Voerstreek, deelgebied 5: Veursvallei, Martelberg, Altenbroek
BE2300044	Bossen van het zuidoosten van de Zandleemstreek, deelgebied 8: Hospies en Boskantgracht; deelgebied 10, 11: Serskampse bossen; deelgebied 12: Honegem-Zolegem-Sint-Appolonia; deelgebieden 15, 16, 17, 18, 19: Dorent-Nellebroek en vallei Kesterbeek

11.3.3. Verkeersreglementering

11.3.3.1. Bebording

In landen als Duitsland (sedert 1988) en Groot-Brittannië (sedert 1985) bestaat een wettelijk en gestandaardiseerd waarschuwbord voor oversteekplaatsen van amfibieën. Het bord beeldt een pad af die het geheel van amfibieënsoorten symboliseert (foto 11.1.A.). Gelijkaardige borden zijn ook in Zwitserland, Oostenrijk en Nederland in gebruik, maar ontbreken vooralsnog in België. Op sommige plaatsen in Vlaanderen wordt voorlopig gewerkt met een zelfklever in de vorm van een gevaarsbord met de afbeelding van een pad (verdeeld door *Hyla*), dat tijdelijk langsheen de weg wordt geplaatst (foto 11.1.B.). Dergelijk bord heeft echter geen wettelijk statuut en is in strijd met het Ministerieel Besluit van 11 oktober 1976 waarbij de minimumafmetingen en de bijzondere plaatsingsvoorwaarden van de verkeerstekens worden bepaald. In afwachting van een eenduidige bebording kan gebruik worden gemaakt van het verkeersbord A51 dat een gevaar aanduidt zonder een speciaal symbool (opstaande driehoek met rode rand en zwart uitroepteken) met een onderbord van het type III van bijlage 2 van voornoemd ministerieel besluit dat de aard van het gevaar aangeeft (wit opschrift of symbool op blauwe achtergrond) (foto 11.1.C.). Op het onderbord staat in het geval van amfibieën een korte vermelding in de trend van "padden", "paddenoverzet" of "paddentrek" ofwel een gestileerde tekening van een pad om duidelijk te maken dat amfibieën de weg oversteken of paddenoverzetters aan het werk zijn.

Het is belangrijk dat ook in België werk wordt gemaakt van een officieel waarschuwbord of een andere eenvormige aanduiding die oversteekplaatsen van amfibieën aanduidt en tot een aangepast rijgedrag aanmaant. Dat zou moeten gebeuren d.m.v. een wettelijk initiatief en een aanvraag bij het bevoegde federale *Ministerie van Verkeer en Infrastructuur*.

Foto 11.1.A, B & C: Voorbeeld van een officieel waarschuwingsbord voor paddentrek in Duitsland (A – links – foto: Geiger & Fischer, 1998), evenals van een niet geheel officiële maar eenduidige aanduiding van een paddenoversteekplaats in België (Zangerheistraat in Bilzen-Munsterbilzen) (B - midden) en een voorbeeld van de officiële bebording waarmee thans oversteekplaatsen in België kunnen worden aangeduid (fotomontage - Oude Blekerijstraat in Brakel) (C - rechts). Het onderbord is een reglementair bord dat de aard van het mogelijk gevaar vermeld.



11.3.3.2. Afsluiten van wegen

In België bestaat nog geen juridische grond op basis waarvan de afsluiting van wegen ten behoeve van de amfibieënbescherming gedurende de paddentrek kan gevorderd worden. Wel kan via een gemeenteraadsbeslissing een "tijdelijke aanvullende verkeersverordening" worden uitgevaardigd, die voorziet in de afsluiting van een weg gedurende de trekperiode.

De grondbeginselen voor een specifieke wettelijke regeling worden teruggevonden bij *Kenneweg* (1992) en zijn inmiddels in Duitsland en Groot-Brittannië in de verkeersreglementering opgenomen (Geiger & Fischer, 1989; Podloucky, 1989).

11.4. Voorstellen voor bijkomend beleidsgericht onderzoek

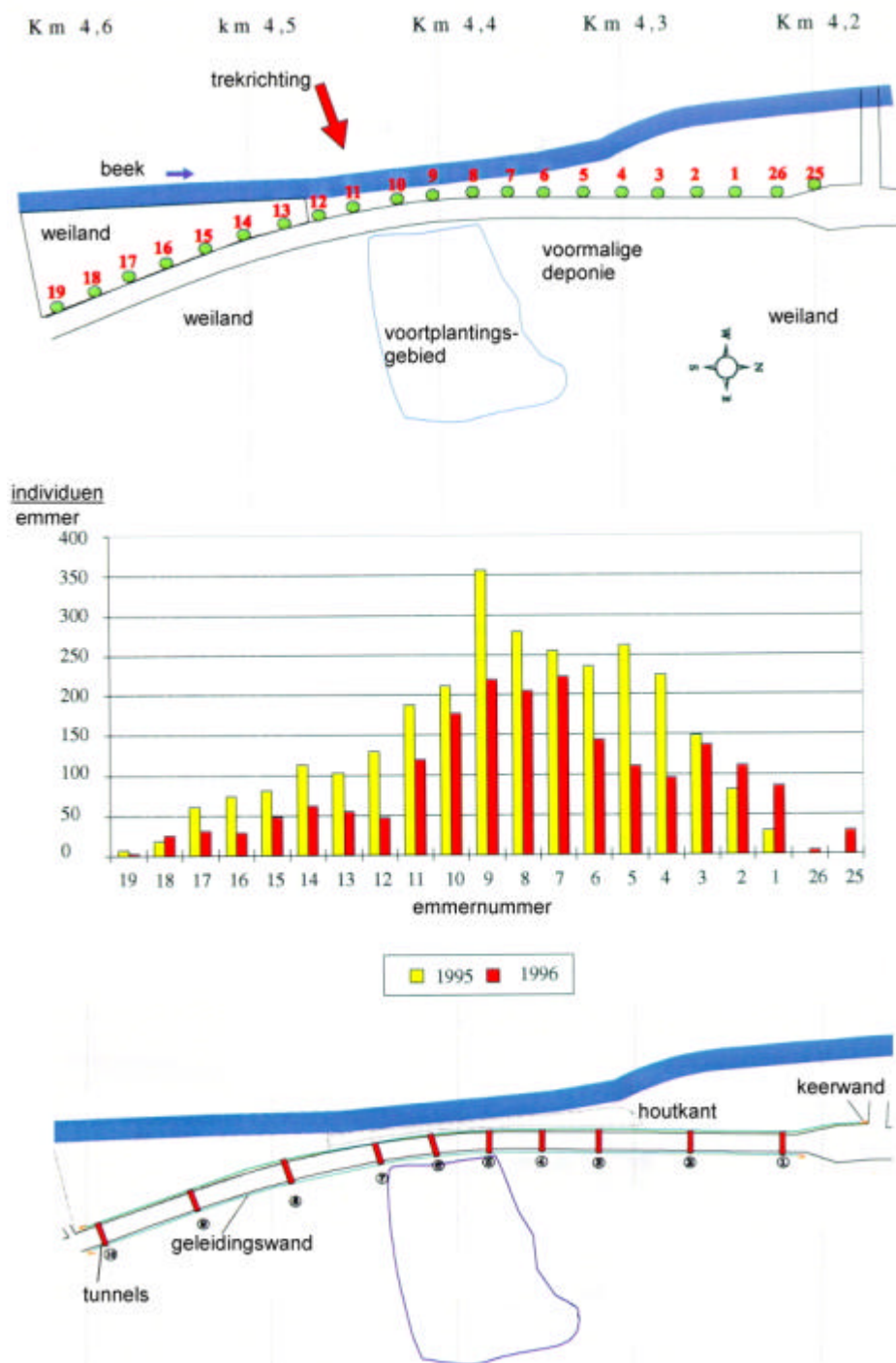
11.4.1. Inventarisatie en beschrijving van knelpunten

