

Ecoducten en geluid

Inleiding en samenvatting

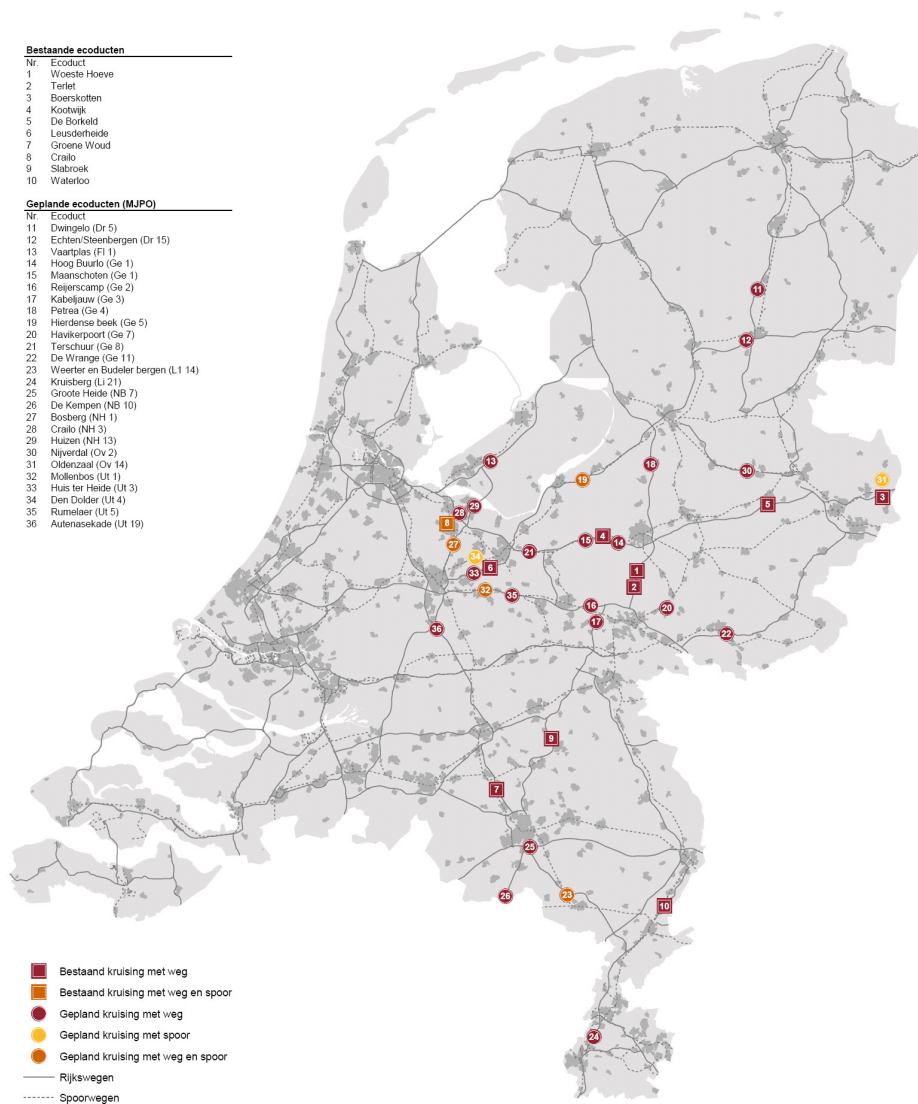
Rijkswaterstaat, ProRail en provincies zijn bezig met de aanleg van ecoducten in Nederland. Deze ecoducten komen veelal tot stand met een zogenaamde Design and Construct opdracht.

In Nederland zijn momenteel 14 ecoducten aanwezig verspreid over het land, 4 in afrondende fase van realisatie en nog een tiental worden voorbereid. In de onderstaande figuur 1 worden de locaties in Nederland aangegeven.

Figuur 1: Ecoducten in Nederland (situatie in 2008).



Rijkswaterstaat



Deze ecoducten kenmerken zich in de vorm van een kunstwerk gelegen over de weg in maaiveld of verdiepte vorm. De rand wordt vaak door een scherm of grondwal gevormd. Afhankelijk van het wild dat het ecoduct moet passeren wordt gekozen voor een smal kunstwerk (zeg 15 meter voor klein wild) of een breed kunstwerk (zeg 50 meter ook voor herten).

Figuur 2: Ecoduct Boerskotten in de provincie Overijssel gelegen nabij de grens met Duitsland.



