

## Lage schermen en diffractoren in het doelmatigheids criterium



## Samenvatting

---

In 2021 heeft dBvision een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden om enkele nieuwe geluidmaatregelen op te nemen in het doelmatigheidscriterium (DMC). Dit wettelijke criterium wordt gebruikt door de beheerders van (spoor)wegen om passende maatregelen te vinden voor situaties waarin het geluid moet worden verminderd. Voor enkele varianten van de nieuwe maatregel 'diffractor' heeft dBvision toen de voorwaarden beschreven waarmee deze door het ministerie kunnen worden opgenomen in het DMC. Op basis van de onderzoeksresultaten zijn drie vervolgvragen opgekomen. Die worden in dit rapport behandeld.

Het DMC gaat uit van geluidschermen die op een paalfundering worden gebouwd. Die zijn stabiel en kostbaarder dan schermen zonder paalfundering. Bij lage schermen is zo'n paalfundering niet altijd nodig en dan kunnen kosten worden bespaard. dBvision heeft de kosten en andere gegevens van zulke schermen verzameld bij zeven leveranciers. Hiermee zijn gemiddelde kostprijzen bepaald. In ons advies stellen wij voor het DMC uit te breiden met schermen van 1 meter hoog zonder paalfundering.

In het DMC is een voorwaarde gesteld aan de effectiviteit van geluidschermen. Een geluidsscherm moet het geluid minstens 5 decibel verminderen. Deze regel moet ervoor zorgen dat de (akoestische) voordelen van geluidschermen opwegen tegen de (visuele) nadelen. Voor lage geluidschermen zijn die nadelen beperkt, maar omdat die ook minder effectief zijn dan hoge schermen voldoen ze in sommige situaties niet aan die regel. Daarom is met een aantal vakspecialisten van onder meer Rijkswaterstaat, ProRail en provincies besproken of een aanpassing van de voorwaarde van 5 decibel aanvaardbaar is voor lage schermen. Uit dit overleg blijkt dat er onvoldoende draagvlak is om voor rijkswegen en hoofdspoorwegen een aanpassing te maken. Voor wegen in bebouwd gebied zou een minder strenge regel overwogen kunnen worden, omdat daarvoor wel draagvlak lijkt te zijn. In dit rapport doen wij daar een eerste aanzet voor.

Tot slot is door ons voor twee varianten van de geluiddiffractor opnieuw naar de kosten in praktijksituaties gekeken. In 2021 was het nog niet mogelijk om een voorstel te maken om deze op te nemen in het DMC. Inmiddels is er meer informatie beschikbaar en daarmee is het mogelijk ook deze diffractoren in het DMC te op te nemen.



# Inhoudsopgave

---

<b>Samenvatting</b>	<b>2</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>4</b>
1.1 Aanleiding	4
1.2 Doel en vraagstelling	5
1.3 Werkwijze	5
<b>2 Maatregelpunten lage funderingsloze schermen</b>	<b>7</b>
2.1 Inleiding	7
2.2 Schermleveranciers	8
2.3 Randvoorwaarden	15
2.4 Kosten	16
2.4.1 Uitgangspunten	16
2.4.2 Berekening van normkosten en maatregelpunten	19
2.5 Conclusie en aanbeveling	22
<b>3 Lage schermen en 5 dB-regel van het DMC</b>	<b>23</b>
3.1 Inleiding	23
3.2 Historie 5 dB-regel	23
3.3 Barrièrewerking en schermhoogte	24
3.4 Expert-meeting	25
3.5 Conclusie en aanbeveling	25
<b>4 Maatregelpunten diffractor als schermtop</b>	<b>28</b>
4.1 Inleiding	28
4.2 Schermtop in het DMC	28
4.3 Diffractor als schermtop	29
4.4 Diffractor op barrier (0,9 meter hoog)	31
4.5 Normkosten en maatregelpunten Whistop en Whisbarrier	33
4.6 Conclusie en aanbeveling	35
<b>Literatuur</b>	<b>37</b>
<b>Bijlage 1 DMC-kosten voor maatregelen</b>	<b>38</b>
<b>Bijlage 2 Fictief project laag geluidscherm 275 m lang</b>	<b>40</b>
<b>Bijlage 3 Kosten asfaltering 275 m zachte berm</b>	<b>41</b>
<b>Bijlage 4 Whisbarrier Vreeland</b>	<b>42</b>
<b>Colofon</b>	<b>43</b>



