

Veilig naar de overkant

Een kritische kijk op constructie en onderhoud van amfibieëntunnels.



REPTIELEN, AMFIBIEËN EN VISSENONDERZOEK NEDERLAND



Veilig naar de overkant

Een kritische kijk op constructie en onderhoud van amfibieëntunnels

Februari 2004

B. Prudon

&

R.C.M. Creemers

In opdracht van
Provincie Limburg
Provincie Gelderland
Provincie Zuid Holland
Provincie Utrecht
Provincie Drenthe
Provincie Flevoland
Provincie Groningen

Stichting RAVON
Postbus 1413
6501 BK Nijmegen
tel. 024 3653270
kantoor@ravon.nl
www.ravon.nl



Colofon

Rapportnummer: 2004-4

Tekst en samenstelling: B. Prudon & R.C.M. Creemers

In opdracht van: Provincie Limburg, Provincie Gelderland, Provincie Zuid-Holland,
Provincie Utrecht, Provincie Drenthe, Provincie Flevoland,
Provincie Groningen

Foto's: B. Prudon

Inhoud

1	Inleiding	1
2	Migratie van amfibieën	3
2.1	Inleiding	3
2.2	Knelpunten en oplossingen voor de migratieproblematiek.....	3
2.2.1	Knelpunten	3
2.2.2	Oplossingen	4
3	Eisen aan een amfibieëntunnel	7
3.1	Locatiekeuze.....	7
3.2	Tunnels	7
3.2.1	Materiaalkeuze	7
3.2.2	Profieltypen	7
3.2.3	Lengte-diameterverhouding	8
3.2.4	Lichtinval	8
3.3	Geleiding.....	9
3.3.1	Geleiding	9
3.3.2	Barrièrewerking	12
3.4	Onderhoud.....	15
4	Resultaten	17
4.1	Inleiding	17
4.2	Onbeveiligde zijwegen en ontbrekende geleiding	18
4.2.1	Onbeveiligde zijwegen	18
4.2.2	Ontbrekende geleiding	19
4.3	Constructie en technische staat van geleidingswanden.....	20
4.3.1	Plaatsing.....	20
4.3.2	Vorm van de geleiding & terugkeer mogelijkheden	20
4.3.3	Materiaal van de geleiding	21
4.3.4	Keerelementen & stopwanden	22
4.3.5	Hoogte van de geleiding & overstaande randen	23
4.3.6	Looppad & overstaande randen.....	23
4.3.7	Aansluiting tussen geleiding en tunnels	24
4.3.8	Overzicht van de onderzochte geleidingswanden	25
4.4	Constructie en technische staat van tunnelsysteem	26
4.4.1	Plaatsing.....	26
4.4.2	Materiaalkeuze amfibieëntunnel	27
4.4.3	Profiel amfibieëntunnel.....	27
4.4.4	Lengte-diameterverhouding	28
4.4.5	Lichtinval	30
4.4.6	Overig:.....	31
4.4.7	Overzicht van de onderzochte tunnels	32
4.5	Staat van de voorzieningen & onderhoud	33
4.5.1	Inleiding	33
4.5.2	Geleiding	33
4.5.3	Aansluitelementen & tunnelingang.....	34
4.5.4	Looppad	36
4.5.5	Lichtinval	37
5	Controlelijst bij aanleg en onderhoud van de voorzieningen	39

6	Conclusies en Aanbevelingen	43
	Literatuur	46
	Bijlagen	

1 Inleiding

Isolatie en versnippering zijn belangrijke oorzaken voor de achteruitgang van natuurwaarden in Nederland. Als gevolg van versnippering worden leefgebieden steeds kleiner. Wanneer een leefgebied door een absolute barrière doorsneden wordt, treedt er isolatie op.

Ook de leefgebieden van amfibieën worden steeds vaker doorsneden door wegen. Op plaatsen waar het leefgebied van amfibieën doorsneden wordt door wegen, is het van groot belang om de leefgebieden met elkaar te verbinden. Door middel van permanente voorzieningen als amfibieëntunnels kunnen amfibieën, gedurende het hele jaar, veilig tussen de verschillende leefgebieden trekken. Een amfibieëntunnel kan alleen optimaal functioneren wanneer er bij de aanleg van een amfibieëntunnel rekening gehouden wordt met de eisen die amfibieën aan een dergelijke passage stellen.

Het functioneren van een faunapassage is afhankelijk van het zwakste onderdeel in het gehele systeem. Wanneer een tunnel verkeerd aangelegd wordt of wanneer de gebruikte materialen te snel beschadigen, kan de effectiviteit van een voorziening snel achteruit lopen.

Gezien het belang van deze faunapassages, is er in opdracht van de provincies Groningen, Drenthe, Flevoland, Utrecht, Gelderland, Limburg en Zuid Holland onderzoek verricht naar het functioneren van bestaande voorzieningen voor amfibieën. Hierbij is gekeken naar de manier van aanleg, het gebruikte materiaal en de staat van onderhoud. Tijdens het onderzoek is er op 24 locaties gekeken naar tunnelsystemen, daarnaast zijn ook enkele ecoduikers onderzocht

De resultaten kunnen gebruikt worden als achtergrondinformatie voor de aanleg van nieuwe faunapassages voor amfibieën en als leidraad voor herstel en onderhoud van de huidige systemen.

2 Migratie van amfibieën

2.1 Inleiding

Amfibieën gebruiken gedurende het jaar, verschillende biotopen en leven zowel in het water als op het land. Naast het voortplantingswater maken ze gebruik van een zomer- en winterleefgebied, voor veel soorten liggen deze binnen een straal van enkele tientallen tot honderden meters rond een voortplantingswater. Van enkele amfibieënsoorten (bijv. gewone pad) is bekend dat hun winterbiotoop tot enkele kilometers verwijderd kan zijn van het voortplantingswater. Om van het ene biotoop naar het andere te komen moeten dus soms grote afstanden afgelegd worden. Wanneer de verschillende leefgebieden doorsneden worden door wegen, moeten deze door de trekkende amfibieën overgestoken worden.

Gedurende verschillende perioden in het jaar, vindt er een migratie tussen de leefgebieden plaats. De bekendste migratie periode van amfibieën is de voorjaars trek van het winterbiotoop naar voortplantingswater. De voorjaars trek van de gewone pad is daarbij het meest opvallende verschijnsel. Tijdens de migratieperiode van deze soort bevinden zich vaak grote concentraties amfibieën op wegen. Hier hebben mannetjes van de gewone pad een goed overzicht en zijn op het asfalt actief zoeken naar vrouwtjes of wachten daar eventueel voorbijtrekkende vrouwtjes op.

De aanvang van de migratieperiode is zowel soort- als weersafhankelijk. Zo beginnen salamanders al in februari met de voorjaars trek, enkele weken later worden zij gevolgd door soorten als de bruine kikker, heikikker en gewone pad. Tussen deze soorten vindt men dan ook al vaak de eerste groene kikkers. Later in het seizoen (april-mei) worden ook soorten als rugstreeppad en boomkikker actief. In de zomer trekken de gemetamorfoseerde juveniele kikkers en padden in grote getale het land op.

Gedurende het gehele activiteitsseizoen (februari t/m oktober) kunnen amfibieën op wegen waargenomen worden, zij het dat de aantallen in de zomer en herfst vaak minder opvallend zijn dan in het voorjaar.

2.2 Knelpunten en oplossingen voor de migratieproblematiek

2.2.1 Knelpunten

In een natuurlijke situatie zijn verschillende biotopen als het zomer- en winterleefgebied van amfibieën in een aaneengesloten gebied te vinden. Door versnippering van leefgebieden zijn amfibieën vaak gedwongen wegen over te steken en worden grote aantallen dieren doodgereden. Snelwegen of drukke rijkswegen kunnen als absolute barrières gezien worden. Ook op secundaire wegen vallen echter veel slachtoffers, al zijn hier de kansen om de overkant te halen wel beduidend groter.

Niet alleen het verkeer eist slachtoffers. In stedelijke omgevingen volgen veel amfibieën de stoepranden. Hierdoor belanden ze al snel in riool- of afwateringsputten waaruit ze niet meer kunnen ontsnappen.

2.2.2 Oplossingen

Om de verkeerssterfte tegen te gaan kunnen zowel permanente als tijdelijke voorzieningen getroffen worden.

Het beïnvloeden van de migratierichting

Het aaneensluiten van leefgebieden of het aanleggen van vervangend water- en landbiotoop kan gezien worden als de meest ideale oplossing voor de migratieproblematiek.

Door de aanleg van een vervangend biotoop kan de trekrichting zo beïnvloed worden dat amfibieën tijdens de trek geen barrières tegenkomen.

Wel dienen alle biotopen dan aan één zijde van een barrière aanwezig te zijn, zodat de noodzaak om naar een verder gelegen biotoop te trekken, vervalt. Daarnaast moet er rekening gehouden worden met het feit dat het enkele jaren kan duren voordat amfibieën gebruik zullen of kunnen maken van de vervangende biotoop (*Wijnands, 1984*).

Daar waar leefgebieden niet aaneengesloten kunnen worden of waar geen ruimte is voor vervangende biotopen, zal gekeken moeten worden naar andere oplossingen.

Afsluiten van de weg

Wanneer een weg geen belangrijke ontsluitingsfunctie heeft, kan gekozen worden om de weg tijdelijk af te sluiten. Omdat amfibieën voornamelijk 's avonds en 's nachts migreren, is het ook mogelijk om alleen gedurende de avond- en de nacht, de weg af te sluiten. Wanneer een weg een beperkte verkeersfunctie heeft kan gekozen worden voor een verkeersbeperking. Ook het verbieden van gemotoriseerd verkeer kan al tot een gewenst resultaat leiden.

Nadeel van deze tijdelijke maatregelen is dat het bijna onmogelijk is om alle opgelegde beperkingen te controleren. Met enkele auto's per uur, die zich niet aan de beperkingen houden, kan het gehele effect weer tenietgedaan worden. In de top van de voortplantingstijd vindt bovendien 1/3^e deel van de amfibieëntrek bij daglicht plaats.

Snelheidsbeperkende maatregelen

Een snelheidsbeperking zoals het aanbrengen van verkeersdrempels of andere obstakels, kan leiden tot een verminderde sterfte als gevolg van verkeer. Veel padden raken gewond of sterven doordat ze bij hoge snelheden tegen de bodemplaat van een auto worden gezogen (*Scholte, 1982*). Bij lagere snelheden neemt de sterfte af. Deze maatregel bieden slechts een gedeeltelijke oplossing, bij hoge verkeersfrequenties (meer dan 10 auto's per uur) treedt nog steeds veel sterfte op.

Overzetactie

Indien een weg een belangrijke ontsluitingsfunctie heeft, is het niet altijd mogelijk om de weg geheel of gedeeltelijk af te zetten. Op plekken waar sprake is van grote sterfte onder amfibieën tijdens de migratieperiode is het handmatig overzetten een tijdelijke optie. Handmatig overzetten wordt vaak door vrijwilligers gedaan, daarbij worden deze soms ondersteund door gemeentelijke diensten.

Er bestaan twee manieren voor het handmatig overzetten van amfibieën. Naast het oprapen van de amfibieën en ze aan de andere kant van de weg weer uitzetten, kan ook gebruik worden gemaakt van hulpmiddelen. Het plaatsen van (tijdelijke) geleidingsschermen kan, in combinatie met vangemmers de effectiviteit van een overzetactie sterk verhogen. Waarschuwingsborden kunnen naast het bewust maken van automobilisten van de amfibieëntrek ook bijdragen aan de veiligheid van vrijwilligers.

Amfibieënoverzetacties kunnen naast de bescherming van migrerende amfibieën, ook een educatief doeleinde hebben. Bij veel overzetacties worden de buurt en nabij gelegen scholen nauw betrokken, waardoor het natuurbewustzijn gestimuleerd wordt.

Het nadeel van amfibieënoverzetacties (een tijdelijke maatregel) is dat deze zeer arbeidsintensief zijn en dat ze de populatie als geheel toch vaak onvoldoende bescherming bieden. De overzetacties worden immers alleen uitgevoerd in maart en april, waardoor er de rest van het activiteitsseizoen (februari, mei t/m oktober) alsnog een grote sterfte kan optreden.

Aanleg van (permanente) voorzieningen

Wanneer een barrièrevormende weg een belangrijke verkeersfunctie heeft moet een permanente oplossing gezocht worden voor de migratieproblematiek. Hierbij dient de migratieroute van amfibieën beschermd te worden zonder dat het verkeer hier hinder van ondervindt. Tunnelsystemen met geleidingswanden vormt een structurele en permanente oplossing. Amfibieëntunnels worden aangelegd op plaatsen waar de migratie het grootst is. De geleidingswanden zorgen ervoor dat amfibieën niet op de weg terecht kunnen komen en geleiden de dieren naar de ingang van een tunnel.

Naast amfibieëntunnels kan ook gebruik gemaakt worden van bestaande voorzieningen. Indien (watervoerende) duikers onder de weg doorlopen, kunnen voorzieningen als loopplankjes aangebracht worden zodat deze duikers ook door amfibieën benut kunnen worden, de zgn. ecoduiker. Het looppad in een ecoduiker dient 20 tot 30 centimeter breed te zijn en dient gedurende de migratieperiode boven het gemiddelde waterniveau te liggen. Ook de ecoduiker dient aan te sluiten op een geleidingssysteem zodat amfibieën, net als bij de aanleg van een amfibieëntunnel, naar de voorziening geleid worden.

Waar al een bestaande brug over de barrière heen loopt en waar voldoende ruimte aanwezig is kan gekozen worden voor de ontwikkeling van een zg. bermbrug. Hierbij wordt een deel van het verharde weggedeelte verwijderd zodat zich hier een strook met vegetatie kan ontwikkelen. Deze geleidingsstrook dient aan te sluiten op een al bestaande berm of een natuurlijk geleidingselement (houtwal, bossage). Indien er geen bestaande berm aanwezig is, kan alsnog gebruik gemaakt worden van een geleidingssysteem.

Tot slot worden, voornamelijk voor grote diersoorten, ecoducten aangelegd. Ook de grote ecoducten kunnen met de juiste voorzieningen door amfibieën gebruikt worden.

Bij de aanwezigheid van onoverkoombare barrières als kanalen met beschoeide oevers, kunnen smalle (30 cm.) loopplanken met opstaande randen een oplossing bieden.

3 Eisen aan een amfibieëntunnel

3.1 Locatiekeuze

De locatie voor de aanleg van amfibieëntunnels is afhankelijk van de trekrichting van amfibieën en de ligging van de verschillende leefgebieden. Een geleidingswand dient daarbij zo opgesteld te worden dat de natuurlijke trekrichting zo min mogelijk verstoord wordt. Waar mogelijk zullen amfibieën kiezen voor de kortste weg tussen de leefgebieden, hier worden dan ook de voorzieningen aangelegd.

3.2 Tunnels

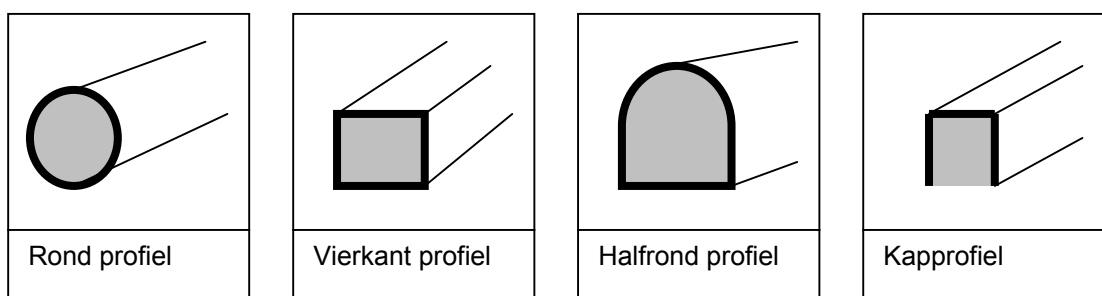
3.2.1 Materiaalkeuze

Het materiaal voor de tunnels dient vooral duurzaam te zijn. Naast het gebruik van betonnen tunnels worden soms metalen tunnels gebruikt. Metalen tunnels worden echter, wegens de grotere koudegeleiding hetgeen tot bevriezing kan leiden, afgeraden (*Stolz & Podlousky, 1983*).

Bij gebruik van betonnen tunnels verdient het de voorkeur om reeds beproefde systemen van daartoe gespecialiseerde firma's te gebruiken. Andere materialen blijken na verloop van tijd minder duurzaam zijn.