Voorafgaande aan het aanbesteden van de werkzaamheden is naast andere ontwerp-eisen nagedacht over een eventuele akoestische eis op het ecoduct om het wild zo ongestoord mogelijk te laten oversteken.

Omdat er weinig bekend is over het gebruik van het ecoduct door het wild in relatie met het geluid in de omgeving van het ecoduct, is er door Royal Haskoning in opdracht van Rijkswaterstaat in de periode 2008-2009 een kennisdocument opgesteld met een verzameling van alle bekende feiten en gegevens.

Hoe kan dat beter dan gewoon de bestaande ecoducten in ogenschouw te nemen. Als ze gebruikt worden werkt de vormgeving en de verschijningsvorm blijkbaar. Het onderzoek had geen doelstelling om een dosis-effectrelatie af te leiden.

In het kennisdocument werden de kenmerken van alle toen aanwezige 9 ecoducten verzameld en gegroepeerd. Uit een inventarisatie werden de relevante gegevens voor het geluid afgeleid en opgetekend. Daarnaast werd van alle negen ecoducten een rekenmodel gemaakt met actuele verkeersgegevens en werd hiermee de heersende geluidbelasting op en rond het ecoduct in kaart gebracht. Hierbij werd zowel de situatie voor het kleine wild op 30 cm hoogte, voor herten op 1 meter hoogte als voor vogels en vleermuizen op 5 en 10 meter inzichtelijk gemaakt. Daarbij werd het effect van de eventueel aanwezige grondwallen en/of schermen vastgesteld.

Het wild ervaart het ecoduct blijkbaar op een dusdanige manier, dat het in de praktijk gewoon gebruikt wordt. De redenen voor het gebruik variëren van voortplanting, voedselbehoefte en overpopulatie¹ in bepaalde gebieden. Of bij dieren - gelijk aan de mens - hinderbeleving een rol vormt is onbekend, en mogen daarom ook geen onderdeel uitmaken van een inrichtingseis voor het ecoduct.

Als eis zou zich dat dan vertalen naar: over de lengte van de oversteek van de rijksweg via het ecoduct mag de geluidbelasting op een hoogte van circa 1 meter niet meer dan 2 dB variëren. Dit betekent dat het verschil tussen het hoogste en laagste geluidniveau op het ecoduct niet meer dan 2 dB van elkaar mag verschillen.

Werkwijze

Rijkswaterstaat had het voornemen om de bouw van het groot aantal ecoducten in een zogenaamd Design and Construct contract uit te besteden. Men had het idee dat het raadzaam zou zijn om de akoestische kwaliteit op het ecoduct net zo als andere eisen vast te leggen in een bestek. Daartoe was het noodzakelijk om een idee te krijgen hoe het met deze akoestische kwaliteit was gesteld op de al aanwezige ecoducten in Nederland. Vervolgens is het plan opgevat om alle beschikbare kennis over geluid rondom ecoducten te verzamelen en zonodig aan te vullen met extra onderzoek. In het onderstaande schema wordt aangegeven welke stappen worden genomen om uiteindelijk tot het kennisdocument te komen.

Deze stappen bestonden achtereenvolgens uit het inventariseren van de bestaande ecoducten en het formuleren van een eerste aanzet voor een akoestische eis. De tweede stap vormde het bouwen van modellen en het verrichten van berekeningen hiermee. Aan de hand van de resultaten werd de akoestische eis getoetst en bijgesteld. Uit de rekenmodellen kon worden achterhaald dat bepaalde bouwstenen zoals schermen, ligging in ingraving of op kunstwerk en breedte en lengte van de oversteek in combinatie of los van elkaar konden worden toegepast in een referentie ontwerp. Op basis van deze informatie werd een workshop gehouden met ecologen, akoestici, bestekschrijvers en ontwerpers om een terugkoppeling te krijgen over de tot dan toe vergaarde informatie