Met dit TWOL-onderzoek is een aanzet gegeven voor het in kaart brengen van tot nog toe onbekende knelpunten. De inventarisatie gebeurde aan de hand van de amfibieënoverzetplaatsen die door *Hyla* zijn gemeld. D.w.z. dat alle plaatsen waar ooit overzetacties hebben plaatsgevonden in kaart zijn gebracht. Daarnaast is in de belangrijkste natuurtijdschriften een oproep tot het melden van knelpunten gebeurd. Deze bevraging heeft echter weinig nieuwe gegevens opgeleverd. Niettemin zijn in het geheel meer dan 260 knelpunten opgetekend (hoofdstuk 7).

Thans is het noodzakelijk om elk van de gekende knelpunten nauwkeurig te beschrijven en de aanrijdingsgegevens van diegene die niet meer worden opgevolgd, te actualiseren. De beschrijving

bevat minimaal de onder paragraaf 8.4.1. opgesomde gegevens. Deze betreffen zowel de soortsaamenstelling en -aantallen alsook het lokale trekgedrag en habitatgebruik.

Figuur 11.1.: Schets van een tijdelijke oversteekvoorziening met vangemmers en een grafische voorstelling van de vangstgegevens (Kyeck, 1996). Uit het voorbeeld blijkt dat de meeste dieren de weg trachten over te steken ter hoogte van de voortplantingsvijver en dat het merendeel van de dieren vanuit noordwestelijke richting naar de vijver migreert (figuur boven). Dat maakt dat er kan worden gepleit voor een verdichting van het aantal tunnels op de strook tussen de raappunten 11 en 4 (figuur onder). In dit voorbeeld zijn 10 tunnels aangelegd waarvan de onderlinge afstand, naargelang de trekrichting, tussen 30 en 50 m varieert.



11.4.2. Verzameling en verwerking van raapgegevens

Bij de verwerking van de gegevens van overzetacties valt in veel gevallen de weinig systematische gegevensverzameling en -verwerking op. Dat is enigszins begrijpelijk omdat het doel van de raapactie het veilig over de weg brengen van amfibieën is en niet het vergaren van wetenschappelijke informatie. Niettemin zou een meer systematische verzameling en verwerking van de overzetgegevens een belangrijke bijdrage kunnen leveren bij de bouw van permanente oversteekvoorzieningen, vooral wat de keuze van de inplantingsplaatsen betreft. Tijdens de trekperiode blijkt immers dat over bepaalde wegstroken grotere aantallen dieren de weg oversteken.

Bij de aanleg van oversteekvoorzieningen is het nuttig dat de belangrijkste aanrijdingspunten en barrières vooraf degelijk en gedetailleerd in kaart worden gebracht zodanig dat tunnels en geleidingswanden optimaal kunnen worden ingeplant. Het is van groot belang de zones af te bakenen waar de meeste amfibieën de weg oversteken, zodanig dat de tunnels rechtstreeks op de belangrijkste trekroute(s) kunnen aansluiten en in de belangrijkste trekzone(s) kunnen worden geconcentreerd (figuur 11.1.). Door de vangemmers op regelmatig afstand - bv. om de 50 m doch minimaal om de 100 m - vanaf een vast punt in te graven kunnen de vangresultaten aan wegstroken worden gerelateerd en kunnen de belangrijkste trekzones precies worden bepaald.

Ook is het belangrijk om naast aantallen en soorten levende (= overgezette) dieren nota te nemen van verkeersslachtoffers, zodanig dat mogelijke verschuivingen in de trekzone of zwakke punten in de voorziening vroegtijdig worden onderkend.

De organisatie van een meer systematische gegevensverzameling kan het best via het bestaande medewerkersnetwerk van *Hyla* verlopen, de werkgroep die momenteel de overzetacties in Vlaanderen coördineert.

11.4.3. Wetenschappelijke opvolging van bestaande en nieuw aan te leggen voorzieningen

Alvorens een permanente oversteekvoorziening wordt aangelegd, moeten de nodige gegevens worden verzameld om de meest optimale inplantingsplaats en het meest doeltreffende systeem te bepalen (hoofdstuk 8). Deze gegevens vormen de basis voor de verdere opvolging van het systeem teneinde de functionaliteit en doeltreffendheid ervan te bepalen en zonedig aanpassingen door te voeren. De opvolging van een amfibieënvoorziening is een arbeidsintensieve bezigheid en zal allicht met de hulp van vrijwilligers moeten gebeuren.

11.5. Sensibilisatie en voorlichting

11.5.1. Voorlichting bij knelpunten en bestaande voorzieningen

Bepaalde maatregelen voor amfibieën, die de verkeersdoorstroming verhinderen of bemoeilijken, stoten vaak op onbegrip van de weggebruikers en omwonenden. Dat komt veelal omdat die mensen de context missen waarin de maatregel wordt getroffen. Duiding van de reden tot het nemen van een maatregel neemt voor een deel het ongenoegen weg en maakt de noodzaak duidelijk (foto 11.2.). Dergelijke voorlichting moet evenwel aan de maatregel voorafgaan en moet ook hard kunnen worden gemaakt. Zonodig moet aan de weggebruiker en de mensen in de buurt een alternatief worden geboden.

Foto 11.2.A & B.: Door de weggebruikers te wijzen op het belang van de acties vergroot de aanvaardingskans en wordt het onbegrip voor beperkende maatregelen weggenomen. Er bestaan uiteenlopende mogelijkheden om te informeren. In Beerse wordt een eenvoudig overzicht van de resultaten van de huidige en voormalige overzetacties gegeven (A - links), terwijl in Genk voorbijgangers op wervende wijze over de constructie en het doel ervan worden ingelicht (B - rechts).