# Inleiding

---

## 1.1 Aanleiding

Vanuit de wetgeving zijn er verschillende aanleidingen om met maatregelen bij wegen en spoorwegen te streven naar geluidreductie bij woningen. Daarbij is voor rijksinfrastructuur en voor sanering op rijkskosten vastgelegd welke geluidmaatregelen minimaal binnen de afweging van doelmatigheid worden betrokken en op welke manier de kosten en baten daarin worden verwerkt. De uitgangspunten voor en de wijze van afweging wordt het doelmatigheidscriterium genoemd (DMC). Het DMC kent maatregelen als geluidschermen, geluidreducerende wegdekken en raildempers waarvoor zekere eenheidskosten, uitgedrukt in 'maatregelpunten', gelden. De geluiddiffractor, een innovatieve maatregel, ontbreekt nog in het DMC en hiervoor is in 2021 onderzocht welk aantal maatregelpunten en welke randvoorwaarden in het DMC kunnen worden opgenomen [1]. Naar aanleiding van de resultaten van dat onderzoek zijn vervolgvragen geformuleerd, waarop dit vervolgonderzoek antwoord moet geven.

### Maatregelpunten lage funderingsloze schermen

Voor het type 'diffractor op elementenscherm 1,1 m', dat 'funderingsloos' op een gestabiliseerde ondergrond wordt geplaatst, bleek het aantal maatregelpunten lager te zijn dan van een standaardscherm van 1 meter hoogte uit het DMC, dat op een (relatief dure) paalfundering wordt gebouwd. Funderingsloze schermen zonder diffractor zijn waarschijnlijk aanzienlijk goedkoper dan standaardschermen van gelijke hoogte. Het kan nuttig zijn daar gebruik van te maken in het DMC.

### Minimumhoogte overdrachtsmaatregel waarboven 5 dB-regel geldt

In het DMC is voor overdrachtsmaatregelen als eis opgenomen dat deze alleen doelmatig zijn wanneer ze tot minimaal 5 dB geluidreductie leiden bij ten minste één woning. De achtergrond is dat de geluidreductie van schermen of wallen in redelijke verhouding moet staan tot de kosten en tot de impact van deze (bouw)werken op de leefomgeving. Voor de diffractortypen 'diffractor in de berm' en 'diffractor op elementenscherm 1,1 m', en mogelijk ook voor andere lage geluidschermen, is het wenselijk vanwege de beperkte impact op de omgeving en de relatief lage kosten de noodzaak van de 5 dB-regel voor lage schermen nader te bekijken.



### Maatregelpunten diffractor als losse schermtop en als deel van barrier

Voor elk van de diffractortypen 'diffractor als schermtop' en 'diffractor op barrier (0,9 meter hoog)' was in 2021 slechts één praktijksituatie met een onvolledig beeld van de kosten beschikbaar, waardoor het bepalen van de maatregelpunten niet goed mogelijk was. De verschillende kostenposten waar nog onzekerheid over is, kunnen mogelijk wel op andere wijze worden afgeschat. Bijvoorbeeld door vergelijkbare kostenposten van andere maatregelen te beschouwen.

## 1.2 Doel en vraagstelling

Het doel van het onderzoek is om meer zicht te krijgen op de wijze waarop lage geluidschermen en de diffractor op een scherm ingepast kunnen worden in het doelmatigheids criterium.