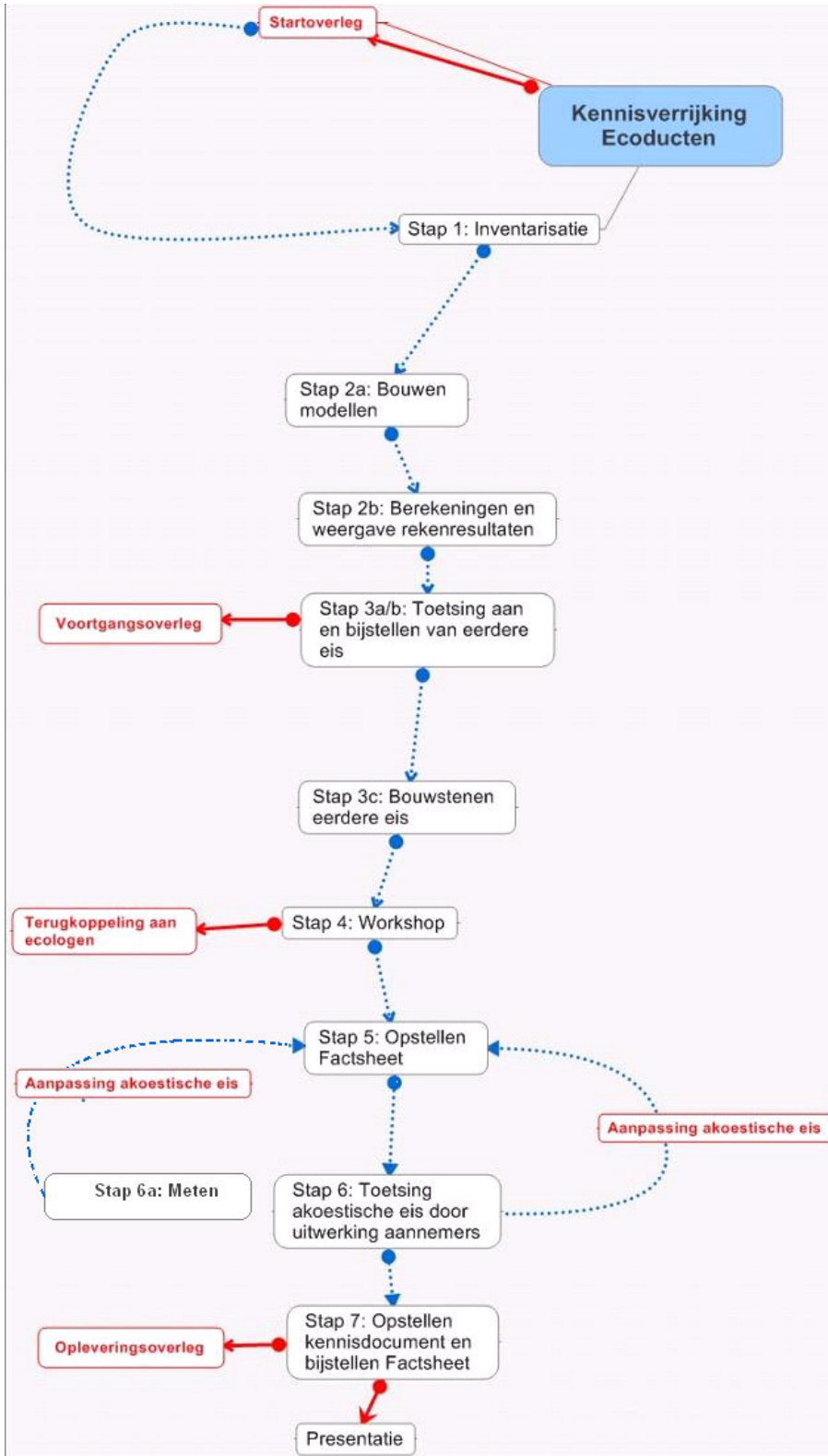
Uit de workshop kwam de wens om aanvullende metingen op een aantal ecoducten uit te voeren. Daarnaast vroeg men zich af op welke hoogte de eis op het ecoduct moet worden gesteld.

Om te toetsen of de akoestische eis in de praktijk zou kunnen gaan werken werd door een onafhankelijk team een referentie ontwerp gemaakt met de eis als randvoorwaarde. Hier kwam uit naar voren dat het ontwerp al snel ontaarde in de verschijningsvorm zoals nu de bestaande ecoducten aanwezig zijn in het landschap. Het bleek nagenoeg onmogelijk om aan de akoestische eis te voldoen zonder het aanbrengen van schermen en/of wallen langs de rand van het ecoduct.

Als laatste stap zijn om te verifiëren of de rekenresultaten een relatie met de in de praktijk heersende geluidniveaus op het ecoduct metingen verricht. Aan de hand van al deze resultaten is uiteindelijk een factsheet afgeleid en de publicatie van een Kennisdocument tot stand gekomen. In de volgende paragrafen wordt verder ingegaan op de resultaten.