De aanleg van een voorziening moet ook in een algemeen kader worden geplaatst. D.w.z. dat met andere verkeersfuncties rekening moet worden gehouden en dat vooraf, of beter nog gelijktijdig, andere verkeersproblemen moeten worden opgelost. De aanleg van een amfibieëntunnel in een verkeersdrempel bijvoorbeeld zal op onbegrip van de plaatselijke bevolking stuiten wanneer een verkeersdrempel ter hoogte van een school geweigerd wordt. De aanleg van een geleidingswand en tunnels voor amfibieën aan de *Kasteellaan* in Lozer kreeg heel wat tegenwind van de bevolking omdat de aanleg van een veilig fietspad langsheen de weg werd uitgesteld. Het probleem zou zich wellicht minder hebben gesteld wanneer beide dossiers tegelijk waren uitgevoerd.

11.5.2. Algemene sensibilisatie en voorlichting van betrokkenen

Niet alle bestuurlijke instanties zien het belang van ontsnippering voor dieren in. Vaak worden initiatieven van vrijwilligers om amfibieën over te zetten tegengewerkt of op onverschilligheid onthaald. Wanneer dan toch initiatieven worden genomen om amfibieën veilig over de weg te geleiden dan gebeurt dat doorgaans onplanmatig en zonder deskundige ondersteuning. Dergelijke vaststelling bevestigt de behoefte aan inzicht in de problematiek en de noodzaak aan degelijk onderbouwde informatie. Het is de doelstelling van deze studie de krijtlijnen aan te geven waarbinnen op efficiënte wijze een oplossing aan de problematiek kan worden gegeven. De behoefte blijft evenwel om de veelheid aan informatie die in deze studie is verwerkt op een meer beknopte en toegankelijker wijze voor te stellen, teneinde de krachtlijnen naar de voorgrond te brengen. Dat kan bijvoorbeeld middels een goed gestructureerde informatiebrochure en de organisatie van voorlichtingsmomenten (o.a. studiedagen, ambtelijke vergaderingen, cursussen) voor de betrokken doelgroepen - in het bijzonder wegbeheerders en amfibieënbeschermers (o.a. overzetters van amfibieën).

11.5.3. Motiveren van wegbeheerders

Aan de hand van de beoordeling van de gekende knelpunten kunnen prioriteiten worden vastgelegd. Om tot een duurzame oplossing te komen moeten die prioriteiten onder de aandacht van de bevoegde instanties worden gebracht en planmatig, financieel of logistiek worden ondersteund en gemotiveerd.

Een actieprogramma omvat op zijn minst de volgende stappen:

1. Een deskundige en systematische beoordeling van alle knelpunten (hoofdstuk 8).
2. Een prioritaire rangschikking volgens dewelke een oplossingen aan de knelpunten moet worden gegeven (hoofdstuk 8.5.).
3. Het signaleren van het knelpunt aan de betrokken wegbeheerder(s).
4. Een omstandige omschrijving van het knelpunt en onderbouwde argumentatie van de oplossing (hoofdstuk 12).
5. Een planmatige voorbereiding van oplossingsvoorstellen.
6. Voorstellen tot ondersteuning van maatregelen.
7. Een deskundige begeleiding van de realisatie.
8. Een wetenschappelijke opvolging van de getroffen maatregel(en).

Een duurzame functionaliteit van oversteekvoorzieningen kan enkel door de wegbeheerder worden gegarandeerd. Het is bekend dat vele voorzieningen falen door een gebrek aan opvolging en onderhoud. Vandaar de noodzaak een verantwoordelijke voor de voorziening aan te duiden en op regelmatige tijdstippen het functioneren van de voorziening te evalueren.

12. Ontsnipperingsscenario's

12.1. Doelstelling

Voor acht concrete gevallen zijn ontsnipperingsscenario's uitgewerkt om de efficiënte van de beoordelingsmethode en de volledigheid van de gegevens van de handleiding te beoordelen. D.w.z. dat werd nagegaan of op de handleiding kan worden teruggevallen om een oplossing te vinden voor alle praktijkproblemen - ook deze in uitzonderlijke situaties. Door een toetsing van de voorstellen aan uiteenlopende praktijkgevallen werden de leemten duidelijk en was het mogelijk de handleiding op verschillende punten bij te schaven en ontbrekende informatie aan de bestaande gegevens toe te voegen. De ontsnipperingsscenario's dienen tevens als voorbeeld voor de wijze waarop de uitkomsten van een knelpuntanalyse kunnen worden gepresenteerd in functie van de opmaak van een projectvoorstel voor de concrete uitvoering van de oplossing(en).

De ontsnipperingsvoorstellen omhelzen een technische invulling van alle mogelijke maatregelen overeenkomstig de plaatselijke omstandigheden en uitvoeringsmogelijkheden. De voorstellen dienen vlot in een bestek te kunnen worden omgezet, al behoort het opstellen van bestekken niet tot de opdracht.

De technische uitwerking van elk ontsnipperingsvoorstel omvat:

- de verantwoording van de keuze als proefproject;
- een situering van het knelpunt;
- een situatiebeschrijving en -schets;
- een analyse van de problematiek met een bespreking van de verschillende knelpunten;
- referenties naar ontbrekende informatie;
- de soortensamenstelling en de onderlinge verhouding van soorten;
- de evolutie van het aantal overstekende amfibieën;
- een overzicht van eerder beproefde oplossingen;
- een opsomming van de belangrijkste aandachtspunten;
- een gedetailleerde beschrijving van mogelijke oplossingen en een situering op plan;
- een keuze van de meest geschikte oplossingen;
- de mogelijkheden om de voorgestelde oplossingen te realiseren;
- de betrokken partijen (mogelijke initiatiefnemers).