3.2.2 Profieltypen

Er zijn verschillende profielvormen van amfibieëntunnels te onderscheiden (*figuur 1*). De meest voorkomende typen zijn rechthoekige/vierkante tunnels en ronde tunnels. Amfibieën geven de voorkeur aan een rechthoekig/vierkant profiel, vanwege het relatief grotere loopvlak. Ronde buisprofielen hebben afgeronde wanden waar amfibieën tegenop proberen te klimmen, dit kan opgelost worden door de buisbodem gedeeltelijk op te vullen waardoor ook het loopvlak verbreed wordt. Door deze ingreep wordt echter de doorgang verkleind wat een negatief effect heeft op de lichtinval. Daarnaast ontstaat bij het gebruik van ronde tunnels vaak een probleem met de aansluiting van de geleiding op de tunnel.



Figuur 1: profieltypen voor amfibieëntunnels.

3.2.3 Lengte-diameterverhouding

Hoewel amfibieën slechts kleine dieren zijn, prefereren zij tunnels met een zo groot mogelijke breedte of diameter (*Dexel & Kneitz, 1987*). De lengte en de breedte van een tunnelsysteem hebben invloed op de lichtinval, wat één van de voornaamste voorwaarden is voor het gebruik en daarmee het goed functioneren van een amfibieëntunnel. Voor amfibieëntunnels zijn enkele standaardafmetingen van toepassing, waarbij gebleken is dat deze tunnels optimaal gebruikt worden door amfibieën. In de onderstaande tabel (*tabel 1*) worden enkele standaard maten gegeven voor amfibieëntunnels (*Anonymus, 2002; Hoogerwerf, 2003*). Wanneer deze verhoudingen tussen lengte en diameter of breedte/hoogte gehanteerd worden zijn geen extra voorzieningen noodzakelijk t.a.v. lichtinval.

Tabel 1. Standaard lengte-diameter verhouding bij vierkant en rond profiel.

Lengte	0 – 5m	<10m	10 –20	20 - 30 m	30 - 40 m	40 - 50 m
Vierkant profiel (breedte/hoogte)	40 / 40	50 / 50	100 / 75	150 / 100	175 / 125	200 / 150
Rond profiel	50	60	100	140	160	200

In Nederland zijn ook tunnels met een kleinere diameter toegepast. Voor tunnels met een maximale lengte van 10 meter blijkt dat een diameter van 40 centimeter alleen redelijk te kunnen functioneren mits er voldoende lichtinval gerealiseerd is. Amfibieëntunnels met een kleinere doorsnede dan 40 centimeter worden over het algemeen gemeden door amfibieën.

3.2.4 Lichtinval

Een van de belangrijkste factoren voor het gebruik en daarmee het functioneren van een amfibieëntunnel, is de hoeveelheid lichtinval.

Amfibieën zullen eerder gebruik maken van een tunnel waar aan het uiteinde van de tunnel licht te zien is (*Stolz & Podlousky, 1983*), of waar door middel van extra voorzieningen, voldoende lichtinval gerealiseerd is. Tunnels waarbij het uiteinde niet zichtbaar is of waar geen lichtinval gerealiseerd is, worden over het algemeen gemeden.

De hoeveelheid lichtinval hangt nauw samen met de verhouding van de tunnel tussen de lengte en breedte. Bij tunnels met een lengte van 20 meter dient de breedte minimaal 100 cm. en de hoogte 75 cm te zijn. Voor lichtinval bij tunnels met een langere lengte dient er in de hoogte en in de breedte gecompenseerd te worden.

Wanneer er bij de aanleg van lange tunnels geen ruimte is om in de breedte of diameter te compenseren, is het aanbrengen van rooster een optie. Nadeel van het gebruik van dergelijke roosters is verstoring door overrijdende auto's, de inspoeling van oliën, rubberresten en pek.

3.3 Geleiding

3.3.1 Geleiding

Voor het goed functioneren van een amfibieëntunnel is een goede geleiding vereist. Een geleidingswand dient zowel een barrièrewerking als een geleidende werking te hebben.

De barrièrewerking van een geleidingswand voorkomt dat amfibieën op de weg kunnen komen. De geleidende werking van dit systeem zorgt ervoor dat alle migrerende amfibieën naar de ingang van een amfibieëntunnel geleid worden.

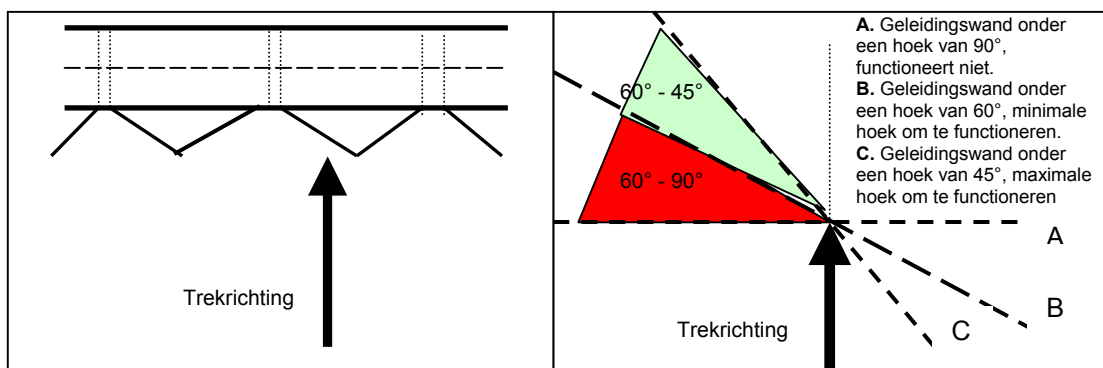
Positie van de geleidingswand

Voor het optimaal functioneren van amfibieëntunnels is het essentieel dat de geleidingswand over de gehele lengte van de migratiezone aanwezig is.

Geleidingswanden dienen bij voorkeur direct langs een weg aangebracht te worden. Wanneer een geleidingswand op enige afstand van de weg ligt, loopt men de kans dat een deel van de migrerende amfibieën gemist wordt. Het aanleggen van geleidingswanden op enige afstand van de weg bemoeilijkt bovendien het onderhoud van de geleidingswand. Daarnaast moeten de tunnels hierdoor onnodig lang aangelegd worden.

Wanneer er voldoende ruimte langs de weg is voor het aanbrengen van geleidingswanden, zou in een ideaal geval de geleidingswand onder een hoek op de trekrichting staan (*figuur 2*). Amfibieën die meer dan 60° moeten afwijken van de trekrichting zullen dit in de meeste gevallen weigeren. De optimale hoek van de geleiding ten opzichte van de trekrichting is 45° tot 60°.

In het geval dat er voldoende ruimte langs de weg aanwezig is en de geleiding niet parallel hoeft te lopen aan de weg, kan er gekozen worden voor een V-vormige geleiding (*figuur 2*). Dit geleidingssysteem bevordert de geleidende werking van de wand naar de tunnelingang, waardoor amfibieën minder van de oorspronkelijke trekrichting hoeven af te wijken. Daarnaast kan dit systeem zo worden aangelegd dat de afstand tussen de tunnels vergroot kan worden en er minder tunnels noodzakelijk zijn.



Figuur 2: optimale hoek van de geleiding t.o.v. de trekrichting.

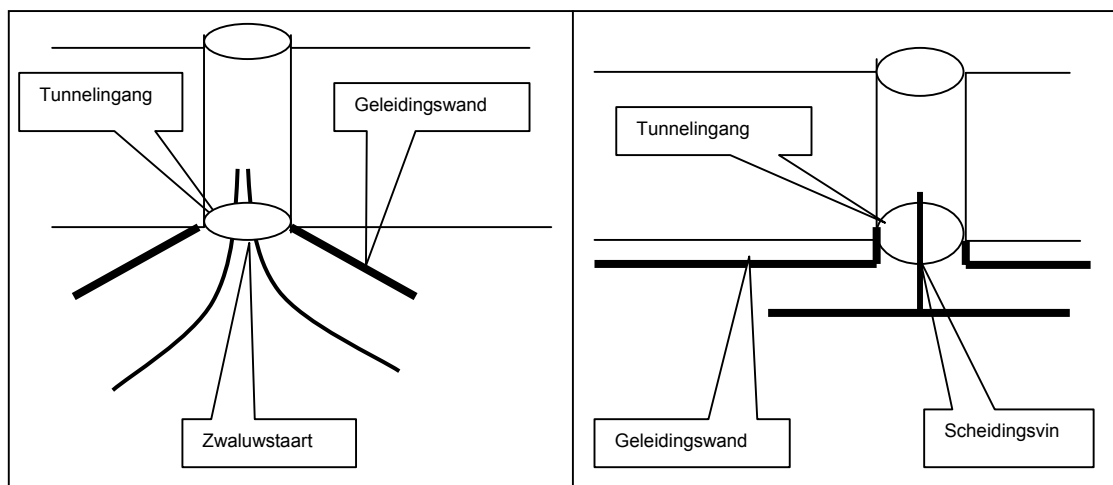
In de meeste gevallen zal er echter weinig tot geen ruimte zijn voor een V-vormige geleiding. Wel kunnen er, bij geleidingswanden die parallel lopen aan de weg, maatregelen getroffen worden om de effectiviteit van de geleidende werking te verhogen. Voorzieningen als aansluitelementen, stopwanden en nevenwanden voorkomen dat amfibieën om de geleiding heen, of de tunnel voorbij lopen.

Aansluitelementen

Aansluitelementen worden gebruikt voor een naadloze aansluiting van de geleidingswand op de tunnelingang.

Bij de zgn. zwaluwstaarten worden V-vormige geleidingselementen schuin vanuit de tunnelingang geplaatst. Deze leiden amfibieën, in combinatie met de geleidingswand, naar de tunnelingang.

Bij plaatsgebrek kan gekozen worden voor een scheidingsvin, die loodrecht op de eigenlijke geleidingswand geplaatst wordt. Bij voorkeur lopen deze zwaluwstaarten en scheidingsvinnen een stukje door in de tunnel (*figuur 3*). Het gebruik van de tunnel neemt met 10% tot 15% toe bij plaatsing van dergelijke geleidingselementen (Polivka *et al.*, 1991).



Figuur 3: zwaluwstaart en stopwand in combinatie met een amfibieëntunnel.

Beveiliging van zijwegen

Op plaatsen waar de geleidingswand onderbroken moet worden door een zijweg of een inrit, dient gekeken te worden naar een oplossing zodat de dieren niet alsnog de weg op kunnen komen. Er bestaan verschillende methoden om zijwegen te beveiligen zodat amfibieën de geleiding veilig kunnen blijven volgen.

Door in de zijweg een geleidingsgoot te plaatsen worden amfibieën die langs de geleidingswand trekken, onder de zijweg door geleid (foto 1). Ook de amfibieën die vanaf de zijweg richting de hoofdweg trekken, vallen tussen de spijlen van het rooster van de goot. De geleidingsgoot dient naadloos aan te sluiten op de geleiding en aan de bovenkant afgesloten te zijn met een rooster. Ook moet de goot voldoende breed zijn (50 m.) om te voorkomen

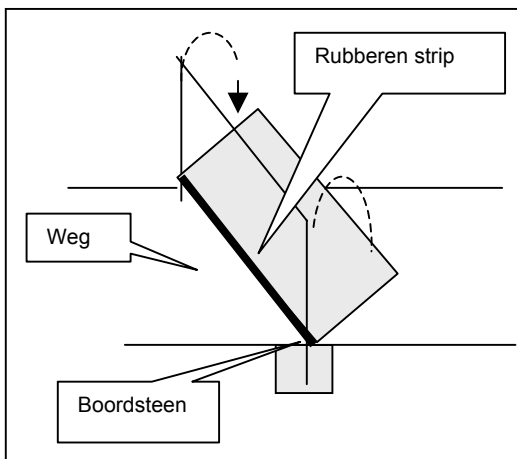


dat kikkers erover heen springen. Waar kikkers proberen om over de goot

Foto 1: Een geleidingsgoot zorgt voor de beveiliging van zijwegen

heen te springen, zullen salamanders en padden proberen voorzichtig over de knooppunten van het rooster te kruipen. Dit wordt voorkomen door de lengtespijlen smal te houden (<8 mm.) en de dwarsliggende spijlen enkele centimeters dieper dan de lengtespijlen te leggen. Door een maximale afstand van 6 cm. (Glandt et al., 2003) tussen de spijlen aan te houden, blijft de sterkte van de constructie behouden en zal verreweg het grootste deel van de amfibieën tussen de spijlen vallen.

Hoewel het niet de voorkeur heeft, kan vanwege het kostenaspect gekozen worden voor een zgn. nevenwand of een stopwand (zie figuur 4 & foto 2). Deze voorzieningen zijn alleen toepasbaar bij een zeer extensief gebruik van de zijweg (b.v. inrit van een woning of erf). Nevenwanden zijn rubberen strips die d.m.v. een boordsteen in de grond geplaatst worden. Wanneer er een auto overheen rijdt buigt deze strip mee en richt zichzelf weer op wanneer de auto gepasseerd is. Wel moet de strip aan weerszijden van de weg goed aansluiten op de geleidingswand. Een stopwand wordt aangebracht wanneer een zijweg afgesloten is met een hek. Hier wordt een (hard) rubberen strip aan de onderkant van het hek bevestigd. Ook een stopwand moet aan weerszijde van de weg aansluiten op de geleidingswand, tevens mogen er geen spleten tussen de rubberen strip en de grond overblijven.



Figuur 4: schematische weergave van een nevenwand

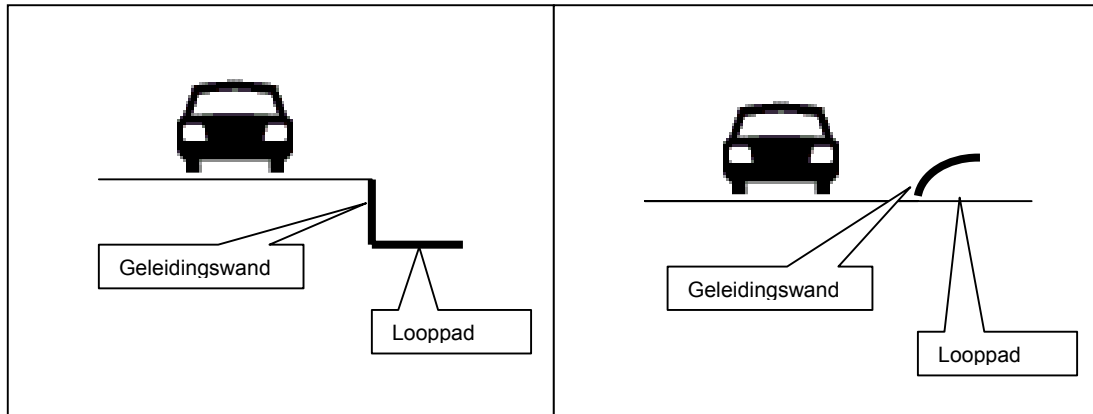


Foto 2: achterstallig onderhoud van een stopwand

3.3.2 Barrièrewerking

Een geleidingswand mag alleen in de trekrichting van amfibieën een barrière vormen. Amfibieën die toch op de weg komen, moeten de mogelijkheid hebben terug te kunnen keren achter de geleidingswand.

Door aan de wegkant de bovenzijde van de geleidingswand op de hoogte van de weg te houden (zie figuur 5) of door het gebruik van boogvormige geleidingswanden, kunnen amfibieën terug achter de geleidingswand komen.



Figuur 5: schematische weergaven van twee mogelijkheden waar amfibieën die op de weg terechtkomen terug kunnen keren achter de geleidingswand.

Materiaal geleiding

Het te gebruiken materiaal voor geleidingswanden moet net als bij de tunnels duurzaam, vormvast en slagvast zijn. Daarnaast is het van groot belang dat de individuele geleidingswand elementen naadloos op elkaar en op de amfibieëntunnel aansluiten.

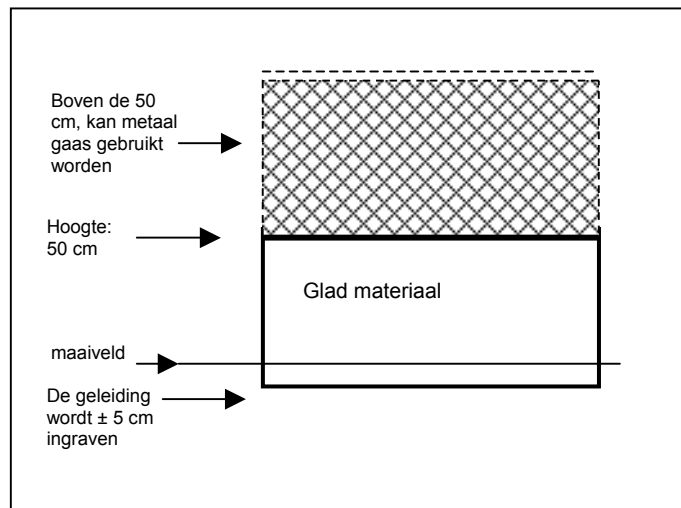
Lengte

Omdat de lengte van een geleidingswand afhangt van de breedte van de migratiezone, is er geen standaard lengte te noemen voor geleidingswanden.