¹ Voor dieren die in kuddes leven geldt op een gegeven moment dat ten behoeve van paring of gezonde samenstelling van de populatie dat jonge dieren moeten vertrekken om solistisch verder te leven of een nieuwe groep te zoeken of te vormen.

Schema 1: Overzicht van het proces om tot een Kennisdocument te komen.

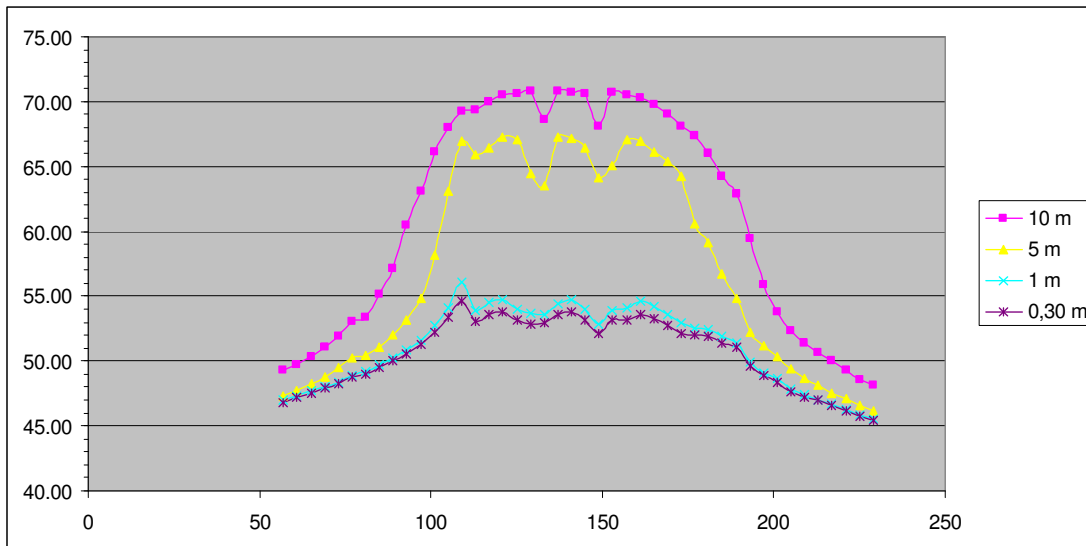


Resultaten van de berekeningen met een rekenmodel voor de bestaande ecoducten

Op de bestaande ecoducten is meestal een scherm dan wel aarden wal van circa 2 meter aanwezig. Deze aarden wal of scherm zorgt voor een geluidbelasting die onafhankelijk van de weg circa 50 tot 55 dB bedraagt². Het feit of de weg op maaiveld ligt of in een verdieping maakt eigenlijk niet zo veel uit voor het geluidniveau op het ecoduct. Om er voor te zorgen dat ook naar de omgeving toe het geluid niet toe- of afneemt moet de afscherming op het ecoduct worden doorgetrokken naar de omgeving toe. Dit gebeurt dan ook aan de hand van aarden wallen die uitwaaiëren naar de omgeving toe.

Om de geluidbelasting te berekenen op en rond de ecoducten worden rekenmodellen aan de hand van de inventarisaties en de oorspronkelijke bouwtekeningen opgesteld. Bij 8 van de 9 bestaande ecoducten is een scherm van circa 2 meter aanwezig. Op het dek van het ecoduct en uitwaaiërend naar de omgeving toe worden beoordelingspunten neergelegd waarop de geluidbelasting wordt berekend. De berekende waarden op de hart- en dwarslijn worden in de onderstaande figuren weergegeven.

Figuur 3.1: Geluidbelasting in L_{den} [dB] op de hartlijn van ecoduct Leusderhei.