12.2. Keuzeverantwoording

De keuze van de geselecteerde knelpunten is niet tot stand gekomen op basis van de objectieve criteria die in het beoordelingssysteem worden voorgesteld (hoofdstuk 8). Het was immers de bedoeling de theorie aan de praktijk te toetsen zodat moest worden gezocht naar een zo groot mogelijke verscheidenheid aan uitgangssituaties of m.a.w. een zo breed mogelijke waaier van probleemsituaties en uiteenlopende invalshoeken. Dat maakt dat elk geval een eigen benaderingswijze vereist waardoor een veelheid aan oplossingen aan bod komt. De belangrijkste criteria waren:

1. de aanwezigheid van verschillende soortgroepen (padden, salamanders, kikkers) of bijzondere soorten;

2. de aanwezigheid van uitzonderlijke populatieaantallen;
3. de spreiding van het leefgebied (geconcentreerde versus verspreide aanwezigheid) en het knelpunt;
4. de aard van het voortplantingshabitat (vijvers versus poelen of grachten);
5. de complexiteit van de situatie (zeer complex tot eenvoudig);
6. de ligging binnen de open ruimte (verstedelijkt milieu versus landelijk gebied);
7. de aard van het knelpunt (diverse soorten wegen, inclusief spoorwegen) met bijzondere aandacht voor uitzonderlijke situaties zoals:
 - de aanwezigheid van bestaande wegonderdoorgangen,
 - bijzondere wegconstructies (bv. holle weg, spoorweg, verschillende wegen naast elkaar)
8. de beschikbaarheid van ruimte voor de uitvoering van maatregelen en beperkende omstandigheden (bv. grenzend aan tuinen, in lintbebouwing);
9. het beschermingsstatuut van het aangrenzend gebied (beschermd landschap, natuureservaat, geen statuut);
10. de aanwezigheid van specifieke bedreigingen afgezien van de verkeersmortaliteit.

Een eerste selectie vond plaats op basis van de criteria 1 en 2, waarna een meer diepgaande selectie werd gemaakt op basis van de andere punten. Dat resulteerde in een keuze van de volgende amfibieënoversteekplaatsen:

<i>Naam</i>	<i>Hoofdstraat</i>	<i>Gemeente</i>	<i>Provincie</i>
1. <i>Akkerschoot</i>	Toekomstlaan	Beerse	Antwerpen
2. <i>Ballewijers - Welleke</i>	Molenschansweg Ballewijerweg	Zonhoven	Limburg
3. <i>Boshoek</i>	Boshoek/Vinkenstraat	Boechout	Antwerpen
4. <i>Broekbosvijvers</i>	Zandstraat	Diepenbeek	Limburg
5. <i>Station Oud-Heverlee</i>	Bogaardenstraat	Oud-Heverlee	Vlaams-Brabant
6. <i>Ponderosa</i>	Lange dreef/Gemene straat	Heuvelland-Westouter	West-Vlaanderen
7. <i>Snepkensvijver</i>	Lichtaartseweg	Herentals	Antwerpen
8. <i>Sulferberg</i>	Sulferbergstraat	Heuvelland-Westouter	West-Vlaanderen

De specifieke verantwoording van de keuze voor elk van voornoemde locaties is terug te vinden op de desbetreffende fiche.

12.3. Mogelijke ontsnipperingsscenario's

De fiches van de 8 ontsnipperingsscenario's die op basis van het hiervoor beschreven stramien zijn uitgewerkt, zijn in een afzonderlijk rapportdeel opgenomen.

Literatuur

Anoniem (2001) : *Voorontwerp samenwerkingsovereenkomst Vlaamse overheid – gemeenten/provincies. Milieu als opstap naar duurzame ontwikkeling. Memorie van toelichting. Voorontwerp.* pp.159.

Bauwens, D. & Claus, K. (1996) : *Verspreiding van amfibieën en reptielen in Vlaanderen.* De Wielewaal/Turnhout.

Bender, B. (2000): *Gitterroste bieten Sicherheit auf Amphibien-Wanderwegen.* LÖBF-Mitteilungen 2000 (4). p. 47-51.

Berthoud, G. (1973): *Recherches sur la biologie des batraciens et application a leur protection le long des routes.* Institut de zoologie, Université de Neuchâtel. pp. 118.

Berthoud, G. & Müller, S. (1983): *Installation de protection pour les batraciens: efficacité et effets secondaires. Rapport final.* Département fédérale de l'intérieur. Commission des recherches en matière de construction des routes. Duitse vertaling in **Berthoud, G. & Müller, S.** (1987).

Berthoud, G. & Müller, S. (1986): *Protection des batraciens le long des routes. Rapport final. Les batraciens et le trafic routier.* Département fédérale des transports, des communications et de l'énergie. Commission des recherches en matière de construction des routes. pp. 42 + bijlagen.

Berthoud, G. & Müller, S. (1987): *Amphibien-Schutzanlagen: Wirksamkeit und Nebeneffekte. Abschlussbericht über die Untersuchungen an der Anlage am Etang de Sépey (Kanton Waadt, Schweiz).* In: **Hölzinger, J. & Schmid, G.** (1987). p. 197-222. Vertaald uit het Frans in **Berthoud, G. & Müller, S.** (1983).

Bitz, A. & Thiele, R. (1992): *Bedeutung und Folgewirkung der Oberflächenentwässerung für den Artenschutz, dargestellt am Beispiel rheinhessischer Amphibienpopulationen.* Fauna Flora Rheinland-Pfalz Beihefte 6. p. 89-104.

Blab, J. (1978): *Untersuchungen zur Ökologie, Raum-Zeit-Einbindung und Funktion von Amphibien-Populationen.* Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 18. Kilda Verlag, Bonn. pp. 141.

Blab, J. (1982): *Zur Wanderdynamik der Frösche des Kottenforstes bei Bonn. Bilanzen der jahreszeitlichen Einbindung.* Salamandra 18. p. 9-28.

Blab, J. (1986): *Biologie, Ökologie und Schutz von Amphibien.* Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 18 (derde oplage). Kilda Verlag, Bonn. pp. 150.

Blab, J. & Vogel, H. (1989): *Amphibien und Reptilien. Kenzeichen, Biologie, Gefährdung.* BLV-Intensivführer, Spektrum der Natur. pp. 143.

Blab, J., Brüggemann, P. & Sauer, H. (1991): *Tierwelt in der Zivilisationslandschaft. Teil II: Raumeinbindung und Biotopnutzung bei Reptilien und Amphibien im Drachenfesler Ländchen.* Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 34. p. 1-94.