Voor het optimaal functioneren van een geleidingswand, en daarmee alle getroffen voorzieningen voor amfibieën, dient de gehele migratiezone afgeschermd te worden. Wanneer een geleidingsscherm onvoldoende lang is zal een deel van de migrerende amfibieën, de geleiding en daarmee de tunnel mislopen. Op plaatsen waar tunnels niet geaccepteerd worden of waar amfibieën geen gebruik kunnen maken van de voorzieningen als gevolg van achterstallig onderhoud, zullen amfibieën proberen om het scherm heen lopen en alsnog de weg oversteken (*Dexel & Kneitz, 1987, Polivka et al., 1991*).

Hoogte

De geleidingswand dient voldoende hoog te zijn. Dit om te voorkomen dat dieren er overheen springen of klimmen. Gladde materialen voorkomen dat amfibieën over de geleiding heen kunnen klimmen. Uit experimenteel onderzoek van Sermet (1971) blijkt dat een gladde afrastering met een hoogte van 50 cm. een absolute barrière vormt voor gewone pad en een bijna absolute barrière voor bruine kikker. Een ideale geleidingswand is hoger dan 50 cm, waarbij voor de onderste 50 cm gebruikt gemaakt wordt van glad materiaal. Om te voorkomen dat amfibieën onder de geleiding door kruipen, dient de wand enkele centimeters ingegraven te worden (zie figuur 6).



Figuur 6: schematische weergave van een geleidingswand

Overstaande rand

Met name lage geleidingswanden (< 50 cm.) dienen een overstaande rand te hebben. Deze overstaande rand moet voldoende breed zijn om amfibieën te beletten over de wand heen te klimmen.

Keerelementen & stopwanden

Een geleidingswand loopt door tot daar waar geen of nog maar weinig migratie van amfibieën plaatsvindt. Wanneer er alleen op de voornaamste migratiezone een geleidingswand aangebracht wordt, is het noodzakelijk op de uiteinden van de geleidingswand een keerelement of een stopwand aan te brengen. Deze elementen zorgen ervoor dat de amfibieën niet om het scherm heen kunnen lopen en alsnog op de weg terechtkomen.

Keerelementen zijn geleidingselementen die onder een (scherpe) hoek t.o.v. de geleidingswand geplaatst worden. Amfibieën worden hierdoor in de tegengestelde richting, terug naar de geleidingswand geleid. Stopwanden staan haaks op de richting van de geleiding en worden in combinatie met een tunnel geplaatst. Door de combinatie van een stopwand en een tunnel, worden amfibieën aan het einde van de geleiding alsnog gedwongen de tunnel in te gaan.

Keerelementen en stopwanden hebben het meeste effect op plaatsen waar op korte afstand (< 50 meter) een amfibieëntunnel aanwezig is.

Looppad

Het looppad van de geleidingswand dient voldoende breed en vrij van vegetatie te zijn. Een lichte helling van het looppad richting de bermzijde zorgt ervoor dat er geen water op het looppad blijft staan. De minimale breedte van het looppad is 20 cm., voorkeur gaat echter uit naar een looppad van 30 cm.

Voor het goed functioneren van een looppad is het van belang dat amfibieën geen hindernissen tegenkomen. Het looppad dient vrij te blijven van vegetatie, wanneer de vegetatie boven de geleidingswand uitkomt, kunnen amfibieën via de vegetatie over de geleidingswand klimmen. Om overgroeiing door vegetatie te voorkomen dient een strook van circa 1 meter breed langs het scherm regelmatig gemaaid te worden.

Wel is de aanwezigheid van vegetatie van belang als bescherming tegen predatie en uitdroging. Ook is gebleken dat de aanwezigheid van vegetatie nabij de tunnelingang positieve invloed kan hebben op het microklimaat in de tunnel.

Door het aanbrengen van (struikachtige) begroeiing bij de tunnelingang en op enige afstand van de geleidingswand kan beschutting geboden worden zonder dat de amfibieën het scherm over kunnen klimmen (*Anonymus, 2002*).

3.4 Onderhoud

Amfibieëntunnels zijn een permanente oplossing voor migratieproblemen van amfibieën. Bij de aanleg is de materiaalkeuze voor zowel de tunnels zelf, als voor de geleiding van groot belang.

Door harde materialen als beton en metaal toe te passen zal onderhoud minder vaak noodzakelijk zijn dan bij het gebruik van kwetsbare materialen als plastic en kunststof.

Een gebrekkig onderhoud kan resulteren in het niet functioneren van de genomen maatregelen op de locatie. Een geleidingswand kan beschadigd worden door vernieling of aanrijdingen of tijdens onderhoudswerkzaamheden. Maar ook moet er gekeken worden naar het overgroeien van de wanden door vegetatie en het dichtslibben van de amfibieëntunnels zelf.

Voor iedere migratieperiode dient een controle uitgevoerd te worden op de aanwezigheid van gebreken. Tijdens deze controle worden alle getroffen voorzieningen nagekeken op mankementen. Onderdelen van het systeem die dichtgeslibd zijn kunnen gereinigd worden en de beschadigde delen kunnen hersteld of vervangen worden.

Voor amfibieëntunnels en de geleiding zijn in het onderstaande overzicht enkele belangrijke onderhoudsmaatregelen aangegeven.

Tunnel:

Tunnels die dichtslibben of verstopt raken, moeten voor de aanvang van de voorjaarsrek gereinigd worden. Smalle tunnels zijn meer gevoelig voor het dichtslibben en moeten regelmatig gecontroleerd en onderhouden worden.

Door uitspoeling kan bij de ingang van de tunnel een opstaande rand ontstaan, waardoor de tunnel niet meer bereikbaar is voor amfibieën. Dit is op te lossen door het ophogen van de grond bij de tunnelingang.

Indien er roosters in het wegdek aanwezig zijn, moet gecontroleerd worden of de gaten niet dichtgeslibd zijn, waardoor er geen licht meer in de tunnel komt.

Ook dienen tunnels waarbij roosters aangebracht zijn, regelmatig schoongespoten te worden om olie en rubberresten te verwijderen.

Geleiding:

De geleiding moet naadloos aansluiten op de tunnelingang, voornamelijk bij zwakke materialen en bij het gebruik van tunnels met een rond profiel, kan de geleidingsconstructie uit verband raken, waardoor deze niet meer aansluit op de tunnelingang.

De geleidingswand dient gecontroleerd te worden op oneffenheden of mankementen, deze dienen hersteld of vervangen te worden.

Het loopvlak van de geleiding dient vrij gehouden te worden van vegetatie. Indien er geen loopvlak aanwezig is dient minimaal 30 cm. vanaf de geleidingswand vegetatievrij gehouden te worden.

Tot op 1 meter van de geleidingswand dient de vegetatie kort gehouden te worden om overhangende vegetatie te voorkomen.

4 Resultaten

4.1 Inleiding

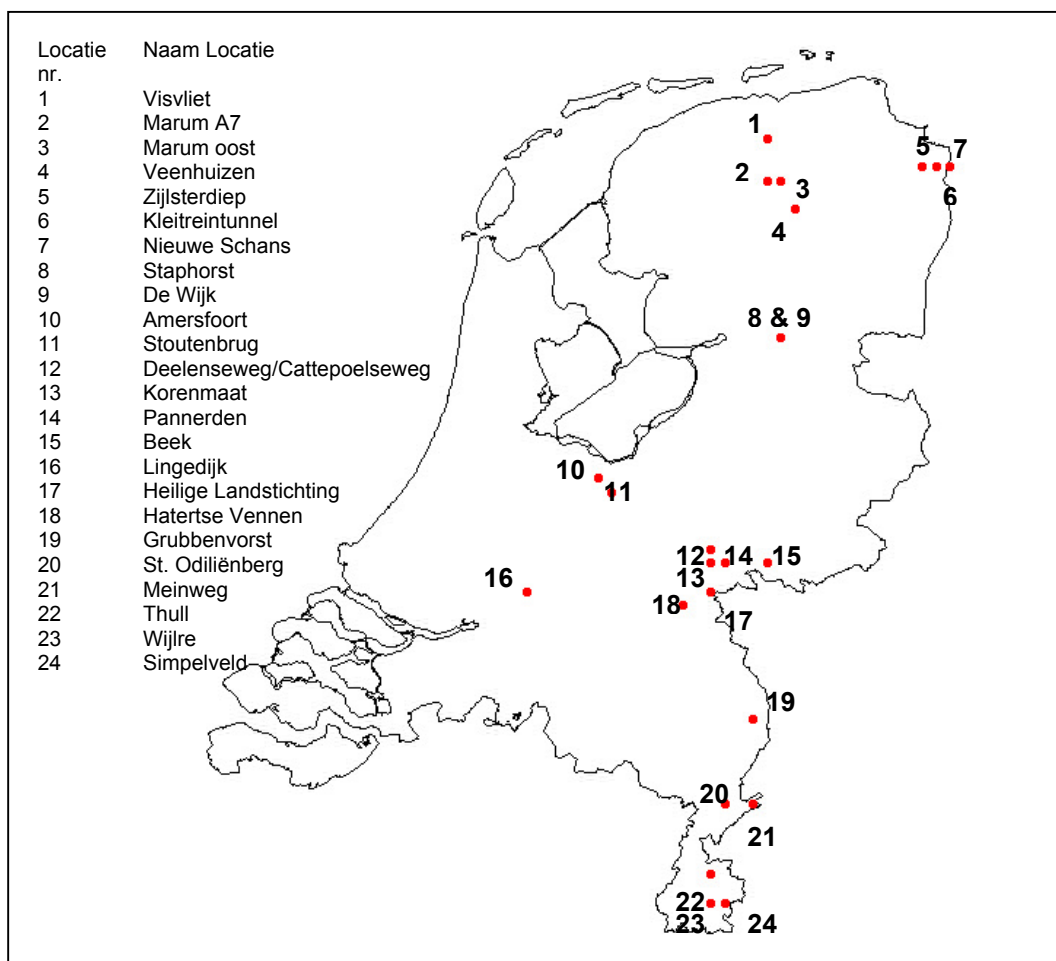
Tijdens de voorbereidingen op het onderzoek bleek al dat er weinig bekend is over de ligging van voorzieningen in Nederland.

Hoewel enkele provincies redelijk op de hoogte zijn van de ligging van tunnelsystemen, blijkt het merendeel niet of nauwelijks een beeld te hebben van faunavoorzieningen binnen hun eigen provincie.

Voornaamste reden voor het ontbreken van een dergelijk overzicht, is te wijten aan het feit dat de aanleg van amfibieëntunnels door verschillende partijen (gemeenten, provincie, rijkswaterstaat) uitgevoerd kan worden. De locatiegegevens van getroffen voorzieningen, blijven dan alleen bekend bij de partij(en) die betrokken zijn bij de aanleg of planning.

Omdat er gedurende het vooronderzoek slechts weinig tunnellocaties ontdekt zijn, is er gekozen om naast amfibieëntunnels, ook enkele overige voorziening mee te nemen in het onderzoek, met als doel een zo'n groot mogelijke steekproef te kunnen uitvoeren.

Er is op 24 locaties gekeken naar de staat en het functioneren van de aangebrachte voorzieningen (figuur 7), waarbij in totaal 70 voorzieningen bekeken en beoordeeld zijn. Van deze 70 voorzieningen zijn er 69 passages onderscheden. Hieronder bevonden zich 63 amfibieëntunnels, 5 ecoduikers en 1 bermbrug. Op één locatie zijn wel voorzieningen als geleidingsschermen aangebracht, maar hier waren geen tunnels aanwezig.



Figuur 7: Ligging van de onderzochte locaties.

4.2 Onbeveiligde zijwegen en ontbrekende geleiding

4.2.1 Onbeveiligde zijwegen

Van de 24 onderzochte locaties waren er bij 16 locaties zijwegen en/of inritten aanwezig. Slechts op 5 van deze 16 locaties waren maatregelen genomen om te voorkomen dat amfibieën (en reptielen) de weg op konden lopen via deze onbeveiligde zijwegen en/of inritten (foto 3a). Van de 5 locaties waar voorzieningen getroffen zijn voor het beveiligen van zijwegen, functioneerde er slechts 2 op het moment van bezoek. Dit betekent dat op meer dan de helft (14 van de 25 locaties) dieren op de weg zullen belanden doordat er geen aandacht is besteed aan zijwegen en inritten.

Ook bij extensief gebruikte zijwegen en inritten dienen voorzieningen getroffen te worden zodat amfibieën de geleiding kunnen blijven volgen zonder daarbij op de weg terecht te komen. De meest voor de hand liggende oplossing bij extensief gebruikte wegen, is het aanbrengen van roosters (foto 3b) of nevenwanden (zie § 3.3.1).



Foto 3a: Dode ringslang langs de weg omdat hier de zijweg niet beveiligd wordt.



Foto 3b: gebruik van roosters voor de beveiliging van zijwegen

4.2.2 Ontbrekende geleiding

Tijdens het onderzoek is op 5 van de 24 locaties geconstateerd dat de geleiding geheel ontbrak. Van deze 5 locaties waren er 2 locaties met ecoduikers waarbij de geleiding ontbrak, daarnaast was 1 locatie nog in aanleg. Mogelijk wordt er, op deze locatie, bij de afronding van de werkzaamheden nog een geleidingswand aangebracht.

Op twee locaties ontbrak de geleiding (zie foto 4). De effectiviteit van de hier getroffen voorzieningen is hier gereduceerd tot nul. Zonder geleiding zullen amfibieën niet de ingang van een tunnel kunnen vinden. Het plaatsen van geleidingsschermen gedurende alleen de voorjaars trek is niet aan te bevelen. De tijdens de voorjaars trek geredde

amfibieën en hun nakomelingen zullen dan alsnog tijdens de overige maanden in het activiteitsseizoen (t/m oktober) slachtoffer worden van het verkeer.

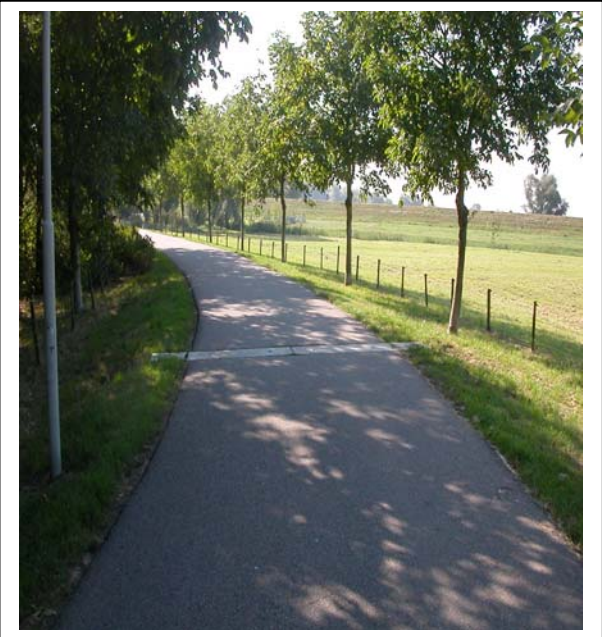


Foto 4: Op deze locatie is geen geleiding aangebracht, de effectiviteit van de tunnel zal daarom zeer laag zijn.

4.3 Constructie en technische staat van geleidingswanden

4.3.1 Plaatsing

Op 18 van de 19 locaties met geleidingswanden liep de geleiding parallel aan de weg. Op 1 locatie was een V-vormige geleiding aangebracht (foto 5). Hier was voldoende ruimte voor de aanleg van een dergelijke geleiding, wat op de overige locaties niet het geval was. Op de locaties waar de Geleiding parallel loopt aan de weg, dienen voorzieningen aangebracht te worden om amfibieën in de richting van de tunnelingang te leiden. Op 8 van de onderzochte locaties zijn dergelijke voorzieningen getroffen.

Hierbij werd gebruik gemaakt van verschillende soorten aansluitelementen. Ook werden op enkele locaties keerpunten, stopwanden en nevenwanden aangetroffen (zie ook § 4.3.4).