De vraagstelling daarbij is gesplitst in een hoofdvraag en twee aanvullende vragen.

Hoofdvraag: kan het DMC voor lage geluidschermen aangepast worden zodanig dat de maatregelpunten voor de diffractor op een laag scherm consistent zijn met een soortgelijk geluidsscherm zonder diffractor? Als mogelijke oplossingen dienen in ieder geval te worden onderzocht:

- De maatregelpunten voor een geluidsscherm van 1 meter naar beneden bijstellen;
- Een nieuwe maatregel invoeren, namelijk een laag geluidsscherm zonder paalfundering.

Aanvullende vraag 1: Is voor geluidschermen een hoogte aan te geven waarboven het nodig is in het DMC de eis te stellen dat ze, al dan niet in combinatie met een bronmaatregel, een reductie van minimaal 5 dB op minimaal één geluidgevoelig gebouw moeten geven (art. 3.49, tweede lid Bkl)? Hiervoor dient met een expertmeeting de kennis en standpunten van experts te worden verzameld.

Aanvullende vraag 2: Kunnen de schermtop-uitvoeringen van de diffractor (losse schermtop en als deel van een barrier) uit kostenoogpunt beschouwd worden als diffractoren op een scherm, wanneer daarvoor passende randvoorwaarden worden opgenomen? Zijn deze onder voorwaarden ook inpasbaar in het DMC met hetzelfde aantal, of een afgeleid aantal, maatregelpunten?

## 1.3 Werkwijze

### Uitgangspunten afleiding maatregelpunten DMC

De maatregelpunten in het DMC zijn gebaseerd op normkosten. De normkosten zijn de 'grootste gemene deler' van de totale kosten voor maatregelen in een reeks projecten, waarbij ook kosten voor beheer en instandhouding en vervanging na einde levensduur zijn meegenomen. De maatregelpunten in het DMC zijn in 2008-2009 tot stand gekomen. In 2012 is door ProRail een actualisatie doorgevoerd in de maatregelpunten voor spoorwegen op basis van (destijds) recentere gegevens. Voor de bepaling van de punten voor nieuwe maatregelen



worden exact dezelfde uitgangspunten gehanteerd (prijspeil 2007, toenmalig BTW-tarief 19%). Deze zijn opgenomen in bijlage 1.

#### Hoofdvraag: Maatregelpunten lage funderingsloze schermen

Aan zes leveranciers van funderingsloze schermen is een kostenopgave gevraagd voor een fictief project, waarbij over een lengte van 275 meter een laag geluidscherm langs een provinciale weg gerealiseerd moet worden. Tevens is aan de provincie Utrecht gevraagd wat de kosten voor een gerealiseerd project met een barrier waren. De kosteninformatie is in hoofdstuk 2 verzameld en verwerkt in een overzichtstabel. Daarmee zijn de maatregelpunten berekend.

#### Aanvullende vraag 1: minimum hoogte overdrachtsmaatregel waarboven 5 dB-regel geldt

Deze vraag is onderwerp van hoofdstuk 3. Daarin is de achtergrond van de 5 dB-regel onderzocht. Ook de relatie tussen schermhoogte en visuele hinder of barrièrewerking is verkend. De vraagstelling over een bepaalde minimumhoogte is vervolgens voorgelegd op een expertmeeting met vakspecialisten van Rijkswaterstaat, ProRail, provincies en gemeenten. De bevindingen hebben geleid tot een advies.

#### Aanvullende vraag 2: maatregelpunten diffractor als losse schermtop en als deel van barrier

Inmiddels is de kosteninformatie compleet voor één project met de losse schermtop (Whistop) en één project met diffractor op een barrier (Whisbarrier). De normkosten daarvan zijn in hoofdstuk 4 bepaald, waarbij voor onzekere kostenposten ook informatie van onze eerdere analyse wordt gebruikt [1]. Daarbij is ook kennisgenomen van het Toepassingsadvies van Rijkswaterstaat voor T-toppen [2].