- Blana, H.; Böcking, H.-W.; Büscher, D.; Gorki, H. F.; Hallmann, G.; Kretzschmar, E.; Münch, D.** (1984): *Bioökologischer Grundlagen- und Bewertungskatalog für die Stadt Dortmund. Teil 3.* pp. 328.
- Blanke, R. & Metzger, M.** (1987): *Die Beziehungen zwischen Wanderverhalten und Amphibienschutz bei einer Population der Erdkröte (Bufo bufo) in der Umgebung des NSG "Weingartener Moor", Landkreis Karlsruhe.* In: **Hölzinger, J. & Schmid, G.** (1987). p. 223-234.
- Bolz, U.** (1995): *Keine Chance für Standardlösungen. Amphibienschutz in einem Naherholungsgebiet - Erfahrungsbericht über das Erdkrötenprojekt Neuss-Morgensternsheide.* LÖBF-Mitteilungen 95 (1). p. 23-27.
- Brandjes, G.J., Veenbaas, G., Tulp, I. & Poot, M.J.M.** (2001): *Het gebruik van faunapassages langs watergangen onder rijkswegen. Resultaten van een experimenteel onderzoek.* Rapport nr. W-DWW-2001-026. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde. pp. 80.
- Brehm, K.** (1989): *The acceptance of 0.2-metre tunnels by amphibians during their migration to the breeding site.* In: **Langton, T.E.S.** (1989a). p. 29-42.
- Breuer, P.** (1989): *Das Verhalten wandernder Amphibien an der Amphibienschutzanlage Wiesbaden-Auringen. Gutachten im Auftrage des Amtes für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz der Stadt Wiesbaden.*
- Buchanan, B.W.** (1993): *Effects of enhanced lighting on the behaviour of nocturnal frogs.* Animal Behaviour 43. p. 393-899.
- Buck, T.** (1988): *Untersuchungen zur Biologie der Erdkröte Bufo bufo L., unter besondere berücksichtigung der Erscheinungsformen und Mechanismen des Phänomens der Orientierung.* Dissertation Universität Hamburg. pp. 179.
- Bugter, R.J.F. & Vos, C.C.** (1996): *Amfibieën en verkeerswegen: een modelstudie naar het effect van verminderen of compenseren van barrièrewerking.* Project Versnippering deel 33. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde. pp. 62.
- Buschinger, A., Gruber, U.F., Mitze, U. & Verbeek, B.** (1970): *Vorläufige Untersuchungen über Aktivität und Wanderverhalten junger Erdkröten (Bufo bufo).* Salamandra 6 (3/4). p. 115-119.
- Defloor, W., Van Gulck, T., Peymen, J., Van Straaten, D.** (2001): *Opstellen prioriteitenatlas voor ontsnipperingsmaatregelen op het transport infrastructuurnetwerk.* Rapport IN.R.2001.3. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- Dehlinger, J.** (1991): *Amphibienschutz: Leitfaden für Schutzmassnahmen an Strassen.* Schriftenreihe der Strassenbauverwaltung Baden-Württemberg, Heft 4. Verkehrsministerium Baden-Württemberg, Stuttgart. pp. 59.
- de Vries, J.G.** (1994): *Faunavoorzieningen bij wegen in Baden-Württemberg. Verslag van een vakreis van de projectgroep Versnippering, mei 1994.* Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde. Rapport nr. W-DWW-94-726. pp. 41.
- Dexel, R. & Kneitz, G.** (1987): *Zur Funktion von Amphibienschutzanlagen im Strassenbereich. Untersuchungen zum Schutz wandernder Amphibien vor einer Gefährdung durch den Strassenverkehr.* Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik. Heft 516. pp. 91.

- Dierking-Westphal, U.** (1989): *Empfehlungen zum weiteren Verfahren beim Amphibienschutz an Verkehrsstrassen in Schleswig-Holstein*. Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein, Kiel. pp. 48.
- Fahrig, L., Pedlar, J.H., Pope, S.E., Taylor, P.D. & Wegner, J.F.** (1995): *Effect of road traffic on amphibian density*. Biological Conservation 73. p. 177-182.
- Feldmann, R.** (uitgever) (1981): *Die Amphibien und Reptilien Westfalens*. Abh. Landesmuseum Naturkd. Münster 43 (4). pp. 161.
- Feldmann, R. & Geiger, A.** (1987): *Amphibienschutz an Strassen in Nordrhein-Westfalen*. LÖLF-Mitteilungen 1987 (4). p. 8-19.
- Finck, T.** (1995): *Telemetrische Untersuchung an Erdkröten (Bufo bufo) bei Wiesbaden-Auringen*. Ongepubliceerde studie (samenvatting). Johannes Gutenberg Universiteit, Mainz.
- Fischer, H.** (1972): *Massnahmen gegen den Massentod von Lurchen*. Schweizer Naturschutz 38. p. 100-101.
- Forester, D.C. & Thompson, K.J.** (1998): *Gauntlet behaviour as a male sexual tactic in the American toad (Amphibia: Bufonidae)*. Behaviour 135. p. 99-119.
- Frey, E. & Niederstrasser, J.** (2000): *Baumaterialien für den Amphibienschutz an Strassen*. Naturschutz-Praxis, Artenschutz 3. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe – Fachdienst Naturschutz. pp. 158.
- Fuhrmann, M.** (1995): *Akzeptanz und Effektivität der Amphibienschutzanlage in Wiesbaden - Auringen für die Erdkröte (Bufo bufo L.)*. Dissertatie/Mainz.
- Geiger, A. & Fischer, K.** (1998): *Amphibienschutz an Strassen*. LÖBF-Mitteilungen 98 (1). p. 12-17.
- Griffith, R. A. & Williams, C.** (2000): *Modelling population dynamics of great crested newts (Triturus cristatus): A population Viability Analysis*. Herpetological Journal 10 (4). p. 157-163.
- Grossenbacher, K.** (1981): *Amphibien und Verkehr*. Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz. Publikation nr. 1, Bern. pp. 22.
- Günther, R.** (uitgever) (1996): *Die Amphibien und Reptilien Deutschlands*. Gustav Fischer Verlag / Jena. pp. 825.
- Hallmann, G.** (1984): *Lage, vernetzung und Gefährdung der Amphibien- und Reptilienvorkommen*. In **Blana, H.** (1984). p. 110-111.
- Haslinger, H.** (1989): *Migration of toads during the spawning season at Stallauer Weiher lake, Bad Tölz, bavaria*. In **Langton, T.E.S.** (1989a). p. 181-182.
- Heine, G.** (1987): *Einfache Mess- und Rechenmethode zur Ermittlung der Überlebenschance wandernder Amphibien beim überqueren von Strassen*. In: **Hölzinger, J. & Schmid, G.** (1987). p. 473-479.
- Hellemans, B.** (1998): *Paddenoverzetacties in de provincie Antwerpen: een overzicht van 10 jaar vrijwilligerswerk*. ANKONA Jaarboek 1998. p. 31-40.
- Heusser, H.** (1960): *Über die Beziehung der Erdkröte (Bufo bufo L.) zu ihrem Laichplatz II*. Behaviour 16. p. 93-109.