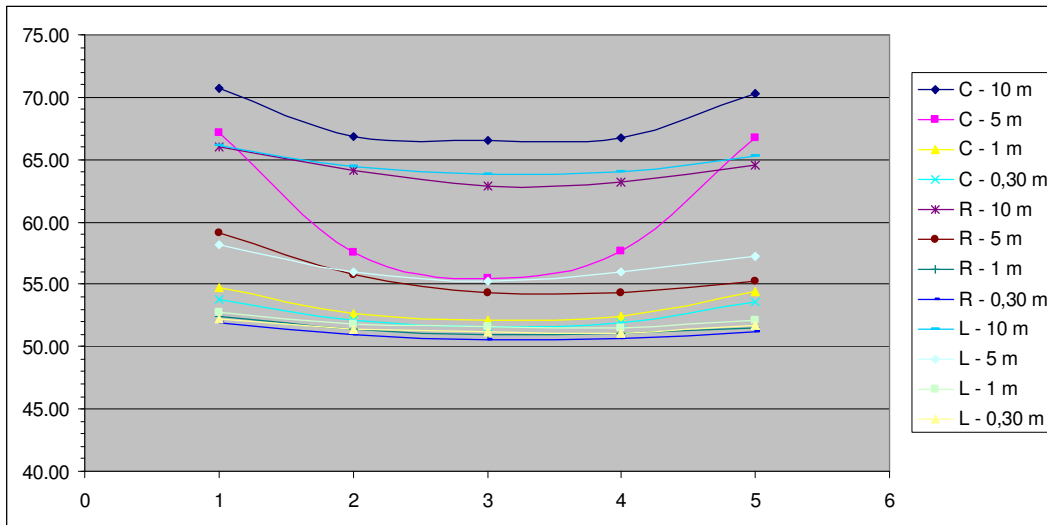
In figuur 3.1 wordt de geluidbelasting weergegeven voor het ecoduct Leusderheide dat in een ingraving ligt. Uit de resultaten blijkt dat het aanwezige scherm op het ecoduct zorg draagt voor een niveau van circa 50-55 dB op een hoogte van 0,30 tot 1 meter over de lengte van het ecoduct. Op grotere hoogte neemt het effect van het scherm af en wordt een niveau van 10 tot 15 dB meer waargenomen. Het verloop naar de omgeving toe is voor grotere hoogtes bij een ingraving in de orde van 20 dB.

Om vast te stellen welk verloop van de geluidbelasting over de breedte van het ecoduct optreedt, is nabij de rand op het midden en er tussenin bemonsterd. Hieruit blijkt dat het

² Voor kruipend wild wordt een beoordelingshoogte op het ecoduct van 30 cm genomen, voor groot wild een hoogte van circa 1 m. Voor vogels en vleermuizen wordt een hoogte van 5 en 10 m bemonsterd op het heersende geluidniveau. Ter vergelijking volgens de Wet geluidhinder geldt een voorkeurswaarde op de gevels van woningen van $48 + 2$ dB en de binnenwaarde bedraagt 33 dB.

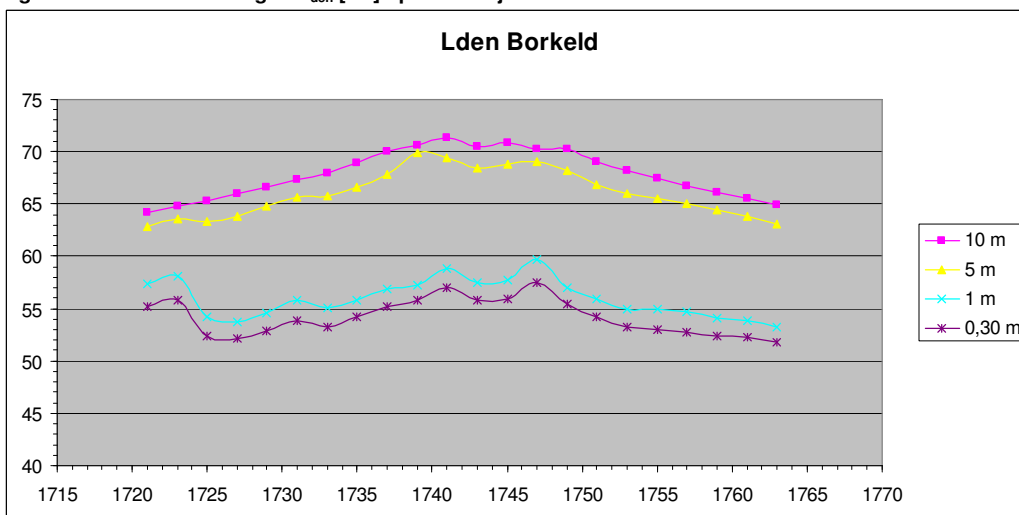
niveau op 0,30 tot 1 meter in de orde van 2 dB bedraagt. Op 5 meter neemt dit toe tot 12 dB (vanwege de schermwerking in het midden van het ecoduct). Bij een hoogte van 10 meter neemt de bandbreedte weer af tot 5 dB, aangezien de schermwerking op deze hoogte in het midden van het ecoduct weer minder is.

Figuur 3.2: Geluidbelasting in L_{den} [dB] op de dwarslijn van ecoduct Leusderhei.