Foto 5: gebruik van een V-vormig geleidingssysteem

4.3.2 Vorm van de geleiding & terugkeer mogelijkheden

Van de 19 locaties waar geleidingswanden aangetroffen zijn, is slechts op 4 locaties gebruik gemaakt van geleidingselementen met terugkeermogelijkheden voor amfibieën. Op 2 locaties heeft men de hoogte van de geleidingswand aan de wegkant gelijk gehouden met maaiveldhoogte (foto 6). Bij deze laatste methode moet men echter oppassen dat er geen verzakking optreedt aan de wegkant van de geleiding. Door verzakking ontstaat een opstaande rand die als barrière gezien kan worden voor terugkerende amfibieën.

Op 2 locaties is gebruik gemaakt van boogvormige geleidingselementen (foto 7). De hoek die deze elementen maken met de weg, moet dermate flauw zijn dat amfibieën over de geleiding heen kruipen. Is de hoek te steil dan vormt ook deze geleiding een barrière voor amfibieën, met als gevolg dat amfibieën niet terug achter de geleidingswand kunnen komen. Ook bij deze voorzieningen mag de vegetatie niet over de geleidingswand heen groeien.



Foto 6 & 7: amfibieën die toch op de weg terug komen, kunnen hier terug achter de geleidingswand keren. Wel is op beide locaties sprake van achterstallig of slecht uitgevoerd onderhoud. Amfibieën kunnen hier via de vegetatie over de geleiding heen klimmen.

4.3.3 Materiaal van de geleiding

De materiaalkeuze is bij de aanleg van een geleidingsstelsel van groot belang. De kwaliteit en het functioneren van de geleidingswand hangt nauw samen met het functioneren van alle getroffen voorzieningen.

Op verschillende locaties zijn geleidingswanden direct langs een weg of onder bomen aangelegd. Hier werden voornamelijk bij zwakke materialen zoals plastic en kunststof, vaak gebreken in de geleiding, door vernieling of vallende takken, aangetroffen.

Wanneer de geleidingswand beschadigd is en daardoor niet of nauwelijks kan functioneren, zal dit gevolgen hebben op het gebruik van de overige voorzieningen. Amfibieën komen bij een gebrekkige geleidingswand via de gaten en kieren op de weg terecht, of lopen de aansluiting op de tunnelingang mis. Doordat ze vaak moeilijk kunnen terugkeren, is de kans zeer groot dat ze worden doodgereden.

Tijdens het onderzoek zijn verschillende materialen aangetroffen die als geleidingsmateriaal gebruikt zijn. Op het merendeel van de locaties was als geleidingsmateriaal gekozen voor metaal en kunststof. Van beide materialen blijkt in de praktijk dat geleidingswanden van kunststof, meer gebreken vertonen dan de geleidingswanden van metaal.

Naast metaal en kunststof werden op enkele locaties ook materialen als hout, polymeer en plastic gebruikt. Hout kan gezien worden als een slecht geleidingsmateriaal. Ook plastic (antiwortel-)doek blijkt in veel gevallen te zwak te zijn en is te onderhoudsgevoelig.

Op slechts twee locaties is gebruik gemaakt van een combinatie van materialen. De combinatie van metaal gaas met een kunststofplaat aan de onderzijde van de geleidingswand, blijkt zeer goed te functioneren voor amfibieën. Deze combinatie maakt optimaal gebruik van de sterkte van metaal gaas en de gladde eigenschappen van kunststof waarover amfibieën niet heen kunnen klimmen.

Wanneer de geleidingswand voldoende hoog aangebracht wordt, vormt dit een absolute barrière voor amfibieën en kan het gezien worden als de beste materiaalkeuze voor het aanleggen van een geleidingssysteem.

4.3.4 Keerelementen & stopwanden

Op geen van de onderzochte locaties werd de gehele migratiezone afgeschermd door een geleidingswand. De geleidingswand is dus alleen aangebracht op plaatsen waar de migratiedruk het grootst is. Hoewel dit niet de voorkeur heeft, dienen er bij dergelijke korte geleidingswanden maatregelen getroffen te worden om ervoor te zorgen dat deze dieren niet alsnog om de geleiding heen lopen en op de weg terechtkomen. Naast het voorkomen dat amfibieën op de weg terechtkomen zorgen keerelementen en stopwanden ervoor dat deze dwalende amfibieën ook weer terug naar de tunnelingang geleid worden. Slecht op twee locaties werden dergelijke keerelementen of stopwanden aangetroffen (*foto 8 & 9*)

Stopwanden dienen bij voorkeur gecombineerd te worden met een tunnel. Amfibieën die naar het einde van de geleiding zijn gelopen, kunnen door de stopwand niet meer verder en lopen vanzelf de daar geplaatste tunnel in.



Foto 8: stopelement in combinatie met amfibieëntunnel



Foto 9: gebruik van een keerelement.

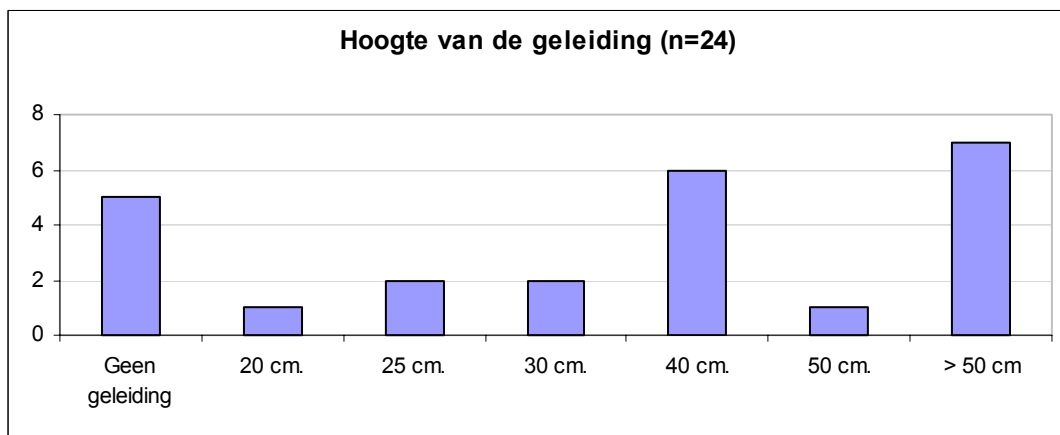
4.3.5 Hoogte van de geleiding & overstaande randen

Het merendeel van de aangetroffen geleidingswanden had een hoogte van 40 cm (zie figuur 4.1). De geleidingswanden hoger dan 50 centimeter bestonden vaak uit een kleinwild-raster waarbij enkele gecombineerd waren met een kunststof of fijnmazig gaas aan de onderkant (figuur 8).

Opvallend was de aanwezigheid van geleidingswanden van 30 cm. en lager. De effectiviteit van deze wanden zal, mede omdat deze wanden snel overgroeid worden door vegetatie, te verwaarlozen zijn. De aanwezigheid van een overstaande is bij geleidingswanden van minder dan 50 cm hoog, van groot belang. Van de 12 locaties waarbij de geleidingswand lager was dan 50 cm werd er op 6 locaties een geleidingswand met een overstaande rand aangetroffen. Hiervan waren er 3 geleidingswanden met overstaande rand overgroeid door de vegetatie, waardoor de effectiviteit van een overstaande rand te verwaarlozen is.

Bij geleidingswanden van meer dan 50 cm. hoog, is een overstaande rand niet noodzakelijk, daar aangenomen wordt dat amfibieën niet over een dergelijke hoogte heen kunnen springen. Voorwaarde is wel dat amfibieën niet via de vegetatie of via het gebruikte materiaal over de geleiding heen kunnen klimmen.

Als 50 cm wordt aangehouden als norm, blijkt slechts 33% van alle systemen deze norm te behalen.



Figuur 8: aantal en hoogte van de aangetroffen geleidingswanden

4.3.6 Looppad & overstaande randen

Van de 19 locaties waar geleidingwanden aangetroffen zijn, kon slechts op 5 locaties vastgesteld worden dat het looppad, op het moment van bezoek, geschikt was voor amfibieën. Op het merendeel van de locaties werd het looppad ongeschikt bevonden omdat het pad en op enkele locatie ook het geleidingssysteem overgroeid was door vegetatie. In enkele gevallen was het looppad te smal of was er onvoldoende ruimte om het looppad te gebruiken of onderhouden.

4.3.7 Aansluiting tussen geleiding en tunnels

Op locaties waar er weinig ruimte is om amfibieën direct via de geleidingswand naar de tunnelingang te geleiden, kan gebruik gemaakt worden van aansluitelementen. Met name daar waar amfibieën sterk van hun migratierichting moeten afwijken om de geleidingswand te volgen, dienen extra maatregelen in de vorm van aansluitelementen te worden aangelegd.

Door het gebruik van aansluitingselementen, worden amfibieën gedwongen de geleiding te volgen tot aan de tunnelingang. Voorwaarde bij het gebruik van dergelijke elementen is dat deze naadloos dienen aan te sluiten op de tunnelingang.

Slechts op enkele locaties werden elementen aangetroffen ter bevordering van de aansluiting van de geleiding op de tunnel of sloot de geleiding zelf naadloos aan op de tunnelingang. Zwaluwstaarten werden nergens aangetroffen. Wel is op verschillende locaties de aanwezigheid van scheidingsvinnen, V-vormige en U-vormige geleidingelementen bij de tunnelingang geconstateerd die volgens hetzelfde principe als de eerder genoemde zwaluwstaarten werken (foto's 10 & 11).

Bij de helft van de 70 passages sloot de geleiding (met of zonder behulp van elementen) naadloos aan op de tunnelingang. Dit betekent dat bij de helft van de onderzochte passages geen rekeningen is gehouden met de aansluiting van de geleiding op de tunnelingang. Bij 3 passages sloot de geleiding wel aan op de tunnelingang maar was de ingang zelf geblokkeerd.

Amfibieën zullen, op grond van aansluiting van de geleiding op de tunnelingang, in totaal bij 38 passages geen of in mindere mate gebruik kunnen maken van de getroffen voorzieningen.



Foto 10: stopwand in combinatie met tunnelingang



Foto 11: U-vormige geleiding bij de tunnelingang

4.3.8 Overzicht van de onderzochte geleidingswanden

In de onderstaande tabel (tabel 2) wordt een overzicht gegeven van de onderzochte geleidingswanden. In de tabel worden per locatie de belangrijkste eigenschappen van de geleiding beoordeeld op het wel of niet voldoen aan de gestelde voorwaarden. Bij enkele eigenschappen is het wel of niet voldoen aan de voorwaarden niet direct te relateren aan het niet functioneren van de geleidingswand. In deze gevallen voldoet de locatie gedeeltelijk aan de voorwaarden, kleine aanpassingen of onderhoud zijn hier noodzakelijk om geheel te voldoen aan gestelde voorwaarden.

Tabel 2: overzicht en beoordeling van de onderzochte geleidingswanden.

Locatie nummer	Naam gebied	Materiaal	Hoogte (cm.)	Keerlement aanwezig	Overstaande rand	Looppad vrij	Oneffenheden	Aanwezigheid zijwegen	Beveiliging zijweg	Totaalscore
1	Visvliet	○						Nee	NVT	○
2	Marum A7	●	●	?	○	○	●	Ja	○	●○
3	Marum oost	NVT						Ja	○	
4	Veenhuizen	●	●	○	○	○	●	Ja	○	○
5	Zijsterdiep	●	●	?	○	○	●	Nee	NVT	●○
6	Kleitreintunnel	●	●	?	○	○	●	Nee	NVT	●○
7	Nieuwe Schans	●	●	○	○	○	○	Nee	NVT	○
8	Staphorst	●	●	●	NVT	●	●	Nee	NVT	●
9	de Wijk	●	●	○	NVT	○	●	Ja	○	●○
10	Amersfoort	○						Ja	○	○
11	Stoutenbrug	○	○	○	○	○	○	Ja	○	○
12	Cattepoelseweg	○	●○	○	○	○	○	Ja	○	○
12	Deelenseweg	○	●○	○	○	○	●	Nee	NVT	○
13	Korenmaat	○	●○	○	●	○	○	Ja	○	○
14	Pannerden	nog in aanleg	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	Nee	NVT	
15	Beek	●	●○	○	●	●	○	Ja	●	●
16	Lingedijk	○						Nee	NVT	○
17	Heilige Landstichting	○	●○	○	●	○	○	Ja	●○	○
18	Hatertse Vennen	●	●○	●	●	●	●	Ja	●	●
19	Grubbenvorst	○	○	○	○	○	○	Ja	○	○
20	St. Odiliënberg	●	●	○	○	○	●	Nee	NVT	●○
21	Meinweg	●	●	○	○	●	●	Ja	○	●○
22	Thull	○	●○	○	●	○	●	Ja	○	○
23	Wijlre	○	○	○	○	○	○	Ja	●○	○
24	Simpelveld	○	○	○	●	●	○	Ja	●○	○

Legenda:

- Voldoet aan voorwaarden
- Voldoet niet aan voorwaarden
- Voldoet gedeeltelijk aan voorwaarden
- NVT Niet van toepassing

4.4 Constructie en technische staat van tunnelsysteem

4.4.1 Plaatsing

Van de 24 onderzochte locaties, zijn er op mar liefst 8 locaties tunnels aangelegd die door constructiefouten niet, of nauwelijks kunnen functioneren. Zoals uit § 4.3.7. bleek dat in veel gevallen de geleidingselementen niet op de tunnelingang aansloot. Daarnaast zijn op 3 verschillende locaties tunnels aangetroffen met een onnodig grote lengte. Naast het doortrekken van een tunnel onder voet- en bospaden (foto 12), werden ook tunnels aangetroffen die diagonaal onder een weg doorlopen.



Foto 12: De tunnel loopt hier onnodig lang door onder een berm en een voetpad.

Op locatie 13 (Korenmaat, te Arnhem) was de constructie van de tunnel aangepast aan de aanwezigheid van stoepranden (foto 13). De gebruikte elementen zijn, aan de zijkanten, voorzien van een gleuf. Doordat de gleuven ter hoogte van de stoepranden niet op elkaar aansluiten kunnen de dieren hier niet verder. Deze constructiefout heeft ertoe geleid dat deze tunnel niet door amfibieën gebruikt kan worden. Amfibieën die per ongeluk toch in één van de tunnel-elementen ter hoogte van de weg terechtkomen, kunnen niet meer uit de tunnel geraken en zijn hier ten dode opgeschreven.



Foto 13: ongelijke aansluiting van tunnelementen bij een stoeprand.

4.4.2 Materiaalkeuze amfibieëntunnel

Uit de resultaten blijkt dat 82% van de onderzochte amfibieëntunnels van beton gemaakt zijn. Naast beton en metaal (14%) (foto's 14 & 15) is er 1 locatie bekend waar gebruik gemaakt is van een ander materiaal.

Bij de aanleg van ecoduikers is alleen gebruik gemaakt van beton. Bij geen van de onderzochte tunnels was er sprake van zichtbare schade aan de tunnel zelf. Hieruit blijkt dat zowel metaal als beton sterk genoeg zijn als materiaal voor de aanleg van amfibieëntunnels. Wegens de grotere koudegeleiding, hetgeen tot bevriezing kan leiden, van metalen tunnels (Stolz & Podlousky, 1983), wordt de voorkeur gegeven aan betonnen tunnels.



Foto 14: Gebruik van metalen tunnel



Foto 15: Gebruik van betonnen tunnel

4.4.3 Profiel amfibieëntunnel

Van de 63 onderzochte amfibieëntunnels (excl. 5 ecoduikers & 1 bermbrug waarbij geen profiel is vastgesteld) heeft 55% een vierkant of rechthoekig profiel, ongeveer 37% heeft een rond profiel.

Halfronde profielen zijn tijdens het onderzoek slechts op 2 locaties aangetroffen. Bij de onderzochte bermbrug en ecoduikers is geen profiel vastgesteld. Bij 33 van de tunnels met een vierkantig of rond profiel waren geen maatregelen genomen voor een naadloze aansluiting op de tunnelingang. Bij tunnels met een vierkant profiel kan de geleiding, zonder veel problemen, naadloos aangesloten worden op de tunnelingang. Aansluiting van de geleiding op ronde tunnelingen vormt echter vaak een probleem.



Foto 16: Met het aanbrengen van een (houten) balk, is hier een tijdelijke oplossing gevonden voor het niet aansluiten van de geleiding op een ronde tunnel.

Hier ontstaan vaak gaten en kieren bij de ingang van de tunnel, waardoor amfibieën de tunnelingang mis lopen. Op 2 locaties zijn (tijdelijke) maatregelen getroffen om de geleiding naadloos aan te laten sluiten op de tunnelingang (*foto 16*).

Zoals in § 3.2.2 al is gebleken is het loopvlak van een ronde tunnel kleiner dan het loopvlak van een tunnel met een vierkant profiel. Omdat amfibieën de neiging om tegen ronde wanden op te klimmen, worden ronde tunnels als minder optimaal beschouwd ten opzichte van tunnels met een vierkant profiel.