- Heusser, H.** (1967a): *Gefährlicher als alle natürlichen Feinde zusammen: Der Strassentod*. Natur und Landschaft 42. p. 129-130.
- Heusser, H.** (1967b): *Amphibienstrassen*. In: **Hediger, H.** (1967). p. 162-168.
- Heusser, H.** (1968): *Die Lebensweise der Erdkröte Bufo bufo L.. Wanderungen und Sommerquartiere*. Rev. Suisse Zool. 75. p. 927-982.
- Heusser, H.** (1969): *Die Lebensweise der Erdkröte Bufo bufo L.; das Orientierungsproblem*. Rev. Suisse Zool. 76. p. 443-518.
- Heusser, H. & Honegger, R.** (1963): *Verhaltensforschung und Tierschutz am Beispiel der Erdkrötenpopulationen auf dem mittleren Zimmerberg*. Jahrbuch des Vereins zum Schutz des Landschaftsbildes am Zürichsee. 1962/63. p. 88-99.
- Honegger, R.E.** (1978): *Threatened amphibians and reptiles in Europe*. Council of Europe. Nature and Environment Series 15.
- Hölzinger, J. & Schmid, G.** (1987): *Die Amphibien und Reptilien Baden-Württembergs*. Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 41. pp. 500.
- Jungfer, W.** (1943): *Beiträge zur Biologie der Erdkröte (Bufo bufo L.) mit besonderer Berücksichtigung der Wanderung zu den Laichgewässern*. Z. Morph. Ökol. Tiere 40. p. 117-157.
- Kaleck, G.** (1989): *Amphibien- und Kfz-Aktivität auf der Aplerbecker Waldstrasse während des nächtlichen Durchfahrtsverbotes Juni-Oktober 1988*. Beiträge zur Erforschung der Dortmunder Herpetofauna 10. p. 15-23.
- Kaplan, H.** (1983): *Kläranlagen als Todesfallen*. Nationalpark 41 (4). p. 44-46.
- Kaplan, H.** (1990): *Amphibienschutz in der "Todesfalle Kläranlage"*. Biologie in unsere Zeit 20. p. 263-266.
- Karthaus, G.** (1985): *Schutzmassnahmen für wandernde Amphibien vor einer Gefährdung durch den Strassenverkehr – Beobachtungen und Erfahrungen*. Natur und Landschaft 60 (6). p. 242-247.
- Kenneweg, W.** (1992): *Rechtliche Grundlagen zur Strassensperrung für den Amphibienschutz*. In: **Münch, D.** (1992). p. 41-46.
- Keresztes, J. & Zürcher, H.** (1978): *Schutzmassnahmen für Lurche beim Strassenbau*. Strasse und Verkehr 3.
- Kognitzki, S. & Jensen, J.-P.** (1993): *Projekt Rosi-Sandgrube. Teil II: Die ACO-Tunnel und ihre Annahme durch die Amphibien*. Froschbiss 1 (2). p. 6-11.
- Kuhn, J.** (1987): *Strassentod der Erdkröte (Bufo bufo L.): Verlustquoten und Verkehrsaufkommen, Verhalten auf der Strasse*. In: **Hölzinger, J. & Schmid, G.** (1987). p. 175-186.
- Kuhn, J.** (1994): *Lebensgeschichte und Demographie von Erdkrötenweibchen Bufo bufo bufo (L.)*. Zeitschrift für Feldherpetologie 1. p. 3-87.
- Küster, F.** (1987): *Merkblatt zum Amphibienschutz an Strassen*. Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Strassenbau. pp. 15.

- Küster, F.** (2000): *Merkblatt zum Amphibienschutz an Strassen. (MamS)*. Bundesministerium für Verkehr Bau- und Wohnungswesen, Abteilung Strassenbau. pp. 28.
- Kyek, M.** (1995): *Amphibienschutz an Strassen in Österreich - Empfehlungen für den Strassenbau*. LÖBF-Mitteilungen 95 (1). p. 34-40.
- Kyek, M.** (1996): *Ökologische Konzeption, Kleintierschutzanlage L 214 Kleinarler Landesstrasse zwischen Km 4,2 und 4,6*. Projectverslag Gemeinde Wagrain. pp. 20.
- Kyek, M.** (1999): *Amphibienschutz an Strassen. Empfehlungen für den Strassenbau*. Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Sektion Bundesstrassen. pp. 34.
- Langton, T.** (ongedateerd): *Measures to protect amphibians and reptiles from road traffic: amphibian tunnels in England*.
- Langton, T.** (1987): *Henley Toad Tunnel Report*. Fauna & Flora Preservation Society. pp. 4.
- Langton, T.E.S.** (1989a): *Amphibians and roads. Proceedings of the Toad Tunnel Conference, Rendsburg, Federal Republic of Germany, 7-8 January 1989*. Aco Polymer Products Ltd, Shefford, England. pp. 202.
- Langton, T.E.S.** (1989b): *Tunnels and temperature: results from a study of a drift fence and tunnel system for amphibians at Henley-on-Thames, Buckinghamshire, England*. In: **Langton, T.E.S.** (1989a). p. 145-152.
- Langton, T.E.S.** (1989c): *Reasons for preventing amphibian mortality on roads*. In: **Langton, T.E.S.** (1989a). p. 75-80.
- Leedy, D.L. & Adams, L.W.** (1982): *Wildlife considerations in planning and managing highway corridors*. Federal Highway Administration, Offices of Research & Development, Washington D.C.. Report N° FHWA-TS-82-212.
- Lichtenthäler, U. & Reutter, O.** (1987): *Strassenabbau und Renaturierung*. HdK Materialien 4, Berlijn.
- Loos, W.** (1986): geciteerd in **Münch, D.** (1989) - p. 97 en in **Münch, D.** (1991b). p. 58.
- Lustrat, P.** (1998): *Etude du franchissement d'une route départementale par une population de Crapaud commun (Bufo bufo, Linné 1758)*. Le Bièvre 15. p. 29-37.
- Mader, H.J.** (1979): *Die Isolationswirkung von Verkehrsstrassen auf Tierpopulationen, untersucht am Beispiel von Arthropoden und Kleinsäugetern der Waldbiozönose*. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 19. pp. 131.
- Mader, H.J., Schell, C. & Kornacker, P.** (1988): *Feldwege - Lebensraum und Barriere*. Natur und Landschaft 63 (6). p. 251-253.
- Meier, C. & Schelbert, B.** (1999): *Amphibienschutzkonzept Kanton Aargau*. Aarg. Naturf. Ges. Mitt. 35. p. 41-69.
- Meinig, H.** (1989): *Experience and problems with a toad tunnel system in the Mittelgebirge region of West Germany*. In: **Langton, T.E.S.** (1989a). p. 59-66.
- Meinig, H. & Weber, G.** (1987): *Amphibienschutz. Kostengünstige Anlage für Nebenstrecken*. LÖLF-Mitteilungen 1987 (4). p. 59-61.