De hoofdstukken zijn afzonderlijk te lezen. Onze conclusies en aanbevelingen worden in een afsluitende paragraaf per hoofdstuk apart gegeven.



## 2

# Maatregelpunten lage funderingsloze schermen

## 2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden maatregelpunten en toepassingsvoorwaarden afgeleid voor lage schermen die zonder paalfundering worden gebouwd langs decentrale wegen.

De maatregelpunten voor geluidschermen die in het doelmatigheids criterium zijn opgenomen, gelden voor schermen met paalfundering. Deze fundatiemethode is de gangbare wijze voor geluidschermen langs rijkswegen en spoorwegen. Met een voldoende diepe paalfundering wordt voorkomen dat het scherm kan verzakken door de zetting van de bodem.

Langs gemeentelijke, provinciale en waterschapswegen worden soms ook schermen zonder paalfundering gebouwd. In de meeste gevallen zijn de bouwkosten daardoor (veel) minder hoog. Voor lage geluidschermen is een stabiele bodem in de berm vaak al voldoende als ondergrond. Wanneer die niet van nature aanwezig is, zoals op zandgronden in het oosten van het land, kan een stabilisatielaag in de berm worden aangebracht (granulaat), al dan niet verhard door asfaltering. Er zijn ook funderingsloze schermen die op een betonnen voetplaat worden gefundeerd, die relatief ondiep wordt ingegraven.

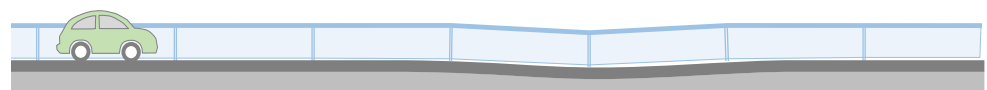
Bij deze systemen kan op een slappe ondergrond enige zetting plaatsvinden. Het geluidscherm zakt dan plaatselijk min of meer mee met het wegdek. In Figuur 1 is dat geschetst.



a. Nulsituatie



b. Effect zetting bij scherm met paalfundering



c. Effect zetting bij scherm zonder paalfundering op gestabiliseerde grond

**Figuur 1** Effect zetting afhankelijk van funderingstype.



### Schermhogte ca. 1 tot 1,5 meter

Schermbouw zonder paalfundering wordt niet alleen bij lage schermen toegepast. Sommige leveranciers bieden producten aan tot meer dan 3 meter hoogte. Het gaat dan om zelfdragende schermen met een zeer breed uitlopende voet (in de berm), een brede massief betonnen barrier (voor op asfalt) of om cassetteschermen waarvan de palen in een kostbare betonnen voetstuk worden verankerd. De zettingsrisico's van zulke hoge schermen nemen toe en/of de kostenvoordelen ten opzichte van schermen met paalfundering nemen af. Om die reden beperken we het onderzoek tot schermen van ca. 1,5 meter hoogte en lager. Er is ook een ondergrens nodig. De meeste producten beginnen bij 1 meter hoogte en om voldoende aanbieders te betrekken is die hoogte voor dit onderzoek de ondergrens<sup>1</sup>.

### Permanente schermen

Verder betrekken we alleen geluidschermen die bedoeld zijn als permanente oplossing.

### Rijkswegen

Rijkswaterstaat past langs rijkswegen geen funderingsloze schermen toe. Ook lage schermen moeten worden gefundeerd om zettingsproblemen te voorkomen. Overigens komen lage absorberende schermen van ca. 1 meter hoogte betrekkelijk weinig voor langs rijkswegen: 1,2% van alle absorberende schermen is 0,9 tot 1,1 meter hoog (gegevens uit het geluidregister).