Op enkele locaties waar gebruik gemaakt is van een ronde tunnel, is gekozen om de buis voor een deel met zand op te vullen (*zie foto 17*). Hierdoor ontstaat een breder loopvlak, wat een positief effect heeft op het gebruik van de tunnel. Omdat het loopvlak in de tunnel nu effen is, hebben amfibieën minder de neiging om tegen de wanden op te lopen en zullen daardoor sneller door de tunnel heen lopen. Het nadeel van deze maatregel is het negatieve effect op de lichtinval in de tunnel. Wanneer een deel van de tunnel opgevuld wordt met zand, zal de diameter van de buis verkleind worden.



Foto 17: Door een deel van de ronde tunnel op te vullen met zand, wordt het loopvlak voor amfibieën vergroot

Hierdoor zal er minder licht aan het uiteinde van de tunnel waarneembaar zijn en zal er alsnog in de diameter gecompenseerd moeten worden.

4.4.4 Lengte-diameterverhouding

De lengte van een tunnels dient beperkt te worden tot de breedte van de te overbruggen barrière. Tunnels dienen niet onnodig lang te zijn. Door een tunnel haaks op de lengterichting van de barrière aan te leggen, zal de lengte van een tunnel beperkt blijven, wat een positief effect heeft op de acceptatie van de tunnel.

Om te voldoen aan de voorwaarde voor voldoende lichtinval aan het einde van de tunnel, dient een bepaalde verhouding, tussen de lengte en de diameter van de tunnel, aangehouden te worden (*zie § 3.2.3*). Een tunnel met een beperkte lengte en een grote diameter zal meer lichtinval hebben en daardoor eerder gebruikt worden dan een zeer lange tunnel met een kleine diameter.

Op een tweetal locaties (4 & 17) zijn tunnels aangetroffen die diagonaal op de richting van de barrière aangelegd zijn. Hierdoor waren deze tunnels langer dan wanneer deze haaks op de barrière geplaatst waren.

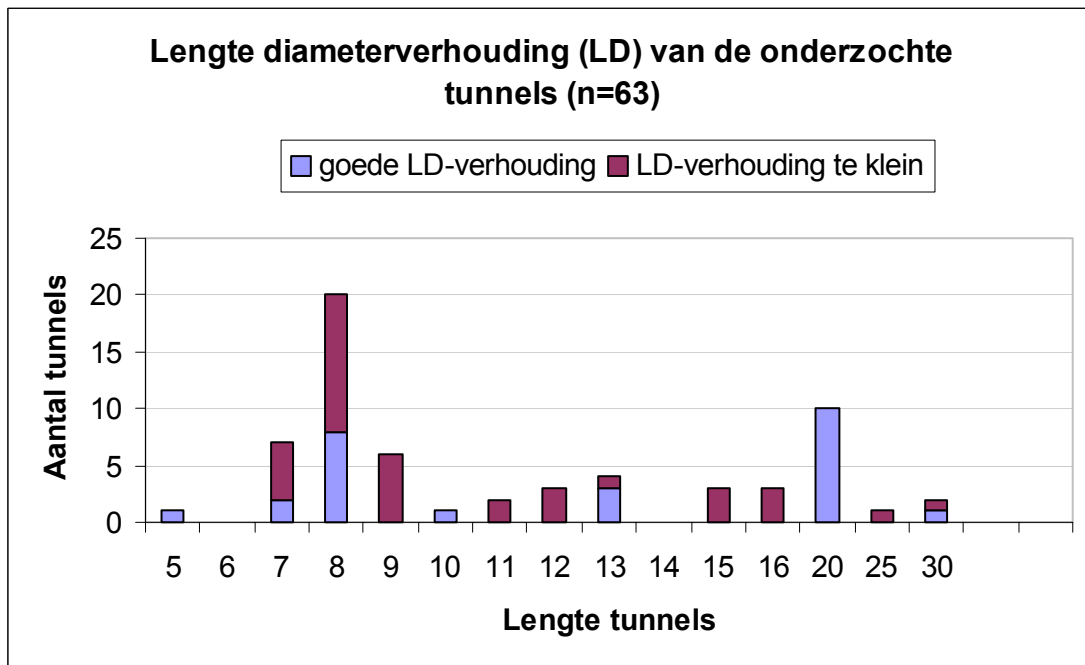
Een verkeersweg wordt bij een intensief gebruik gezien als een absolute barrière, daarnaast kunnen druk gebruikte parallelwegen en fietspaden ook als barrière gezien worden. Voetpaden en bospaden worden echter extensief gebruikt en vormen dus ook geen barrière voor migrerende amfibieën.

Op 3 locaties zijn tunnels aangetroffen die onder dergelijke extensief gebruikte paden doorliepen. Hierdoor is de lengte van de tunnel onnodig vergroot, met als gevolg dat deze tunnels minder snel gebruikt zullen worden door amfibieën. Op locaties waar de tunnels onnodig onder extensief gebruikte paden of diagonaal aangelegd zijn, is geen compensatie in de diameter geconstateerd.

Ondanks de grote invloed van de lengte diameterverhouding van een tunnel op lichtinval en daarmee de acceptatie van een tunnel wordt er op meerdere locaties een te kleine diameter aangehouden.

Van de onderzochte amfibieëntunnels voldeed 54% niet aan de voorgeschreven lengtediameter verhoudingen. Bij deze tunnels was de diameter te klein ten opzichte van de lengte.

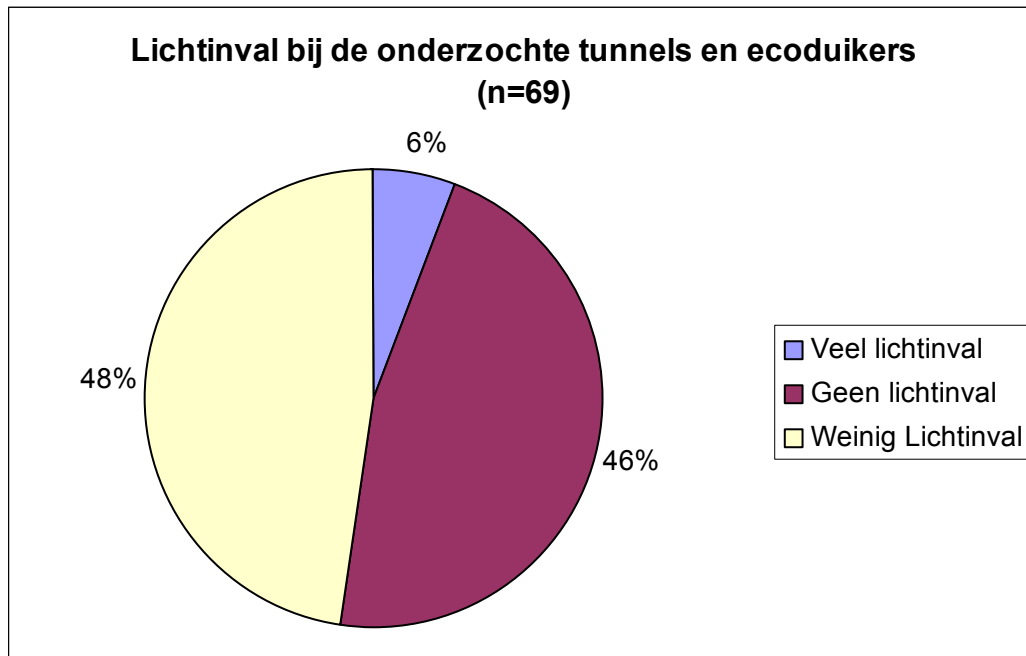
In de onderstaande grafiek (zie *figuur 9*) staat per tunnallengte aangegeven hoeveel tunnels er wel of niet aan de lengte diameterverhouding voldeden. In deze grafiek zijn alleen de onderzochte amfibieëntunnels opgenomen, aangezien de verhouding van lengte en diameter bij ecoduikers en bermbruggen niet van toepassing is.



Figuur 9: Lengte diameterverhouding bij de onderzochte tunnel

4.4.5 Lichtinval

Zoals in de vorige paragraaf al besproken is, is lichtinval aan het einde van de tunnel afhankelijk van de lengte diameterverhouding. Wanneer er de diameter te klein is ten opzichte van de lengte van een tunnel, kunnen voorzieningen als roosters aangebracht worden.



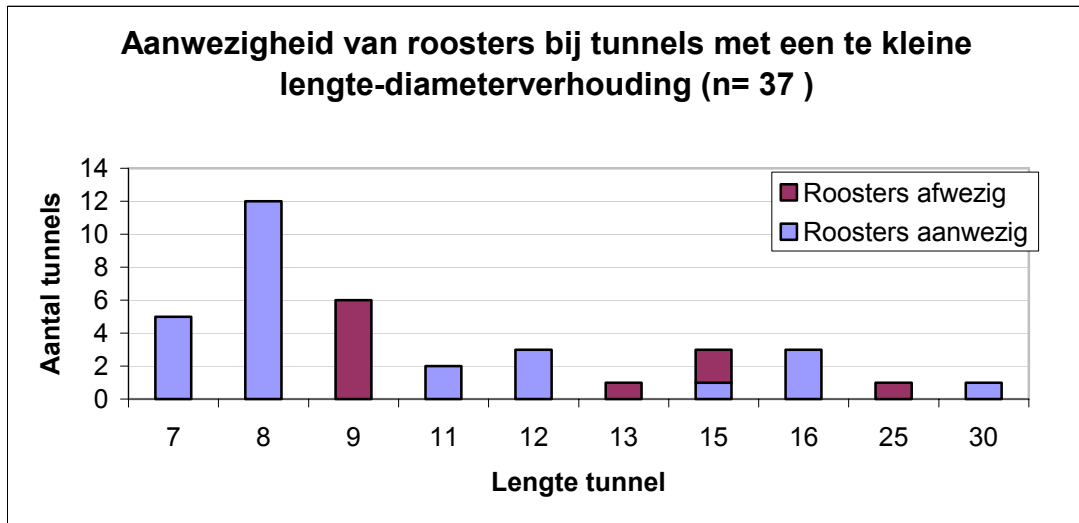
Figuur 10: hoeveelheid lichtinval

Als gevolg van achterstallig onderhoud, kan een tunnel ondanks een juiste lengte diameterverhouding of de aanwezigheid van roosters, ongeschikt bevonden worden t.a.v. lichtinval. In de onderstaande figuur staan de percentages weergegeven van de hoeveelheid lichtinval bij de onderzochte tunnels (zie *figuur 10*). Zoals in 4.4.4 al gebleken is voldoet 46% (32 van de 69 tunnels) aan de juiste lengte diameterverhouding voor voldoende lichtinval aan het uiteinde van de tunnel.

Van deze 32 tunnels waren er bij 7 tunnels roosters aangebracht, waardoor er, naast het feit dat amfibieën licht aan het einde van de tunnels zien, ook in de rest van de tunnel voldoende lichtinval gerealiseerd wordt. Bij de overige tunnels waren geen roosters aangebracht, maar omdat hier rekening gehouden is met de lengte diameter verhouding zullen deze tunnels alsnog goed functioneren.

Van de 37 tunnels met een te kleine lengte diameterverhouding werd bij 70% (26 tunnels) voldoende lichtinval gerealiseerd door de aanwezigheid van roosters.

Bij de overige 11 tunnels waren geen voorzieningen getroffen voor lichtinval (zie *figuur 11*). De effectiviteit en daarmee het functioneren van deze tunnels wordt, vanwege een te kleine lengte diameterverhouding en de afwezigheid van roosters, ernstig betwijfeld.



Figuur 11: aantal tunnels met een te kleine lengte diameterverhouding waarbij extra voorzieningen zijn aangebracht t.b.v. lichtinval

4.4.6 Overig:

Tunnels die onder het maaiveld liggen hebben vaak te maken met het probleem dat gedurende de natte perioden, water in de tunnel blijft staan en er niet uit kan lopen. Om met stagnatie van water rekening te houden, kan in deze tunnels een gradiënt van 1% aangebracht worden.

4.4.7 Overzicht van de onderzochte tunnels

In de onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste eigenschappen die bij tunnels te onderscheiden zijn. Deze eigenschappen zijn beoordeeld op het wel of niet voldoen aan de voorwaarden die gesteld worden voor het optimaal functioneren van een amfibieëntunnel. Bij enkele eigenschappen is het wel of niet voldoen aan de voorwaarden niet direct te relateren aan het niet functioneren van een tunnel. In deze gevallen voldoet de locatie gedeeltelijk aan de voorwaarden, kleine aanpassingen of onderhoud zijn hier noodzakelijk om geheel te voldoen aan gestelde voorwaarden.

Tabel 3: overzicht en beoordeling van de onderzochte tunnels.

Naam gebied	Locatie	Aantal tunnels	Vorm	LD verhouding	Bovenkant tunnel	Lichtinval	Geleiding sluit aan op tunnel	Tunnelingang vrij toegankelijk
Visvliet	1	○	○	○	○	○	○	○
Marum A7	2		NVT	●	NVT	●	○	●
Marum oost	3	●	●	●	○	○	○	●
Veenhuizen	4	●	○	●	○	○	○	○
Zijsterdiep	5	○	●	●	○	●	○	●
Kleitrentunnel	6	○	●	●	○	●○	○	●
Nieuwe Schans	7	○	○	●	○	○	○	●
Staphorst	8	●	○	●	○	○	●	●
de Wijk	9	○	○	○	○	○	●	●
Amersfoort	10	○	●	●○	●	●○	○	●○
Stoutenbrug	11	○	●	●	○	○	●	○
Cattepoelseweg	12	NVT						
Deelenseweg	12							
Korenmaat	13	●	●	○	●	●○	○	○
Pannerden	14	●	●	●	○	○	NVT	NVT
Beek	15	●	●	●○	●	●○	●	●
Lingedijk	16	○	●	●	○	○	○	●
Heilige Landstichting	17	●	○	●○	●	●	●	●
Hatertse Vennen	18	○	○	●	●	●○	●	●
Grubbenvorst	19	○	●	○	●	●○	○	○
St. Odiliënberg	20	●	●	○	●	●○	●	●
Meinweg	21	●	○	○	○	○	●	●
Thull	22	○	●	○	●	●○	●	○
Wijlre	23	●	●	○	●	●○	○	○
Simpelveld	24	●	●	○	●	●○	●	●

Legenda:

- Voldoet aan voorwaarden
- Voldoet niet aan voorwaarden
- Voldoet gedeeltelijk aan voorwaarden
- NVT Niet van toepassing

4.5 Staat van de voorzieningen & onderhoud

4.5.1 Inleiding

Na de aanleg van faunavoorzieningen als amfibieëntunnels is het van groot belang alle onderdelen van het systeem te onderhouden. Het niet functioneren van één onderdeel van het systeem kan een groot effect hebben op het functioneren van het geheel. Voornamelijk bij het gebruik van zwakke materialen, dient rekening gehouden te worden met slijtage en vernieling. Voor de aanvang van de trekperiodes dienen alle onderdelen van het systeem gecontroleerd te worden op gebreken. Wanneer noodzakelijk, kunnen beschadigde delen gerepareerd of vervangen worden.

Door het gehele tunnelsysteem regelmatig te controleren en onderhouden, kan het optimaal functioneren gegarandeerd worden.

4.5.2 Geleiding

Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat één van de zwakste onderdelen van een tunnelsysteem de geleiding is.

Materialen als plastic doek en kunststof worden veelvuldig gebruikt, maar beschadigen snel, waardoor de effectiviteit van een geleidingswand snel terugloopt.

In veel gevallen is de slechte staat van de geleiding te wijten aan het ontbreken van onderhoud. Naast kleine gaten en kieren in de wand zelf waar amfibieën door geleidingswand heen konden kruipen, waren op enkele locaties hele delen van de geleiding verdwenen (*foto's 18 & 19*).



Foto's 18 & 19: Achterstallig onderhoud bij houten en kunststof geleidingswanden.

Van de gebruikte materialen, bleken metalen geleidingswanden de minste gebreken te vertonen. Metaal kan dan ook als één van de meest onderhoudsvriendelijke materialen gezien worden (*zie tabel 4*). Voorwaarde bij het gebruik van metalen wanden is de aanwezigheid van een kunststofplaat aan de onderzijde van de geleidingswand. Deze kunststofplaat dient echter wel regelmatig gecontroleerd (en onderhouden) te worden.

Tabel 4. Gebruikte materialen en het voorkomen van gebreken.

Materiaal	Aantal locaties	Aanwezigheid gebreken (%)
Hout	1	100%
Metaal (plaat)	1	0%
Metaal gaas & kunststof	2	0%
Metaal gaas	5	20%
Polymeer (met plastic versterkt beton)	2	50%
Plastic (antiwortel-) doek	4	50%
Kunststof	5	75%
Geen geleiding	5	N.v.t.