- Meyer, H. & Wild, M.** (1994): *Kontrollprogramm NLS. Überwachung von Amphibienzugstellen im Kanton Aargau*. Baudepartement Aargau, Abteilung Landschaft und Gewässer, Aarau. pp. 68.
- Moore, H.J.** (1954): *Some observations on the migration of the toad (Bufo bufo bufo)*. British Journal of Herpetology 1. p. 194-224.
- Müller, H. & Steinwarz, D.** (1987): *Landschaftsökologische Aspekte der Jungkrötenwanderung. Untersuchungen an einer Erdkröten-Population (Bufo bufo L.) im Siebengebirge*. Natur und Landschaft 62 (11). p. 173-476.
- Müller, S. & Berthoud, G.** (1996): *Fauna / Traffic safety. Manual for civil engineers*. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.
- Müller, S., Perret-Gentil, C. & Sermet, E.** (1973): *Protection des batraciens le long des routes*. Rapport intermédiaire 1. Comm. Rech. en matière de construction de route. pp. 30.
- Münch, D.** (1989): *Jahresaktivität, Gefährdung und Schutz von Amphibien und Säugetieren an einer Waldstrasse*. Arbeitsgemeinschaft Amphibien- und Reptilienschutz in Dortmund (AGARD). Beiträge zur Erforschung der Dortmunder Herpetofauna 11. pp. 144.
- Münch, D.** (1990a): *Strassensperrungskonzept für den Natur- und Amphibienschutz in einer Grossstadt*. LÖLF-Mitteilungen 1990 (2). p. 30-34.
- Münch, D.** (1990b): *Ausbreitung von Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen und Schwermetallen aus Strassenasphalt in den Boden*. Thesis Institut für Umweltschutz/Universität Dortmund.
- Münch, D.** (1991a): *10 Jahre Schutzmassnahmen gegen den Strassentod wandernder Amphibien am NSG Hallerey in Dortmund - eine Bilanz von 1981-1990*. Natur und Landschaft 66 (7/8). p. 384-391.
- Münch, D.** (1991b): *Amphibienschutz an den Strassen des Naturschutzgebietes Hallerey*. Beiträge zur Erforschung der Dortmunder Herpetofauna 15. pp. 80.
- Münch, D.** (1992): *Strassensperrungen. Neue Wege in Amphibienschutz. Tagungsbericht zum gleichnamigen Seminar des Naturschutzzentrums NRW*. Arbeitsgemeinschaft Amphibien- und Reptilienschutz in Dortmund (AGARD). Beiträge zur Erforschung der Dortmunder Herpetofauna 18. pp. 224.
- Münch, D.** (1994): *Jahresaktivität und Gefährdung von Feuersalamander, Salamandra salamandra terrestris (Lacépède, 1788) und Bergmolch, Triturus alpestris alpestris (Laurenti, 1768) an einer Waldstrasse in Dortmund, Nordrhein-Westfalen, Bundesrepublik Deutschland*. Abhandlungen und Berichte für Naturkunde 17. p. 203-218.
- Münch, D.** (1996): *Mangelndes Pflegemanagement gefährdet Erfolgsbilanz einer Amphibientunnelanlage - Ergebnisse einer fünfjährigen Effektivitätskontrolle*. Elaphe 4 (4). p. 57-60.
- Münch, D., Hallmann, G. & Heitland, H.** (1995): *Zur Effektivität einer kombinierten Amphibienschutzanlage*. LÖBF-Mitteilungen 95 (1). p. 27-33.
- Münch, D., Hallmann, G. & Scharmach, M.** (1996): *Ersatzwinterquartiere - ein neuer Weg im Amphibienschutz an Strassen*. Elaphe 4 (2). p. 57-61.
- Nöllert, A. & Nöllert, C.** (1992): *Die Amphibien Europas. Bestimmung, Gefährdung, Schutz*. Kosmos Naturführer, Franck-Kosmos. pp. 382.

- Oord, J.G.** (1995): *Handreiking maatregelen voor de fauna langs weg en water*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde en Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Dienst Landinrichting en Beheer Landbouwgronden. pp. 278.
- Percy, C.** (1994): *Les batraciens sur nos routes*. Note technique nr. 1. Ministère de la Région Wallone, Division de la Nature et des Forêts, Service de la Conservation de la Nature et des Espaces verts. pp. 71.
- Philips, M. & Philips, S.** (1998): *Toads on roads, in car parks and down drains*. Toadlift Report 1998/ Petersburg.
- Podloucky, R.** (1989): *Protection of amphibians on roads - examples and experiences from Lower Saxony*. In: **Langton, T.E.S.** (1989a). p. 15-28.
- Podloucky, R.** (1990): *Amphibienschutz an Strassen - Beispiele und Erfahrungen aus Niedersachsen*. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 10 (1). p. 1-11.
- Polivka, R., Kist, U., Gross, P. & Beinlich, B.** (1991): *Zur Funktionsfähigkeit von ACO-Amphibienschutzanlagen an zwei Kreisstrassen im Landkreis Marburg-Biedenkopf*. Natur und Landschaft 66 (7/8). p. 375-383.
- Puck, S.** (1988): *Beobachtung des Verhaltens der Amphibien während der Laichwanderung an der 1987 bei Dickendörn/Hassmoor installierten Amphibienleitanlage*. Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein.
- Ratzel, M.** (1993): *Strassenentwässerung - Fallenwirkung und Entschärfung unter besonderer Berücksichtigung der Amphibien*. Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe. pp. 168.
- Reading, C.J.** (1989): *Opportunistic predation of common toads *Bufo bufo* at a drift fence in southern England*. In: **Langton, T.E.S.** (1989a). p. 105-112.
- Reh, W.** (1989): *Investigations into the influence of roads on the genetic structure of populations of the common frog *Rana temporaria**. In: **Langton, T.E.S.** (1989a). p. 101-103.
- Reh, W. & Seitz, A.** (1990): *The influence of land use on the genetic structure of populations of the common frog *Rana temporaria**. Biological Conservation 54. p. 239-249.
- Reh, W. & Seitz, A.** (1993): *Populationsstudien beim Grasfrosch. Ein Beitrag der Populationsbiologie zu Landschaftsplanung und Biotopverbund*. Naturschutz und Landschaftsplanung 25 (1). p. 10-17.
- Reiser, C.** (1989): *Amphibienwanderung an der L 438 A Rietheim-Dürbheim*. Onuitgegeven. pp. 6.
- Roer, H.** (1967). *Wanderflüge der Insekten*. In H. Hediger (Ed.), *Die Straßen der Tiere*, pp. 187-206. Braunschweig: Vieweg und Sohn.
- Röhnert, G.** (1980): *Rettung der Lurchbevölkerungen vor dem Strassentod!*. Verband Deutscher Vereine für Aquarien- und Terrarienkunde e.V., Information des Arbeitskreises "Umweltschutz Fauna-Flora" 12.
- Ryser, J.** (1988): *Amphibien und Verkehr. Teil 2. Amphibienrettungsmassnahmen in der Schweiz - gegenwärtiger Stand, erfahrungen und Bedeutung für den Artenschutz*. Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (KARCH), Bern. pp. 24.