## 2.2 Schermleveranciers

Voor het bepalen van de kosten is gebruik gemaakt van de informatie van zes leveranciers. Hen is gevraagd naar de kosten voor het leveren en bouwen van een laag geluidscherm van 275 meter lengte, te plaatsen in de grasberm van een provinciale weg waar 60 km/uur gereden wordt. De vraagstelling voor die situatie is opgenomen in Bijlage 2. Twee leveranciers van funderingsloze schermen gaven aan geen producten onder 1,5 meter hoogte te hebben. Hun schermen van respectievelijk 1,5 meter en 1,7 meter hoogte zijn wel opgenomen als referentie, maar bij de bepaling van de grootste gemene deler van de kosten niet nader beschouwd.

Bovengenoemde locatie van 275 meter lengte is gekozen in Vreeland (N201). Hier is begin 2021 een Whisbarrier geplaatst. De provincie Utrecht heeft voor dat project de kosteninformatie verstrekt over het stabiliseren en asfalteren van de zachte berm direct langs de weg, zie Bijlage 3. In dit onderzoek hebben wij deze kosteninformatie gebruikt voor schermleveranciers die als uitgangspunt bij hun kostenindicatie aangaven dat de berm door de opdrachtgever moet worden gestabiliseerd of geasfalteerd.

---

<sup>1</sup> Sinds kort is er ook een oplossing die geïntegreerd is in een geleiderail, de GeluidVangrail (0,75 m).





In totaal zijn acht lage schermen (absorberend) en drie betonnen barriers (reflecterend) in beschouwing genomen. Eén van de drie barriers is de barrier die in opdracht van de provincie Utrecht daadwerkelijk is geplaatst bij Vreeland. Het gaat daar om de Whisbarrier, een combinatie van een barrier van 0,9 meter hoogte met daarop gemonteerde diffractortop (Whistop). De kosten voor de Whistop zijn in dit hoofdstuk buiten beschouwing weggelaten. In hoofdstuk 4 is de Whisbarrier als geheel behandeld.

Hieronder staan de schermen die voor de kostenbepaling zijn gehanteerd.

#### *Greenwall Classic*

Omschrijving: groen absorberend begroeid geluidsscherm

Typeaanduiding: Classic 100 H

Absorberend: ja

Materiaal: trapezium stalen kooi met substraatvulling, natuurvezeldoek, stokhedera.

Gewicht: ca. 750 kg/m<sup>2</sup>

Dikte: voet 80 cm, top 60 cm

Schermhogte: 1,0 meter

Fundatie: funderingsloos op stabiele ondergrond (puinlaag 20-30 cm)



Figuur 2 Greenwall Classic. Model 100 H is de basis van het scherm links (foto's: Greenwall).

#### *Holland Scherm funderingsloos scherm*

Omschrijving: funderingsloos scherm met absorberende betonelementen (cassettes)

Typeaanduiding: funderingsloos scherm

Absorberend: ja

Materiaal: stijlen met absorberende betonelementen als vakvulling, betonplinten.

Schermhogte: 1,0 meter

Fundatie: betonnen plaat 2,5 x 0,3 meter als basis op 0,5 meter onder maaiveld, stalen staanders hartafstand 4 meter





Figuur 3 Holland Scherm funderingsloos geluidsscherm (dwarsdoorsnede van betonnen scherm en foto van glazen scherm: Holland Scherm).