4.5.3 Aansluitelementen & tunnelingang

Aansluitelementen worden aangelegd op plaatsen waar de geleiding overgaat in de tunnelingang. Het functioneren van deze aansluitelementen is van groot belang voor het gebruik van de tunnel. Wanneer er bij de aanleg rekening gehouden wordt met materiaalkeuze van de aansluitelementen en plaatsing ervan, kunnen aansluitelementen (bijna) onderhoudsvrij worden aangelegd.

Wanneer de geleiding niet aansluit op de tunnelingang (*foto 20*), of wanneer een aansluitelement niet kan functioneren (*foto 21*), kunnen amfibieën geen gebruik maken van de getroffen voorzieningen.

Gezien het belang van het functioneren van deze aansluitelementen, dienen deze regelmatig gecontroleerd en onderhouden te worden.



Foto 20: Aansluitelement sluit niet aan op de tunnel



Foto 21: Achterstallig onderhoud van een aansluitpunt, waardoor de tunnel niet meer toegankelijk is

Wanneer er geen aansluitementen gebruikt worden bij de tunnelingang, ontstaan al snel problemen met de toegankelijkheid van de tunnel. Verzakking treedt op bij tunnelingangen waarbij de grond is weggespoeld door regen. Hierdoor ontstaat er bij de ingang een opstaande rand ontstaan, waardoor amfibieën de tunnelingang niet kunnen vinden (*foto 22*). Ook kan het voorkomen dat de ingang van een tunnel dichtslibt met zand of blad (*foto 23*).

Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat zowel, de aansluitementen als de toegankelijkheid van de tunnel niet gecontroleerd of onderhouden worden.



Foto 22: Achterstallig onderhoud bij de ingang van deze tunnel. De tunnelingang is niet te bereiken voor niet springende amfibieën (padden en salamanders)



Foto 23: Tunnel is grotendeels dichtgeslibd met zand.

4.5.4 Looppad

Voor het goed functioneren van een geleidingswand is het belang dat amfibieën gebruik kunnen maken van het naastgelegen looppad. Op dit looppad mogen geen obstakels aanwezig zijn zodat amfibieën ongehinderd de geleidingswand kunnen blijven volgen.

Ook moet het looppad vrij blijven van hoog opgaande vegetatie, direct langs, of tegen de geleidingswand. Amfibieën kunnen via deze vegetatie over de geleiding heen klimmen, waardoor de geleidingswand niet meer als barrière kan fungeren.

Onderhoud dient erop gericht te zijn om een strook van circa 1 meter vrij te houden van hoog opgaande vegetatie. Wanneer de vegetatie op de eerste 30 cm vanaf de geleiding, regelmatig onderhouden wordt, zal het looppad een geleidende werking hebben.

Afhankelijk van de groeisnelheid van de vegetatie kan voldaan worden met het 1 tot 4 maal per jaar maaien van het looppad.

Slechts op 5 van deze 19 locaties waar geleidingswanden zijn aangebracht, was het looppad onderhouden en vrij van vegetatie (*foto's 24*). Op de overige locaties groeide de vegetatie tegen de geleiding op of er overheen (*foto's 25*). Op alle overige locaties was, op het moment van bezoek, geen looppad te onderscheiden.



Foto's 24 & 25: Locaties waar de vegetatie als gevolg van achterstallig onderhoud over de geleiding heen groeit (boven) en waar het looppad goed onderhouden is (onder).



4.5.5 Lichtinval

Lichtinval in de tunnel is één van de voornaamste voorwaarden voor het functioneren van een amfibieëntunnel.

Wanneer er voor de tunnel een te kleine lengte diameterverhouding aangehouden wordt, zullen amfibieën een tunnel weigeren omdat er geen licht aan het einde van de tunnel zichtbaar is. Wanneer er niet gecompenseerd kan worden in de diameter van de tunnel ten opzichte van de lengte, kunnen roosters een uitkomst bieden. Deze roosters liggen aan de bovenzijde van de tunnel en kunnen, afhankelijk van het gebruikte model veel of weinig licht doorlaten.

Roosters zijn gevoelig voor dichtslibben en moeten regelmatig

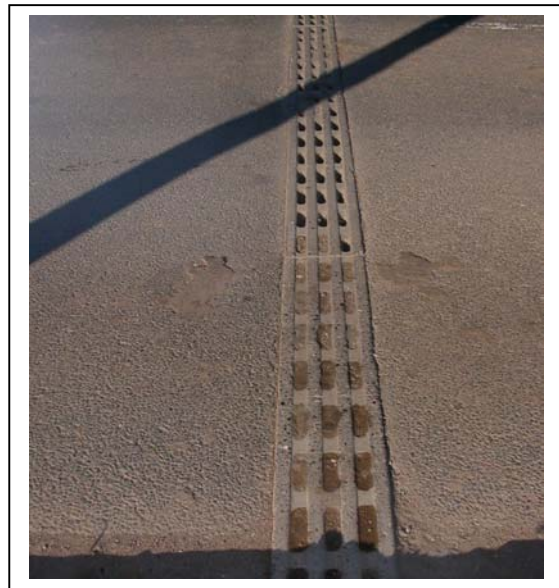


Foto 26: Dichtgeslibd rooster bij amfibieëntunnel met een breedte van 20cm.

gecontroleerd worden. Daarnaast dient bij het gebruik van roosters rekening gehouden te worden met het feit dat hierdoor ook de tunnel zelf kan dichtslibben met zand of blad dat door de roosters heen valt. Roosters met slechts enkele openingen voorkomen dat een tunnel snel dichtslibt. Nadeel van deze roosters is dat deze zelf eerder gevoelig zullen zijn voor dichtslibben en minder licht doorlaten.

Tijdens het onderzoek werden op 34 locaties tunnels met roosters aangetroffen. Op enkele locaties waren, op moment van bezoek, zowel tunnels als roosters dichtgeslibd met blad of zand.

Bij tunnels met een breedte van 20 cm worden roosters met een kleine afstand tussen de spijlen toegepast. Voornamelijk bij deze kleine tunnels waren roosters dichtgeslibd (foto 26).



Foto 27: Bladinval bij rooster met grote onderlinge afstand van spijlen

Roosters die gebruikt worden voor de beveiliging van zijwegen hebben een vaak een vrij grote afstand tussen de spijlen (6 cm) en raken daardoor minder snel verstopt met zand of blad. Wel zijn hier de tunnels of onderliggende goten gevoeliger voor het invallen van blad, wat op een tweetal locaties ook geconstateerd werd (foto 27).

5 Controlelijst bij aanleg en onderhoud van de voorzieningen

Wanneer er, gedurende de migratieperiode, grote aantallen amfibieën slachtoffer worden als gevolg van verkeer, dient gekeken te worden naar de mogelijkheden voor de aanleg van amfibieëntunnels.

Hoewel de locatie en lokale omstandigheden van groot, zo niet doorslaggevend belang zijn bij de aanleg van een amfibieëntunnel, zijn er enkele punten te noemen die op iedere amfibieëntunnel van toepassing zijn.

Zoals uit de voorgaande hoofdstukken al gebleken is, kan het niet functioneren van één van de onderdelen een groot effect hebben op het functioneren van het geheel. Hieronder is een controle lijst samengesteld met daarin de punten die gebruikt kunnen worden bij aanvang van de aanleg van een amfibieëntunnel, of bij het onderhoud van een bestaande amfibieëntunnel.

Algemeen			
1	Er vallen hoge aantallen slachtoffers onder de migrerende amfibieën.	Ja	Ga naar 1b
		Nee	Er is hier geen noodzaak voor het aanbrengen van voorzieningen.
1b	Over de gehele lengte van de migratiezone worden voorzieningen getroffen.	Ja	Ga naar 2
		Nee	Maatregel: Wanneer slechts een deel van de migratiezone afgeschermd wordt, dienen maatregelen getroffen te worden om te voorkomen dat amfibieën om de geleiding heen lopen en dient een minimale afstand (<50 m) tussen de tunnels aan gehouden te worden.

2	Zijwegen aanwezig	Ja	Ga naar 2b
		Nee	Ga naar Geleiding punt 1
2b	De aanwezige zijwegen zijn voldoende beveiligd	Ja	Ga naar Geleiding punt 1
		Nee	Maatregel: Zijwegen dienen beveiligd te worden. Afhankelijk van de verkeersintensiteit kan gekozen worden voor nevenwanden of geleidingsgoten.

Geleiding			
1	Geleiding ontsluit de gehele migratiezone	Ja.	Ga naar punt 2.
		Nee	Ga naar 1b
1b	Zijn er keerelementen, of stopwanden in combinatie met een tunnel aanwezig	Ja.	Ga naar punt 2.
		Nee	Maatregel: Aanbrengen van keerelementen of stopwanden in combinatie met een tunnel.
2	De geleiding staat onder een hoek van 45 ° - 60 ° op de migratierichting	Ja.	Ga naar punt 3.
		Nee	Ga naar 2b.

	2b	Er zijn geleidingselementen aanwezig.	Ja	Ga naar punt 3
			Nee	Maatregel: Aanbrengen van aansluitelementen als zwaluwstaarten, scheidingsvinnen.
3		Amfibieën kunnen alsnog op de weg terechtkomen.	Ja	Ga naar 3b
			Nee	Ga naar 4
	3b	Amfibieën zijn in staat om vanaf de weg terug achter de geleidingswand te komen	Ja	Ga naar 4
			Nee	Maatregel: Door boogvormige geleidingselementen aan te brengen, of door de bovenzijde van de geleidingswand op gelijke hoogte als de weg te houden, kunnen amfibieën terug achter de geleidingswand keren.
4		De geleidingswand is 50 cm, of hoger	Ja	Ga naar punt 5
			Nee	Ga naar punt 4b
	4b	Er is een overstaande rand aanwezig	Ja	Ga naar punt 5
			Nee	Maatregel: Aanbrengen van overstaande rand. Indien dit niet mogelijk is dient de geleiding vervangen te worden door een hogere geleidingswand.
5		Het looppad is (min 30 cm breed) vrij van vegetatie	Ja	Ga naar punt 6
			Nee	Ga naar 5b
	5b	Er wordt regelmatig onderhoud gepleegd	Ja	Maatregel: Het looppad dient vaker gecontroleerd en onderhouden te worden.
			Nee	Maatregel: Het looppad dient gecontroleerd en onderhouden te worden.
6		Aanwezigheid van oneffenheden in de geleiding	Ja	Ga naar punt 6b
			Nee	Ga naar punt 7
	6b	Incidentele beschadiging	Ja	Maatregel: De beschadigde delen van de geleidingswand dienen direct vervangen of gerepareerd te worden.
			Nee	Maatregel: Regelmatige controle en onderhoud zijn noodzakelijk om beschadigingen aan te tonen en te verhelpen.
7		Sluit de geleiding naadloos aan op de tunnelingang	Ja	Ga naar punt 8
			Nee	Ga naar punt 7b
	7b	Aansluitelementen aanwezig	Ja	Maatregel: De aansluitelementen werken dienen regelmatig gecontroleerd en onderhouden te worden.
			Nee	Maatregel: Er dienen voorzieningen aangebracht te worden die voor een naadloze aansluiting op de tunnel.

8	De tunnel is vrij toegankelijk	Ja	Ga naar Tunnel, punt 1
		Nee	Maatregel: Regelmatige controle en onderhoud zijn noodzakelijk voor het optimaal functioneren van een tunnel

Tunnel			
1	De tunnel heeft een vierkant profiel	Ja	Ga naar 2
		Nee	Ga naar 1b
1b	De tunnel heeft een rond profiel, waarbij het loopvlak aangepast is.	Ja	Ga naar 2
		Nee	Maatregel: Door een deel van de tunnel op te vullen met zand, wordt voorkomen dat amfibieën tegen de tunnelwand proberen te klimmen.

2	De amfibieëntunnel voldoet aan de gestelde lengte diameterverhouding	Ja	Ga naar Onderhoud
		Nee	Ga naar 2b
2b	De lengte van de tunnel kan gecompenseerd worden in de diameter.	Ja	Ga naar Onderhoud
		Nee	Ga naar 3

3	De weg wordt intensief gebruikt	Ja	Bij een intensief gebruikte wegen (b.v.snelweg) is het niet altijd mogelijk/wenselijk om extra voorzieningen te treffen. Voor het optimaal functioneren van een amfibieëntunnel dient de lengte gecompenseerd met de diameter van de tunnel.
		Nee	Ga naar 3b
3b	De weg wordt extensief gebruikt; er zijn roosters aangebracht	Ja	Ga naar Onderhoud
		Nee	Maatregel: Bij extensief gebruikte wegen kan lichtinval in de tunnel gerealiseerd worden door het aanbrengen van roosters.

Onderhoud			
1	Er is bij de aanleg rekening gehouden met onderhoud van de voorzieningen	Ja	Ga naar 2
		Nee	Ga naar 1b
1b	Er zijn afspraken gemaakt m.b.t. de verantwoordelijkheid voor het functioneren van de getroffen voorzieningen	Ja	Ga naar 2
		Nee	De wegbeheerder verantwoordelijk voor het goed functioneren van de voorzieningen. Wanneer de eigendomssituatie van de weg verandert, is de nieuwe wegeigenaar verantwoordelijk voor de controle op en het onderhoud van de voorzieningen.
2	Er worden bij iedere controle op de voorzieningen gebreken aangetroffen	Ja	Ga naar 2b
		Nee	
2b	De gebreken zijn incidenteel (ongeluk, vernieling ed.)	Ja	Maatregel: Beschadigingen dienen direct vervangen te worden. Er is geen noodzaak om de voorzieningen vaker te controleren.
		Nee	Maatregel: Wanneer er (vaak) sprake is van gebreken duidt dit op achterstallig onderhoud. Zowel de frequentie van controle als die van onderhoud dient verhoogd te worden.

6 Conclusies en Aanbevelingen

Van de 24 onderzochte locaties blijken slechts enkele optimaal te kunnen functioneren. Dit is vooral te wijten aan de slechte staat of zelfs het ontbreken van geleidings- en aansluitelementen en de vele onbeveiligde zijwegen en opritten die de effectiviteit van de geleiding sterk verlagen.

Omdat er bij de aanleg van de voorzieningen onvoldoende rekening gehouden is met de acceptatie-eisen van amfibieën, kan een groot aantal tunnels niet functioneren. Ook constructiefouten zorgen ervoor dat er geen gebruik gemaakt kan worden van de aangebrachte voorzieningen. De onderzochte tunnelsystemen en de geleidingsschermen verkeren grotendeels in een slechte tot zeer slechte staat. Naast constructiefouten, wordt achterstallig onderhoud als voornaamste oorzaak gezien voor een negatieve beoordeling van de onderzochte voorziening.

Hoewel niet alle tunnels in Nederland zijn onderzocht (er werd in 7 provincies onderzoek verricht), kunnen de resultaten uit dit onderzoek wel beschouwd worden als een representatieve steekproef voor heel Nederland.

Bij opritten en zijwegen worden de geleidingsschermen vanwege verkeerstechnische redenen te vaak onderbroken, zonder passende voorzieningen (geleidingsgoten / nevenwanden) lopen de dieren hier alsnog de weg op om daar vervolgens doorgereden te worden. Elk geleidingssysteem is zo sterk als de zwakste schakel.

- **Aanbeveling 1:** Bij de aanleg van geleidingssystemen (schermen) dienen zijwegen en opritten adequaat beveiligd te worden met passende voorzieningen.

Zonder inspectie en regelmatig onderhoud is de aanleg van een tunnel- en geleidingssysteem zinloos. Van de onderzochte geleidingswanden bleek bijna 50% gebreken te vertonen. Op deze plaatsen zal een aanzienlijk deel van de migrerende amfibieën alsnog op de weg terecht komen. Gebreken bestonden voornamelijk uit de aanwezigheid van gaten en kieren in de geleidingswand, het ontbreken van geleidingswanden of hele delen daarvan. Op veel plaatsen groeide vegetatie over de geleiding heen. Door achterstallig onderhoud aan de aansluitelementen en de tunnels zelf, waren tunnels niet meer toegankelijk, of sloten de aansluitelementen niet meer aan op de tunnelingang.

- **Aanbeveling 2:** Bij de aanleg van tunnelsystemen dient het onderhoud en de jaarlijkse inspectie geregeld en tevens gebudgetteerd te worden. Voor de materiaalkeuze dient men te kiezen voor duurzame materialen, die hiervoor speciaal ontworpen zijn. Pragmatische en vaak meer goedkope oplossingen zijn te onderhoudsgevoelig.