In het onderstaande figuur 3.3 worden de resultaten van het ecoduct Borkeld weergegeven. Het ecoduct Borkeld is een kunstwerk met een breedte van 15 meter gelegen over rijksweg 1. Bij dit kunstwerk wordt een verloop naar de omgeving toe voor een hoogte van 5 tot 10 meter in de orde van 5 dB geconstateerd. Het niveau op het ecoduct voor een hoogte van 0,30 en 1 meter bedraagt ongeveer 55 tot 60 dB. De niveaus op een hoogte van 5 tot 10 meter liggen circa 10 tot 15 dB hoger dan net boven het maaiveld.

Figuur 3.3: Geluidbelasting in L_{den} [dB] op de hartlijn van ecoduct Borkeld.



Toetsing van de resultaten door het uitvoeren van metingen

Om te controleren of de resultaten van de rekenmodellen enige relatie hebben met de situatie op de bestaande ecoducten zijn metingen uitgevoerd op de ecoducten Kootwijk, Leusderheide en het Groene Woud. Voor de omgeving kon worden geconcludeerd dat de simulaties in het rekenmodel tot afwijkingen met in de praktijk gemeten niveaus in de omgeving van de ecoducten op de op- en afloop leiden. Op de ecoducten zelf, echter, stemmen de gemeten niveaus in grote mate overeen met de berekende geluidbelastingen.

Figuur 4: Schematische weergave meetpunten op het ecoduct Het Groene Woud.



Aanzet tot het formuleren van een akoestische eis

Het bleek dat het mogelijk was om met behulp van een rekenmodel betrouwbare voorspellingen te doen over de optredende geluidbelasting op en rondom het ecoduct. Daarom is het mogelijk door middel van eisen een minimale akoestische kwaliteit op te leggen aan de aannemers die sommige ecoducten bouwen. De vorm van deze eis is als volgt afgeleid.

Ten aanzien van het geluidniveau waren er eerst overwegingen dat op het ecoduct het laagste niveau zou moeten heersen. Maar dit zou betekenen dat het wild dat zich vanuit de omgeving naar het ecoduct toe begeeft een aflopend geluidniveau ondervindt tot het midden van het ecoduct. En vanaf het midden van het ecoduct zou juist weer een oplopend geluidniveau naar de omgeving toe heersen. Dit leek dus geen goed uitgangspunt. Een tweede veronderstelling ging uit van het standpunt dat - vanuit de menselijke optiek beredeneerd - het ecoduct geen barrière mag vormen bij bewegingen van het wild. Met andere woorden de geluidbelasting op het ecoduct en de directe omgeving moet eigenlijk niet verschillen ten opzichte van de omgeving, zonder dat het ecoduct aanwezig zou zijn bij parallelle bewegingen aan de weg. Dus er mag in de directe nabijheid van het ecoduct geen toename maar ook geen afname van het ondervonden geluidniveau zijn.

De akoestische eis op ecoducten

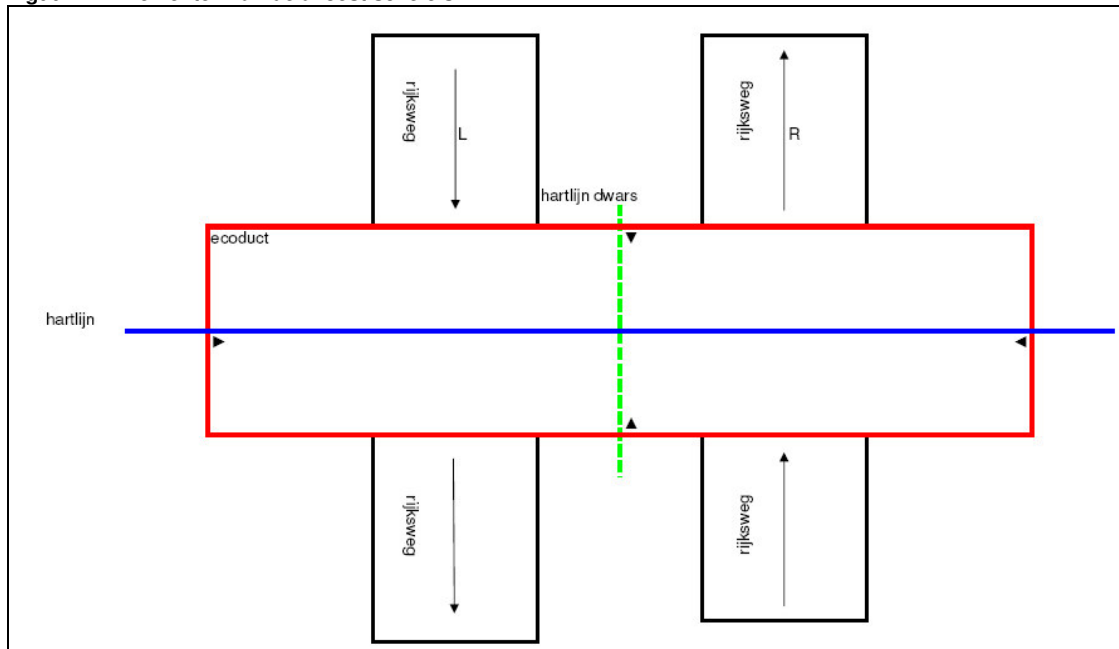
Om in de praktijk een toets te creëren die realistisch is moet een bandbreedte worden gehanteerd die een fluctuatie van het geluidniveau op en rond het ecoduct toestaat.