#### Reanco groenscherm

Omschrijving: groenscherm bestaande uit grondkorven

Typeaanduiding: groenscherm

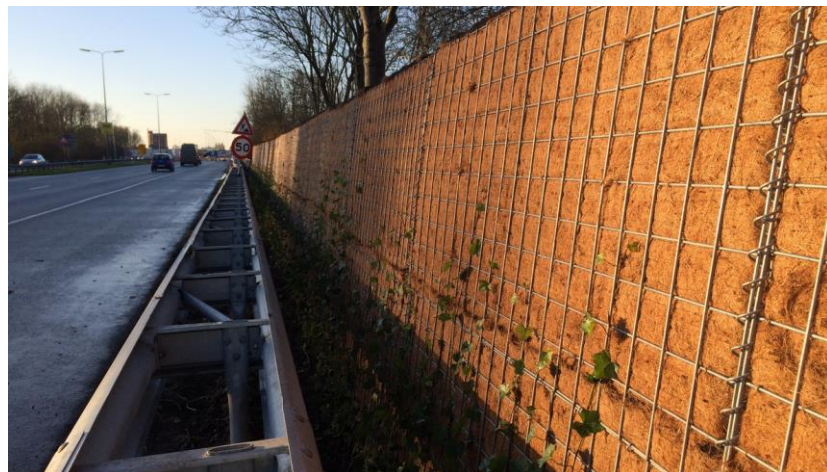
Absorberend: ja

Materiaal: stalen korf met grondvulling

Dikte: 80 cm

Schermhogte: 1,0 meter

Fundatie: funderingsloos op stabiele ondergrond



Figuur 4 Groenscherm ring Groningen (foto: Reanco Benelux BV)



#### *Reanco schanskorf*

Omschrijving: schanskorf systeem

Typeaanduiding: schanskorf

Absorberend: ja

Materiaal: stalen korf met steenvulling

Dikte: 60 cm

Schermhogte: 1,0 meter

Fundatie: funderingsloos op stabiele ondergrond



**Figuur 5** Reanco schanskorf (foto's: Reanco Benelux BV).

#### *Reanco barrier*

Omschrijving: betonnen barrier

Absorberend: nee

Materiaal: beton

Schermhogte: 1,0 meter

Fundatie: funderingsloos op stabiele ondergrond





Figuur 6 Reanco barrier betreft het onderste deel van dit geluidscherm (foto: Reanco Benelux BV).

#### *Eurorail Ecowand Planta*

Omschrijving: groen absorberend begroeibaar geluidscherm, te combineren met transparante elementen van dezelfde leverancier.

Typeaanduiding: Ecowand Planta S16

Absorberend: ja

Materiaal: aluminium raamwerk, kunststof doek, steenwol met harde persing, betonplinten

Gewicht: ca. 28 kg/m<sup>2</sup>

Dikte: 12-14 cm

Schermhogte: 1,0 meter

Fundatie: via staalprofielen die op 4 meter hartafstand in de grond worden geplaatst.



Figuur 7 Planta S16 (foto's: Eurorail).