Amfibieëntunnels zijn vaak (54 % van de onderzochte tunnels) te klein gedimensioneerd. Er wordt te weinig rekening gehouden met één van de voornaamste randvoorwaarden van het functioneren van een tunnel; lichtinval. De lengte- diameterverhouding is met name bij de kleinere elementen (30 en 40 cm) onvoldoende in verhouding tot de lengte.

- **Aanbeveling 3:** Het gebruik van elementen van 40 cm dient beperkt te worden tot tunnel korter dan 5 meter. Bij langere lengtes dienen bredere en hogere tunnels te worden gebruikt (*zie tabel 1 blz. 10*). Het gebruik van open roosters kan de acceptatie van smalle tunnelementen aanzienlijk verhogen.

Op enkele locaties zijn tunnels onnodig lang aangelegd. Naast het diagonaal aanleggen van tunnels, werden ook onnodig lange tunnels aangetroffen die onder voet- of bospaden doorliepen. Dit onnodig verlengen verlaagt de effectiviteit aanzienlijk

- **Aanbeveling 4:** Het diagonaal aanleggen van een amfibieëntunnel dient beperkt te worden tot plaatsen waar de trekrichting anders ernstig verstoord wordt of wanneer er geen ruimte is voor voorzieningen om amfibieën d.m.v. geleiding naar de tunnelingang te leiden. Extensief gebruikte bospaden/wandelpaden vormen geen directe bedreiging voor trekkende amfibieën en de lengte van een tunnel hoeft hier niet op aangepast te worden.

Door de lengte van de geleidingswand aan te passen aan de breedte van de migratiezone, worden alle migrerende amfibieën opgevangen door de geleidingswand en naar de tunnelingang geleid. Door de geleidingswand onder een hoek van 45-60 graden op de migratierichting te plaatsen, worden de migrerende amfibieën zo min mogelijk verstoord in hun natuurlijke (trek)gedrag.

- **Aanbeveling 5:** Wanneer het vanwege plaatsgebrek niet mogelijk is om de hoek van het scherm aan te passen aan de migratierichting, of de hele migratiezone af te schermen dienen extra voorzieningen als keerelementen, stopwanden en zwaluwstaarten aangebracht te worden. Deze voorzieningen bevorderen de geleidende werking van een systeem en voorkomen dat een deel van de migrerende amfibieën alsnog op de weg terecht komt. Slechts op enkele locaties zijn dergelijke voorzieningen aangetroffen.

Een provinciaal of landelijk overzicht of een centraal meldpunt van de exacte ligging van paddentunnels ontbreekt. Dit bemoeilijkt onderhoud en regelmatige controle door de wegbeheerder.

- **Aanbeveling 6:** Instelling van een centraal meldpunt op provinciaal niveau met data over de onderhoudstoestand en de ligging van faunavoorzieningen.

Op plaatsen waar slechts een beperkt aantal tunnels (1 of 2) aangelegd zijn en waarbij een tunnel niet kan functioneren als gevolg van een te kleine lengte diameterverhouding of achterstallig onderhoud, kunnen amfibieën geen gebruik maken van de getroffen voorzieningen.

- **Aanbeveling 7:** Door de aanleg van meerdere tunnels per locatie kunnen amfibieën, bij het niet functioneren van 1 tunnel altijd uitwijken naar een andere tunnel. Ook zal de migratierichting minder verstoord worden wanneer amfibieën minder ver hoeven af te wijken van de oorspronkelijke migratierichting en gebruik kunnen maken van de dichtstbijzijnde tunnel.

Literatuur

Amstel, C.A. van & R.J.F. van der Beek, 2000. Amfibieënwerkgroep en overzetmaatregelen. Stichting RAVON & van Hall Instituut.

Anonymus, 2002. Amfibieën onderweg. Maatregelen voor de bescherming van amfibieën op onze wegen. Ministerie van de Vlaamse gemeenschap.

Bugter, R.J.F. & C.C. Vos, 1997. Amfibieën en verkeerswegen; een modelstudie naar het effect van verminderen of compenseren van barrièrewerking. Rapportnummer W-DWW-97.036; DWW, Delft & IBN, Wageningen.

Creemers, R.C.M., 1994. Amfibieën in uiterwaarden. Voortplantingsplaatsen van amfibieën in uiterwaarden. Werkgroep Dieroecologie KUN / Ministerie van LNV, Directie W&T / Stichting ARK.

Dexel, R. & G. Kneitz, 1987. Zur Funktion von Amphibienschutzanlagen im Straßenbereich. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 516, 93 p.

Esterik, N. van, G. Martens, A. Zonderland & A. Zuiderwijk, 1988. Paddentunnels in Overveen. Herpetologische Studiegroep Noord-Holland & HGD, Amsterdam.

Glandt, D., N. Schneeweiß, N. Geiger & A. Kronshage, 2003. Beiträge zum Technischen Amphibieenschutz. Zeitschrift für Feldherpetologie, Supplement 2. 214 p.

Hoogerwerf, G., 2003. Eisen aan amfibieëntunnels. Natuurbalans, Nijmegen.

Janssen, A.A.A.W., 1994. Dassentunnels in Nederland; een inventarisatie en evaluatie. Verslagen Milieukunde nr. 74, KU Nijmegen.

Polivka, R., U. Kist, B. Groß & B. Beinlich, 1991. Zur Funktionsfähigkeit von ACO-Amphibienschutzanlagen an zwei Kreisstraßen im Landkreis Marburg-Biedenkopf. Natur und Landschaft 66.

Scholte, P., 1982. Paddenbescherming door snelheidsbeperking. De Levende Natuur 84(2): 55-59.

Sermet, E., 1971. Protection des amphibiens contre les dangers de la route. Schweizer natuurschutz 37(5) : 208-212.

Stolz, F.M. & R. Podlucky, 1983. Krötentunnel als Schutzmassnahme für wandernde Amphibien, dargestellt am Beispiel von Niedersachsen. Informationsdienst Naturschutz 3. Nr. 1. Niedersächsisches Landesverwaltungsamt, Fachbehörde für Naturschutz. Hannover.

Vos, C.C. & J.P. Chardon, 1994. Herpetofauna en verkeerswegen; een literatuurstudie. Rapportnummer W-DWW-94.730; DWW, Delft & IBN, Wageningen.

Vries, J.G. de , 1999. Ontsnippering; Versnipperd Nederland. Uitgave van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.

Wijnands, H.E.J., 1984. Bescherming van amfibieën tegen het verkeer. Wetenschappelijke mededelingen K.N.N.V. nr 162.

Bijlage 1: overzicht van de onderzochte amfibieëntunnels.

Locatie nummer	Provincie	Naam gebied	Materiaal	Profiel	Bovenkant tunnel	Lengte tunnel (meter)	Breedte tunnel (cm.)	LD verhouding	Lichtinval	Aansluiting op tunnel (dmv elementen of geleiding)
1	Groningen	Visvliet	Beton	Rond	Afgesloten	25	25	Te klein	Geen	Afwezig
2	Groningen	Marum A7	Beton	Bermbrug	nvt	60	15 meter	Goed	Veel	Afwezig
3	Groningen	Marum oost	Beton	Ecoduiker	Afgesloten	18	30 (2x)	Goed	Geen	Afwezig
	Groningen	Marum oost	Beton	Ecoduiker	Afgesloten	35	30 (2x)	Goed	Geen	Afwezig
	Groningen	Marum oost	Beton	Ecoduiker	Afgesloten	10	30 (2x)	Goed	Geen	Afwezig
4	Drenthe	Veenhuizen	Beton	Rond	Afgesloten	13	50	Goed	Geen	Afwezig
	Drenthe	Veenhuizen	Beton	Rond	Afgesloten	13	30	Goed	Geen	Afwezig
	Drenthe	Veenhuizen	Beton	Rond	Afgesloten	13	30	Te klein	Geen	Afwezig
	Drenthe	Veenhuizen	Beton	Rond	Afgesloten	13	50	Goed	Geen	Afwezig
5	Groningen	Zijlsterdiep	Beton	Ecoduiker	Afgesloten	30	40	Goed	Veel	Afwezig
6	Groningen	Kleitreintunnel	Beton	Ecoduiker	Afgesloten	30	60 x 60	Goed	Weinig	Afwezig
7	Groningen	Nieuwe Schans	Metaal	Rond	Afgesloten	30	40	Te klein	Geen	Afwezig
8	Drenthe	Staphorst	Beton	Rond	Afgesloten	8	40	Goed	Geen	Aanwezig
	Drenthe	Staphorst	Beton	Rond	Afgesloten	8	40	Goed	Geen	Aanwezig
	Drenthe	Staphorst	Beton	Rond	Afgesloten	8	40	Goed	Geen	Aanwezig
9	Drenthe	de Wijk	Keramiek	Rond	Afgesloten	15	25	Te klein	Geen	Afwezig
	Drenthe	de Wijk	Keramiek	Rond	Afgesloten	15	25	Te klein	Geen	Afwezig
10	Utrecht	Amersfoort	Beton	Vierkant	Open	12	40	Redelijk	Weinig	Afwezig
	Utrecht	Amersfoort	Metaal	Vierkant	Open	7	20	Te klein	Veel	Afwezig
11	Utrecht	Stoutenbrug	Metaal	Vierkant	Afgesloten	8	40	Goed	Geen	Afwezig
12	Gelderland	Deelenseweg		geen						nvt
	Gelderland	Cattepoelseweg		geen						nvt

Locatie nummer	Provincie	Naam gebied	Materiaal	Profiel	Bovenkant tunnel	Lengte tunnel (meter)	Breedte tunnel (cm.)	LD verhouding	Lichtinval	Aansluiting op tunnel (dmv elementen of geleiding)
13	Gelderland	Korenmaat	Beton	Vierkant	Open	16	20	Te klein	Weinig	Afwezig
	Gelderland	Korenmaat	Beton	Vierkant	Open	16	20	Te klein	Weinig	Afwezig
	Gelderland	Korenmaat	Beton	Vierkant	Open	16	20	Te klein	Weinig	Afwezig
14	Gelderland	Pannerden	Beton	Vierkant	Afgesloten	20	120	Goed	Geen	Afwezig
	Gelderland	Pannerden	Beton	Vierkant	Afgesloten	20	120	Goed	Geen	Afwezig
	Gelderland	Pannerden	Beton	Vierkant	Afgesloten	20	120	Goed	Geen	Afwezig
	Gelderland	Pannerden	Beton	Vierkant	Afgesloten	20	120	Goed	Geen	Afwezig
	Gelderland	Pannerden	Beton	Vierkant	Afgesloten	20	120	Goed	Geen	Afwezig
	Gelderland	Pannerden	Beton	Vierkant	Afgesloten	20	120	Goed	Geen	Afwezig
	Gelderland	Pannerden	Beton	Vierkant	Afgesloten	20	120	Goed	Geen	Afwezig
	Gelderland	Pannerden	Beton	Vierkant	Afgesloten	20	120	Goed	Geen	Afwezig
	Gelderland	Pannerden	Beton	Vierkant	Afgesloten	20	120	Goed	Geen	Afwezig
	Gelderland	Pannerden	Beton	Vierkant	Afgesloten	20	120	Goed	Geen	Afwezig
15	Gelderland	Beek	Beton	Vierkant	Open	11	40	Te klein	Veel	Aanwezig
	Gelderland	Beek	Beton	Vierkant	Open	12	40	Redelijk	Weinig	Aanwezig
	Gelderland	Beek	Beton	Vierkant	Open	7	40	Goed	Weinig	Aanwezig
	Gelderland	Beek	Beton	Vierkant	Open	7	40	Goed	Weinig	Aanwezig
16	Zuid Holland	Lingedijk	Beton	Vierkant	Afgesloten	5	40	Goed	Geen	Afwezig
17	Gelderland	Heilige Landstichting	Beton	Rond	Open	8	40	Goed	Weinig	Aanwezig
	Gelderland	Heilige Landstichting	Beton	Rond	Open	11	40	Redelijk	Weinig	Aanwezig
	Gelderland	Heilige Landstichting	Beton	Rond	Open	15	40	Redelijk	Weinig	Aanwezig
	Gelderland	Heilige Landstichting	Beton	Rond	Open	30	40	Te klein	Weinig	Aanwezig
	Gelderland	Heilige Landstichting	Beton	Rond	Open	8	40	Goed	Weinig	Aanwezig
	Gelderland	Heilige Landstichting	Beton	Rond	Open	10	40	Goed	Weinig	Aanwezig

Locatie nummer	Provincie	Naam gebied	Materiaal	Profiel	Bovenkant tunnel	Lengte tunnel (meter)	Breedte tunnel (cm.)	LD verhouding	Lichtinval	Aansluiting op tunnel (dmv elementen of geleiding)
18	Gelderland	Hatertse Vennen	Beton	Half rond	Open	12	40	Redelijk	Weinig	Aanwezig
	Gelderland	Hatertse Vennen	Beton	Half rond	Open	8	40	Goed	Weinig	Aanwezig
	Gelderland	Hatertse Vennen	Beton	Half rond	Open	8	40	Goed	Weinig	Aanwezig
19	Limburg	Grubbenvorst	Beton	Half rond	Open	7	20	Te klein	Weinig	Aanwezig
	Limburg	Grubbenvorst	Beton	Half rond	Open	7	20	Te klein	Weinig	Aanwezig
20	Limburg	st. Odiliënberg	Metaal	Vierkant	Open	8	25	Te klein	Weinig	Afwezig
	Limburg	st. Odiliënberg	Metaal	Vierkant	Open	8	25	Te klein	Weinig	Afwezig
	Limburg	st. Odiliënberg	Metaal	Vierkant	Open	8	25	Te klein	Weinig	Afwezig
	Limburg	st. Odiliënberg	Metaal	Vierkant	Open	8	25	Te klein	Weinig	Afwezig
21	Limburg	Meinweg	Beton	Rond	Afgesloten	9	30	Te klein	Geen	Aanwezig
	Limburg	Meinweg	Beton	Rond	Afgesloten	9	30	Te klein	Geen	Aanwezig
	Limburg	Meinweg	Beton	Rond	Afgesloten	9	30	Te klein	Geen	Aanwezig
	Limburg	Meinweg	Beton	Rond	Afgesloten	9	30	Te klein	Geen	Aanwezig
	Limburg	Meinweg	Beton	Rond	Afgesloten	9	30	Te klein	Geen	Aanwezig
	Limburg	Meinweg	Beton	Rond	Afgesloten	9	30	Te klein	Geen	Aanwezig
22	Limburg	Thull	Beton	Vierkant	Open	7	20	Te klein	Weinig	Aanwezig
	Limburg	Thull	Beton	Vierkant	Open	7	20	Te klein	Weinig	Aanwezig
23	Limburg	Wijlre	Metaal	Vierkant	Open	8	25	Te klein	Weinig	Afwezig
	Limburg	Wijlre	Metaal	Vierkant	Open	8	25	Te klein	Weinig	Afwezig
	Limburg	Wijlre	Metaal	Vierkant	Open	8	25	Te klein	Weinig	Afwezig
	Limburg	Wijlre	Metaal	Vierkant	Open	8	25	Te klein	Weinig	Afwezig
24	Limburg	Simpelveld	Beton	Vierkant	Open	8	20	Te klein	Weinig	Aanwezig
	Limburg	Simpelveld	Beton	Vierkant	Open	8	20	Te klein	Weinig	Aanwezig
	Limburg	Simpelveld	Beton	Vierkant	Open	8	20	Te klein	Weinig	Aanwezig
	Limburg	Simpelveld	Beton	Vierkant	Open	8	20	Te klein	Weinig	Aanwezig

Bijlage 2: overzicht van de onderzochte geleidingsystemen.