Uit het onderzoek voor het Kennisdocument blijkt dat het nodig is de geformuleerde concept akoestische eis aan te vullen met een aantal randvoorwaarden om rekentechnisch de gevraagde toleranties aan te kunnen tonen. Hieronder wordt aangegeven hoe dit tot uiting komt in de akoestische eis.

De akoestische eis bestaat nu uit drie elementen:

- Figuur 4.1 met de definities van de elementen van de akoestische eis;
- Figuur 4.2 met de akoestische eis voor de ecoducten én
- Een serie randvoorwaarden om een juiste en eenduidige berekening en beoordeling van de geluidniveaus op het ecoduct te bewerkstelligen.

Figuur 4.1: Elementen van de akoestische eis.



Figuur 4.2: Akoestische eis voor ecoducten

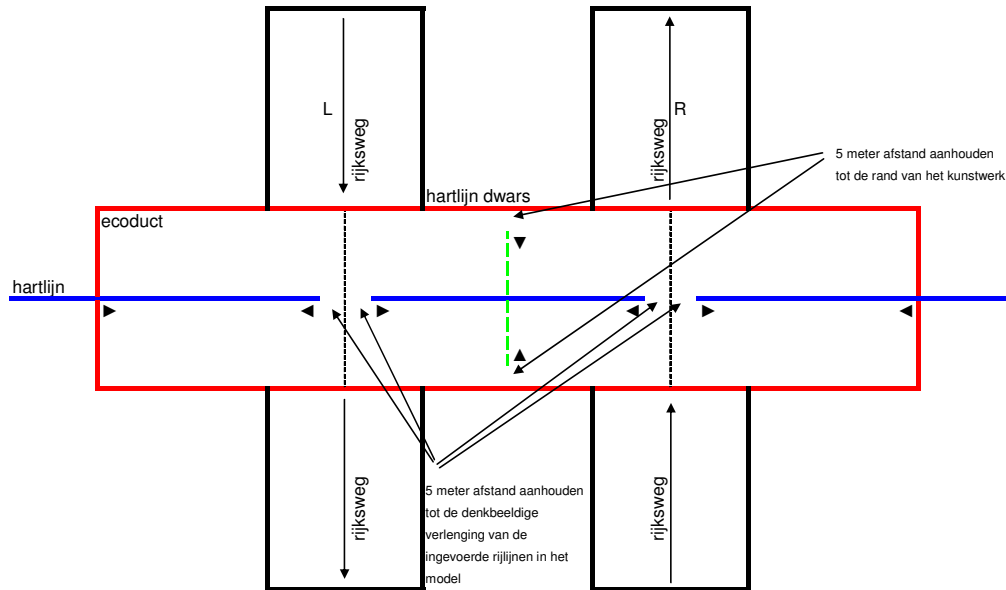
akoestische eisen ecoduct (met een breedte van het dek van 50 m)	
over de hartlijn	tussen ► ◀
hoogte	geluidbelasting L_{den} in [dB]
op 30 cm	moet gelijk blijven binnen een marge van maximaal 1 dB
op 1 m	moet gelijk blijven binnen een marge van maximaal 2 dB
op 5 m	moet gelijk blijven binnen een marge van maximaal 4 dB
op 10 m	moet gelijk blijven binnen een marge van maximaal 4 dB
over de hartlijn dwars	tussen ► ◀
hoogte	geluidbelasting L_{den} in [dB]
op 30 cm	moet gelijk blijven binnen een marge van maximaal 2 dB
op 1 m	moet gelijk blijven binnen een marge van maximaal 2 dB
op 5 m	moet gelijk blijven binnen een marge van maximaal 5 dB
op 10 m	moet gelijk blijven binnen een marge van maximaal 5 dB