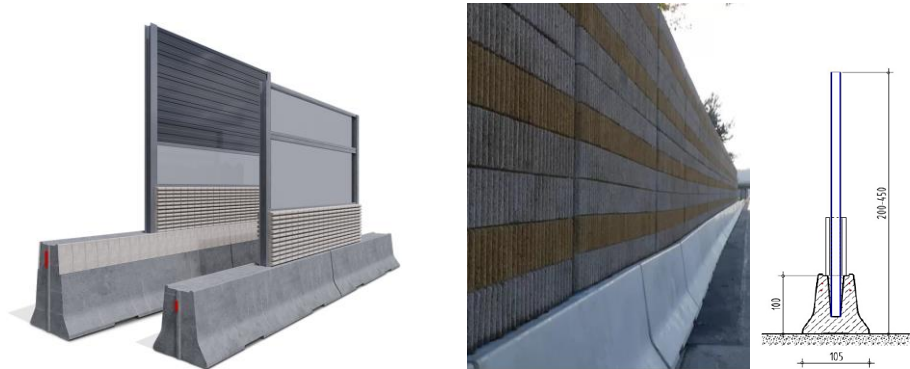
#### *Delta Bloc DB100-NBF150*

Omschrijving: barrier met geluidscherm

Typeaanduiding: (Phonobloc) DB100-NBF150



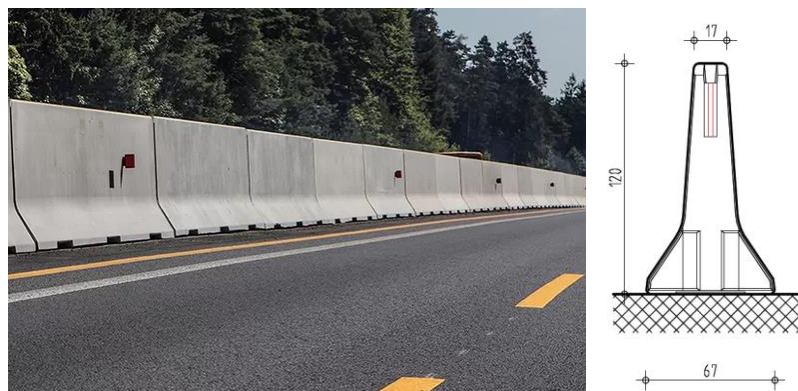
Absorberend: ja  
Materiaal: betonnen basis, staalprofielen met houtvezelbeton panelen  
Dikte: voet 105 cm  
Schermhoogte: 1,5 meter  
Fundatie: vrij opgesteld op een verdichte vlakke bodem



Figuur 8 Delta Bloc DB NBF serie (foto's en tekening: Delta Bloc).

#### Delta Bloc DB120S

Omschrijving: betonnen barrier  
Typeaanduiding: DB120S  
Absorberend: nee  
Materiaal: beton  
Gewicht: 695 kg/m<sup>2</sup>  
Dikte: voet 67 cm, top 17 cm  
Schermhoogte: 1,2 meter  
Fundatie: vrij opgesteld op het asfalt (zonder verankering)



Figuur 9 Delta Bloc barrier DB120S (foto en tekening: Delta Bloc)



### WacerWall standaard

Omschrijving: lichtgewicht geluidscherm

Typeaanduiding: standaard

Absorberend: nee (absorberend tegen meerprijs)

Materiaal: onderling verlijmde EPS-blokken voorzien van een laag spuitbeton

Dikte: 50 cm

Schermhoogte: 1,7 meter

Fundatie: grasbetonplaat, op 0,3 meter diepte gelegd op een laag stabilisatiezand



Figuur 10 WacerWall (foto's en tekening: Wacerwall).

### Wacerwall Eland

Omschrijving: betonnen scherm

Typeaanduiding: Eland

Absorberend: nee (absorberend tegen meerprijs)

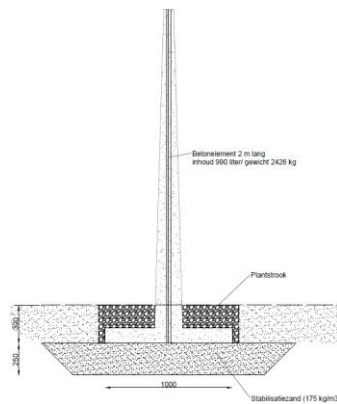
Materiaal: betonelement

Dikte: voet 22 cm, top 8 cm

Schermhoogte: 1,7 meter

Fundatie: betonplaat, op een laag stabilisatiezand





Figuur 11 WacerWall Eland (tekening: Wacerwall).

### Barrier

Omschrijving: betonnen barrier

Typeaanduiding: nBA-01

Absorberend: nee

Materiaal: beton

Gewicht: 743 kg/m<sup>2</sup>

Dikte: voet 54 cm, top 20 cm

Schermhoopte: 0,9 meter

Fundatie: funderingsloos op stabiele ondergrond



Figuur 12 Barrier

## 2.3 Randvoorwaarden

Om maatregelpunten te kunnen vaststellen is het nodig randvoorwaarden te bepalen waarbinnen deze gelden, zoals in welke situaties de maatregel kan worden toegepast,



wanneer ze voldoende effect kunnen hebben en wanneer de maatregelpunten representatief kunnen worden geacht voor de kosten.