Locatie nummer	Naam gebied	Van		Tot		Materiaal	Hoogte (cm.)	Omkeerpunt Aanwezig	Overstaande rand	Evenwijdig t.o.v. weg	Looppad vrij	Oneffenheden	Aanwezigheid zijwegen	Beveiligd
		XX	YY	XX	YY									
1	Visvliet					Geen							Afwezig	
2	Marum A7					Metaal gaas	100	NVT	Nee	Ja	Nee	Nee	Aanwezig	Nee
3	Marum oost					NVT (ecoduikers)							Aanwezig	Nee
4	Veenhuizen	221,233	561,551	221,111	561,519	Metaal plaat	80	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee	Aanwezig	Nee
5	Zijsterdiep					Metaal gaas	100	NVT	Nee	Ja	Nee	Nee	Afwezig	
6	Kleitreintunnel					Metaal gaas	100	NVT	Nee	Ja	Nee	Nee	Afwezig	
7	Nieuwe Schans					Metaal gaas	100	Nee	Nee	Ja	Nee	Ja	Afwezig	
8	Staphorst	215,093	515,357	215,036	516,059	Kunststof en Metaal gaas	100	Ja	NVT	Ja	Ja	Nee	Afwezig	
9	de Wijk	215,498	519,688	215,245	519,671	Kunststof en Metaal gaas	100	Nee	NVT	Ja	Nee	Nee	Aanwezig	Nee
10	Amersfoort					Geen							Aanwezig	Nee
11	Stoutenbrug	159,948	463,043	159,957	463,306	Kunststof	25	Nee	Nee	Ja	Nee	Ja	Aanwezig	Nee
12	Cattepoelseweg	189,854	447,628	190,455	446,960	Plastic doek	40	Nee	Nee	Ja	Nee	Ja	Aanwezig	Nee
12	Deelenseweg	189,800	447,500	189,886	447,098	Plastic doek	40	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee	Afwezig	
13	Korenmaat	190,131	440,127	190,680	439,996	Kunststof	40	Nee	Ja	Ja	Nee	Ja	Aanwezig	Nee
14	Pannerden					NVT (nog in aanleg)	0	0	0	0	0	0	Afwezig	
15	Beek	210,695	435,272	211,023	435,107	Polymeer	40	Nee	Ja	Ja	Ja	Ja	Aanwezig	Ja
16	Lingedijk					Geen							Afwezig	
17	Heilige Landstichting	190,961	425,151	191,464	425,187	Plastic doek	40	Nee	Ja	Nee	Nee	Ja	Aanwezig	Ja (defect)
18	Hatertse Vennen	184,602	421,760	184,457	420,872	Kunststof	40	Ja	Ja	Ja	Ja	Nee	Aanwezig	Ja
19	Grubbenvorst	206,927	382,198	206,898	382,350	Hout	30	Nee	Nee	Ja	Nee	Ja	Aanwezig	Nee
20	St. Odiliënberg	197,417	351,713	197,675	351,218	Metaal gaas	100	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee	Afwezig	
21	Meinweg	207,633	351,375	207,390	351,144	Plastic doek	50	Nee	Nee	Nee	Ja	Nee	Aanwezig	Nee
22	Thull	190,571	327,822	190,681	327,674	Polymeer	40	Nee	Ja	Ja	Nee	Nee	Aanwezig	Nee
23	Wijlre	190,321	315,623	190,202	315,776	Kunststof	20	Nee	Nee	Ja	Nee	Ja	Aanwezig	Ja (defect)
24	Simpelveld	195,234	315,311	194,820	315,069	Kunststof	25	Nee	Ja	Ja	Ja	Ja	Aanwezig	Ja (defect)

Bijlage 3: beoordeling van de onderzochte tunnels & gewenste maatregelen.

Locatie	Aantal tunnels	Vorm	LD verhouding	Bovenkant tunnel	Lichtinval	Geleiding sluit aan op tunnel	Tunnelingang vrij toegankelijk	Score (maximale score: 7)	Gewenste maatregel
1	1	Rond	Te klein	afgesloten	geen	Nee	Nee	0	Lengte - diameterverhouding aanpassen of roosters aanbrengen Onderhoud tunnelingang noodzakelijk
2		Nvt	goed	nvt	veel	Nee	Ja	3	Verbeteren van geleiding naar passage
3	3	Vierkant	goed	afgesloten	geen	Nee	Ja	4	
		Vierkant	goed	afgesloten	geen	Nee	Ja	4	
		Vierkant	goed	afgesloten	geen	Nee	Ja	4	
4	4	Rond	goed	afgesloten	geen	Nee	Nee	2	Verbeteren van geleiding naar passage Onderhoud tunnelingang noodzakelijk
		Rond	goed	afgesloten	geen	Nee	Nee	2	Verbeteren van geleiding naar passage Onderhoud tunnelingang noodzakelijk
		Rond	Te klein	afgesloten	geen	Nee	Nee	1	Verbeteren van geleiding naar passage. Lengte - diameterverhouding aanpassen of roosters aanbrengen. Onderhoud tunnelingang noodzakelijk
		Rond	goed	afgesloten	geen	Nee	Nee	2	Verbeteren van geleiding naar passage. Onderhoud tunnelingang noodzakelijk
5	1	Vierkant	goed	afgesloten	veel	Nee	Ja	4	Verbeteren van geleiding naar passage
6	1	Vierkant	goed	afgesloten	weinig	Nee	Ja	4	Verbeteren van geleiding naar passage
7	1	Rond	goed	afgesloten	geen	Nee	Ja	2	Verbeteren van geleiding naar passage
8	3	Rond	goed	afgesloten	geen	Ja	Ja	4	
		Rond	goed	afgesloten	geen	Ja	Ja	4	
		Rond	goed	afgesloten	geen	Ja	Ja	4	
9	2	Rond	Te klein	afgesloten	geen	Ja	Ja	2	Lengte - diameterverhouding aanpassen of roosters aanbrengen
		Rond	Te klein	afgesloten	geen	Ja	Ja	2	Lengte - diameterverhouding aanpassen of roosters aanbrengen
10	2	Vierkant	redelijk	open	weinig	Nee	Nee	3	Verbeteren van geleiding naar passage. Onderhoud tunnelingang noodzakelijk
		Vierkant	Te klein	open	veel	Nee	Ja	4	Verbeteren van geleiding naar passage
11	1	Vierkant	goed	afgesloten	geen	Ja	Nee	3	Onderhoud tunnelingang noodzakelijk
12	geen								
13	3	Vierkant	Te klein	open	weinig	Nee	Nee	3	Verbeteren van geleiding naar passage Lengte - diameterverhouding aanpassen. Onderhoud tunnelingang noodzakelijk
		Vierkant	Te klein	open	weinig	Nee	Nee	3	Verbeteren van geleiding naar passage Lengte - diameterverhouding aanpassen. Onderhoud tunnelingang noodzakelijk
		Vierkant	Te klein	open	weinig	Nee	Nee	3	Verbeteren van geleiding naar passage Lengte - diameterverhouding aanpassen. Onderhoud tunnelingang noodzakelijk

Locatie	Aantal tunnels	Vorm	LD verhouding	Bovenkant tunnel	Lichtinval	Geleiding sluit aan op tunnel	Tunnelingang vrij toegankelijk	Score (maximale score: 7)	Gewenste maatregel
14	10	Vierkant	goed	afgesloten	geen	nvt	nvt	3	Nog in aanleg
		Vierkant	goed	afgesloten	geen	nvt	nvt	3	Nog in aanleg
		Vierkant	goed	afgesloten	geen	nvt	nvt	3	Nog in aanleg
		Vierkant	goed	afgesloten	geen	nvt	nvt	3	Nog in aanleg
		Vierkant	goed	afgesloten	geen	nvt	nvt	3	Nog in aanleg
		Vierkant	goed	afgesloten	geen	nvt	nvt	3	Nog in aanleg
		Vierkant	goed	afgesloten	geen	nvt	nvt	3	Nog in aanleg
		Vierkant	goed	afgesloten	geen	nvt	nvt	3	Nog in aanleg
		Vierkant	goed	afgesloten	geen	nvt	nvt	3	Nog in aanleg
		Vierkant	goed	afgesloten	geen	nvt	nvt	3	Nog in aanleg
15	4	Vierkant	Te klein	open	weinig	Ja	Ja	6	Lengte - diameterverhouding aanpassen
		Vierkant	redelijk	open	weinig	Ja	Ja	6	
		Vierkant	goed	open	weinig	Ja	Ja	7	
		Vierkant	goed	open	weinig	Ja	Ja	7	
16	1	Vierkant	goed	afgesloten	geen	Nee	Ja	3	Verbeteren van geleiding naar passage
17	6	Rond	goed	open	weinig	Ja	Ja	6	
		Rond	redelijk	open	weinig	Ja	Ja	5	
		Rond	redelijk	open	weinig	Ja	Ja	5	
		Rond	Te klein	open	weinig	Ja	Ja	5	Lengte - diameterverhouding aanpassen
		Rond	goed	open	weinig	Ja	Ja	6	
		Rond	goed	open	weinig	Ja	Ja	6	
18	3	Rond	redelijk	open	weinig	Ja	Ja	5	
		Rond	goed	open	weinig	Ja	Ja	6	
		Rond	goed	open	weinig	Ja	Ja	6	
19	2	Vierkant	Te klein	open	weinig	Nee	Nee	3	Verbeteren van geleiding naar passage Lengte - diameterverhouding aanpassen. Onderhoud tunnelingang noodzakelijk
		Vierkant	Te klein	open	weinig	Nee	Nee	3	Verbeteren van geleiding naar passage Lengte - diameterverhouding aanpassen. Onderhoud tunnelingang noodzakelijk
20	4	Vierkant	Te klein	open	weinig	Ja	Ja	6	Lengte - diameterverhouding aanpassen
		Vierkant	Te klein	open	weinig	Ja	Ja	6	Lengte - diameterverhouding aanpassen
		Vierkant	Te klein	open	weinig	Ja	Ja	6	Lengte - diameterverhouding aanpassen
		Vierkant	Te klein	open	weinig	Ja	Ja	6	Lengte - diameterverhouding aanpassen

Locatie	Aantal tunnels	Vorm	LD verhouding	Bovenkant tunnel	Lichtinval	Geleiding sluit aan op tunnel	Tunnelingang vrij toegankelijk	Score (maximale score: 7)	Gewenste maatregel
21	6	Rond	Te klein	afgesloten	geen	Ja	Ja	3	Lengte - diameterverhouding aanpassen of roosters aanbrengen
		Rond	Te klein	afgesloten	geen	Ja	Ja	3	Lengte - diameterverhouding aanpassen of roosters aanbrengen
		Rond	Te klein	afgesloten	geen	Ja	Ja	3	Lengte - diameterverhouding aanpassen of roosters aanbrengen
		Rond	Te klein	afgesloten	geen	Ja	Ja	3	Lengte - diameterverhouding aanpassen of roosters aanbrengen
		Rond	Te klein	afgesloten	geen	Ja	Ja	3	Lengte - diameterverhouding aanpassen of roosters aanbrengen
		Rond	Te klein	afgesloten	geen	Ja	Ja	3	Lengte - diameterverhouding aanpassen of roosters aanbrengen
22	2	Vierkant	Te klein	open	weinig	Ja	Nee	4	Lengte - diameterverhouding aanpassen. Onderhoud tunnelingang noodzakelijk
		Vierkant	Te klein	open	weinig	Ja	Nee	4	Lengte - diameterverhouding aanpassen. Onderhoud tunnelingang noodzakelijk
23	4	Vierkant	Te klein	nvt	weinig	Nee	Nee	3	Verbeteren van geleiding naar passage Lengte - diameterverhouding aanpassen. Onderhoud tunnelingang noodzakelijk
		Vierkant	Te klein	open	weinig	Nee	Nee	4	Verbeteren van geleiding naar passage Lengte - diameterverhouding aanpassen. Onderhoud tunnelingang noodzakelijk
		Vierkant	Te klein	open	weinig	Nee	Nee	4	Verbeteren van geleiding naar passage Lengte - diameterverhouding aanpassen. Onderhoud tunnelingang noodzakelijk
		Vierkant	Te klein	open	weinig	Nee	Nee	4	Verbeteren van geleiding naar passage Lengte - diameterverhouding aanpassen. Onderhoud tunnelingang noodzakelijk
24	4	Vierkant	Te klein	open	weinig	Ja	Ja	6	Lengte - diameterverhouding aanpassen
		Vierkant	Te klein	open	weinig	Ja	Ja	6	Lengte - diameterverhouding aanpassen
		Vierkant	Te klein	open	weinig	Ja	Ja	6	Lengte - diameterverhouding aanpassen
		Vierkant	Te klein	open	weinig	Ja	Ja	6	Lengte - diameterverhouding aanpassen

Bijlage 4: beoordeling van de onderzochte geleidingsystemen & gewenste maatregelen.

Locatie nummer	Materiaal van de geleiding	Geschikt voor amfibieën	Gebreken in de geleidingswand	Looppad vrij van vegetatie	Keer - & Aansluitementen	Zijwegen beveiligd	Score geleiding (max=6)	Gewenste maatregelen
1	Geen	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.		0	Geen maatregelen. Geleiding is hier niet noodzakelijk.
2	Metaal gaas	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	1	Aanbrengen van kunststof plaat aan de onderzijde van de huidige geleiding Onderhoud van het looppad Plaatsten van omkeerpunten en/of aansluitpunten Zijwegen beveiligen
3	Geen	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.		0	Geleiding kan hier gewenst zijn, maar wordt niet noodzakelijk geacht.
4	Metaal plaat	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	2	Beveiligen van zijwegen Onderhoud van het looppad Plaatsten van omkeerpunten en/of aansluitpunten
5	Metaal gaas	Nee	Nee	Nee	Nee		1	Aanbrengen van kunststof plaat aan de onderzijde van de huidige geleiding Onderhoud van het looppad Plaatsten van omkeerpunten en/of aansluitpunten
6	Metaal gaas	Nee	Nee	Nee	Nee		1	Aanbrengen van kunststof plaat aan de onderzijde van de huidige geleiding Onderhoud van het looppad Plaatsten van omkeerpunten en/of aansluitpunten
7	Metaal gaas	Nee	Ja	Nee	Nee		0	Aanbrengen van kunststof plaat aan de onderzijde van de huidige geleiding Onderhoud van de geleidingswand noodzakelijk Onderhoud van het looppad Plaatsten van omkeerpunten en/of aansluitpunten
8	Kunststof + metaal gaas	Ja	Nee	Ja	Ja		4	Geen maatregelen.
9	Plastic doek & metaal gaas	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	2	Onderhoud van het looppad Plaatsten van omkeerpunten en/of aansluitpunten Zijwegen beveiligen
10	Geen	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Nee	0	Zijwegen beveiligen
11	Kunststof & metaal gaas	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	1	Zijwegen beveiligen Onderhoud van de geleidingswand noodzakelijk Plaatsten van omkeerpunten en/of aansluitpunten Onderhoud van het looppad
12	Plastic doek	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	1	Zijwegen beveiligen Onderhoud van de geleidingswand noodzakelijk Onderhoud van het looppad Plaatsten van omkeerpunten en/of aansluitpunten

Locatie nummer	Materiaal van de geleiding	Geschikt voor amfibieën	Gebreken in de geleidingswand	Looppad vrij van vegetatie	Keer - & Aansluitelementen	Zijwegen beveiligd	Score geleiding (max=6)	Gewenste maatregelen
13	Kunststof	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	1	Zijwegen beveiligen Onderhoud van de geleidingswand noodzakelijk Onderhoud van het looppad Plaatsten van omkeerpunten en/of aansluitpunten
14	Geen	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.		0	Locatie is nog in aanleg.
15	Polymeer	Ja	Ja	Ja	Nee	Ja	2	Onderhoud van de geleidingswand noodzakelijk Plaatsten van omkeerpunten en/of aansluitpunten
16	Geen	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.		0	Plaatsen van geleidingswanden, omkeerelementen en aansluitelementen
17	Plastic doek	Ja	Ja	Nee	Ja	Ja (deels defect)	1	Onderhoud van de geleidingswand noodzakelijk Onderhoud beveiliging zijwegen noodzakelijk Onderhoud van het looppad Plaatsten van omkeerpunten en/of aansluitpunten
18	Kunststof	Ja	Nee	Ja	Ja	Ja	4	Geen maatregelen noodzakelijk
19	Hout	Ja	Ja	Nee	Ja (defect)	Nee	1	Onderhoud van de geleidingswand noodzakelijk Zijwegen beveiligen Onderhoud van het looppad Onderhoud van omkeerpunten en/of aansluitpunten noodzakelijk
20	Metaal gaas	Ja	Nee	Nee	Nee		2	Onderhoud van het looppad Plaatsten van omkeerpunten en/of aansluitpunten
21	Plastic doek	Ja	Nee	Ja	Nee	Nee	3	Zijwegen beveiligen Plaatsten van omkeerpunten en/of aansluitpunten
22	Polymeer	Ja	Nee	Nee	Ja	Nee	2	Zijwegen beveiligen Onderhoud van het looppad Plaatsten van omkeerpunten en/of aansluitpunten
23	Kunststof	Ja	Ja	Nee	Nee	Ja (deels defect)	1	Onderhoud van de geleidingswand noodzakelijk Onderhoud beveiliging zijwegen noodzakelijk Onderhoud van het looppad Plaatsten van omkeerpunten en/of aansluitpunten
24	Kunststof	Ja	Ja	Ja	Nee	Ja (deels defect)	2	Onderhoud van de geleidingswand noodzakelijk Onderhoud beveiliging zijwegen noodzakelijk Plaatsten van omkeerpunten en/of aansluitpunten