Randvoorwaarden voor een juiste en eenduidige berekening en beoordeling van de geluidniveaus op het ecoduct:

- Randvoorwaarden aan het modelleren van de ecoducten,
 - rekenen met een variabele sectorhoek = 0;
 - de raster/ rekenpunten niet plaatsen in het verlengde van de rijlijn(en).
- De hart(dwars)lijn waar de akoestische eis voor geldt, dient beoordeeld te worden ingekort aan beide zijden met ca. 5 meter zodat de lijn niet tot aan de rand van het ecoduct loopt;
- in de buurt van het verlengde van de rijlijnen geldt geen eis voor de hartlijn (lengte). De lijn dient hier 2x onderbroken te worden met 5 meter. Het waarneempunt dient niet dichterbij het verlengde van de rijlijn dan 2.5 meter te worden geplaatst.

In een schema zoals figuur 4.1 kunnen deze worden vertaald tot de opgave zoals in figuur 4.3 aangegeven.

Figuur 4.3: Aangepaste elementen van de akoestische eis.



Met behulp van deze set van elementen voor de akoestische eis kan gekomen worden tot een eenduidige definitie van de akoestische kwaliteit op het ecoduct.

Conclusie en aanbevelingen

Of de akoestische eis in de praktijk bruikbaar is wordt getoetst door een “aannemer” hiermee aan het werk te zetten. Deze toets bleek van toegevoegde waarde te zijn aangezien het direct de beperkingen blootlegde. Aan de ene kant was de eis toepasbaar en aan de andere kant leidde de eis tot vreemde effecten. Het resultaat was dat de akoestische eis praktischer gemaakt moest worden door bepaalde gebieden op het ecoduct buiten de eis te laten. Dit omdat je anders tegen de modelmatige beperkingen van de rekenprogramma's aanloopt. De veronderstelling dat het wel goed zit op de bestaande ecoducten wordt door de metingen gestaafd.

Uiteindelijk kan hiermee een akoestische eis worden geformuleerd, waarmee redelijk objectief het ontwerpproces voor de ecoducten kan worden beïnvloed dan wel worden gestuurd.

We moeten ons wel realiseren dat ook een model zijn beperkingen kent in het simuleren van de over het algemeen zeer complexe situaties. Indien de volgende aanbevelingen, kanttekeningen en beperkingen worden gevolgd kan het ontwerpproces voor de ecoducten wellicht 'akoestisch' succesvoller verlopen:

- De akoestische eis is een hulpmiddel om de geluidssituatie in onze menselijke beleving op een aanvaardbaar niveau te krijgen. We weten niet welke invloed geluid bij ecoducten op de dieren heeft en maken dientengevolge menselijke afwegingen hierin;
- De akoestiek is een van de vele facetten/aspecten die bij het ontwerpproces/realisatie van een ecoduct een rol speelt. Voor een optimale situatie moeten vaak compromissen worden gesloten;
- De akoestische eis is geen absoluut instrument waarmee een ban kan worden uitgesproken. Hij moet relatief worden geïnterpreteerd. Absolute waarden als het

niveau L_{den} moet aan 48 dB voldoen, leiden voor ecoducten over zeer drukke wegen tot onhaalbare hoge schermen. Ook kunnen ze voor stillere wegen tot een scherm van 2 meter leiden. Houd dit in gedachten bij het formuleren van eis. De akoestische eis is een hulpmiddel om een betere situatie te creëren en geen dwangbuis!

- Let op voor modelmatige anomalieën die kunnen ontstaan bij het rekenen in het verlengde van rijlijnen. Deze kunnen leiden tot niet te verklaren rekenresultaten!
- Mocht de aannemer stuiten op een niet te realiseren situatie: ga in dialoog of er wellicht met betrekking tot de vorige punten genoemde vreemde fenomenen zijn die kunnen optreden.

In totaal wordt getracht met de inrichting van het ecoduct zoveel mogelijk een natuurgetrouwe omgeving te creëren, waarbij het ecoduct geen barrière mag vormen. Uit metingen van het aantal passages van het wild op de bestaande ecoducten blijkt dat deze aanpak werkt: het wild maakt er gebruik van. Of het gebruik zou toenemen door een andere inrichting is onbekend en moet nader onderzocht worden.