- Ryser, J.** (1990): *Amphibien in Kläranlagen*. KARCH/Bern.
- Ryser, J. & Grossenbacher, K.** (1989): *A survey of amphibian preservation at roads in Switzerland*. In: **Langton, T.E.S.** (1989a). p. 7-13.
- Sander, K., Hoffrichter, O. & Klug, E.** (1977): *Die Erdkrötenwanderung am Waldsee in Freiburg i. Br.. Beobachtungen 1974-1977 und Schutzvorschläge*. Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 46. p. 161-181.
- Sanders, D.** (1987): *Opstellen van beheersformules voor reptielen en amfibieën. Deel 2*. Universitaire Instelling Antwerpen/Wilrijk.
- Savage, R.M.** (1935): *The influence of external factors on the spawning date and migration of the common frog, Rana temporaria*. Proceedings of the Zoological Society, London 2. p. 49-98.
- Schlüpmann, M.** (1981): *Grasfrosch - Rana t. temporaria Linnaeus 1758*. In: **Feldmann, R.** (1981). p. 103-112.
- Schlüpmann, M.** (1982): *Bestand, Lebensraum und Lebensweise der Erdkröte (Bufo bufo) im Hohenlimburger Raum (MTB 4611). Beobachtungen bis 1980*. Natur und Heimat 42 (3). p. 65-81.
- Schlüpmann, M. & Günther, R.** (1996): *Grasfrosch - Rana temporaria Linnaeus, 1758*. In: **Günther, R.** (1996). p. 412-454.
- Schlupp, I. & Podloucky, R.** (1994): *Changes in breeding site fidelity: a combined study of conservation and behaviour in the common toad Bufo bufo*. Biological Conservation 69. p. 285-291.
- Scholte, P.** (1982): *Paddenbescherming door snelheidsbeperking*. De Levende Natuur 84 (2). p. 55-59.
- Schops, I.** (1999): *Amfibieën en Reptielen in Limburg*. Limburgse Koepel voor Natuurstudie (LIKONA)/Genk. pp. 202.
- Schwerdtle, C.** (1986): *Freilanduntersuchungen über das Wanderungsverhalten von Amphibien am Gutershofer Weiher (Landkreis Biberach/Riss) und die Wirksamkeit von Amphibien-Schutzeinrichtungen*. Dissertation Fakultät für Biologie der Eberhard-Karls-Universität Tübingen. pp. 191.
- Seifert, D.** (1991): *Untersuchungen an einer ostthüringischen Population des Feuersalamanders (Salamandra salamandra)*. Artenschutzrapport Jena 1. p. 1-16.
- Sermet, E.** (1971): *Protection des amphibiens contre les dangers de la route*. Schweizer Naturschutz 37. p. 208-212.
- Sinsch, U.** (1987): *Orientation behaviour of toads (Bufo bufo) displaced from the breeding site*. Journal of Comparative Physiology (A) 161. p. 715-727.
- Stoermer, W.** (1981): *Amphibienverluste an Verkehrsstrassen*. Erfahrungsbericht im Auftrag des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Schleswig-Holstein. Ongepubliceerd rapport.
- Stolz, F.-M. & Podloucky, R.** (1983): *Krötentunnel als Schutzmassnahme für wandernde Amphibien, dargestellt am Beispiel von Niedersachsen*. Informationsdienst Naturschutz (3) 1. Niedersächsisches Landesverwaltungsamt – Fachbehörde für Naturschutz. pp. 20.

- Strothotte-Moormann, M. & Formen, D.** (1992): Gullys als verheerende Kleintierfallen in einem Aachener Parkgelände. In: **Münch, D.** (1992). p. 177-182.
- Thielcke, G., Hutter, C.-P., Herm, C.-P. & Schreiber, R.L.** (1991): *Rettet die Frösche*. Weitbrecht, Stuttgart.
- Trentini, B. & Trentini, B.** (1980): *Amphibienschutz an Strassen*. Information nr. 9. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.. pp.7.
- van der Sluis, T. & Vos, C.C.** (1996): *Amfibieën en verkeerswegen. Een patroonanalyse in Gelderland en Noord-Brabant*. Project Versnippering deel 28. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde. pp. 41.
- van Gelder, J.J.** (1973): *A quantitative approach to the mortality resulting from traffic in a population of Bufo bufo L.* Oecologica 13. p. 93-95.
- van Gelder, J.J. & Oomen, H.C.J.,** (1970): *Ecological observations on amphibia in the Netherlands. I. Rana arvalis Nilsson: Reproduction, growth, migration and populations fluctuations*. Netherl. Journal Zool. 20. p. 238-252.
- Van Hecke, A.** (1993): *Herpetologisch Rapport Groot en Klein Schietveld Brasschaat 1977-1993. Deel I: Amfibieën*. Eigen uitgave/Artselaar.
- Veith, M., Fuhrmann, M., Döhr, S. & Seitz, A.** (1995): *Akzeptanz und Effektivität einer Amphibienschutzanlage*. LÖBF-Mitteilungen 95 (1). p. 15-22.
- Vos, C.C. & Chardon, J.P.** (1994): *Herpetofauna en verkeerswegen: een literatuurstudie*. Project Versnippering deel 24. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde. pp. 104.
- Vos, C.C. & Chardon, J.P.** (1996): *Effecten van wegen op het voorkomen van de heikikker in Zuidwest-Drenthe*. Project Versnippering deel 26. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde. pp. 42.
- Wijnands, H.E.J.** (1984): *Bescherming van amfibieën tegen het verkeer*. Wetenschappelijke mededeling van de KNNV nr. 162, Hoogwoud. pp. 28.
- Woike, M. & Neumann, K.** (1980): *Artenschutz - Hilfsmassnahmen für Amphibien*. LÖLF-Mitteilungen 1980 (4). p. 110-113.
- Wolf, K.-R.** (1993): *Untersuchungen zur Biologie der Erdkröte Bufo bufo L. unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses von Migrationshindernissen auf das Wanderverhalten und die Entwicklung von vier Erdkrötenpopulationen im Stadtgebiet von Osnabrück*. Mellen University Press, Hemmoor en Lewiston, New York. pp. 421.
- Wolf, K.-R. & Igelmann, E.** (1995): *Neue Wege im Amphibienschutz*. LÖBF-Mitteilungen 95 (1). p. 40-47.
- Worms, E.** (1983): *Amphibienschutzmassnahmen*. Universität Essen. pp. 46.
- Zumbach, S.** (2000): *Amphibiens et traffic en Suisse*. Voorbereidend artikel.
- Zumbach, S., Mrose, H., Schelbert, B., Suter, K., Nill, W. & Seippel, A.** (1996): *Amphibien im Abwassersystem. Empfehlungen für Massnahmen bei Strassenentwässerungen, Regenbecken und Pumpwerken*. Baudepartement des Kantons Aargau/Aarau & KARCH/Bern. pp. 19.