Als randvoorwaarde geldt bij schermen zonder paalfundering dat enige zetting toelaatbaar wordt geacht door de wegbeheerder voor de locatie waar schermen worden afgewogen.

De bestaande set maatregelpunten voor geluidschermen langs rijkswegen (DMC) is gebaseerd op kosten van uitgevoerde projecten. Daarin zijn eventuele kosten voor het verleggen van kabels en leidingen, wanneer zich dat in een project voordeed, meegenomen.

Kosten voor het verleggen van kabels en leidingen speelden geen rol bij het project N201 Vreeland dat als uitgangspunt is genomen voor de lage geluidschermen in dit hoofdstuk. Wanneer op een bepaalde planlocatie wel kosten gemaakt worden voor het verleggen, kunnen die een relevant deel van de totale projectkosten vormen. Het is niet mogelijk daarvoor een generiek bedrag aan te houden. Daarom geldt als randvoorwaarde voor het gebruik van de af te leiden maatregelpunten dat die gelden voor situaties waar geen kabels en leidingen moeten worden verlegd. Voor het overige gelden dezelfde randvoorwaarden als voor de huidige geluidschermen uit het DMC.

Vanwege de veiligheid (vluchtroutes) zijn bij geluidschermen doorgangen nodig op een onderlinge afstand van maximaal 400 meter [3]. Voor lage schermen wordt in deze eis geen uitzondering gemaakt. De kosten voor ontwerp en realisatie van zulke doorgangen zijn niet onderzocht. Bij schermlengten korter dan 400 meter zijn doorgangen meestal niet aan de orde en voor langere schermen zullen ze een verwaarloosbaar deel van de totaalprijs vormen.

## 2.4 Kosten

### 2.4.1 Uitgangspunten

#### Kostenposten

Bij het samenstellen van de totale prijs van elke schermoplossing onderscheiden wij vijf kostenposten. Niet alle leveranciers hebben kosten per onderdeel gegeven. Soms is een 'all-in prijs' gegeven die meerdere onderdelen bevat, soms is aangegeven dat bepaalde onderdelen voor rekening opdrachtgever zijn. In het laatste geval zijn de ontbrekende kosten door ons aangevuld.

Hieronder is per kostenpost aangegeven op welke wijze de kosten per onderdeel tot stand zijn gekomen.

- B1. *Kale productprijz*. Het gaat hier om de leverprijs van het product en eventuele bevestigingsmaterialen.
- B2. *Plaatsing*. Het gaat hier om de aannemerskosten voor het plaatsen van het product, exclusief verkeersmaatregelen. De meeste leveranciers gaven een totaalprijs voor levering en plaatsing, een enkeling gaf uitgesplitste kosten.
- B3. *Kosten voor de fundering*. Wanneer de leverancier voor zijn product de aanwezigheid van een stabiele ondergrond als uitgangspunt geeft, zal op zandbodems in het oosten en





zuiden van het land vaak geen voorbereiding van de berm nodig zijn, terwijl elders de berm moet worden uitgegraven, waarna een stabilisatielaag (puin, zand of granulaat) wordt ingebracht. Wij gaan uit van *worst-case* en rekenen altijd kosten voor het stabiliseren van de ondergrond, omdat dat in de meeste gevallen wenselijk dan wel noodzakelijk zal zijn om scheefstand te voorkomen.

Voor de barriers is asfalt vereist. Wanneer het wegdek te weinig ruimte biedt voor een barrier, moet het wegdek worden verbreed.

De voor B3 gehanteerde kosten voor het stabiliseren van de berm, dan wel het verbreden van het wegdek (d.w.z. het asfalteren van de berm) zijn afkomstig van het project langs de N201 te Vreeland, zie Bijlage 3.

- B4. *Kosten voor verkeersmaatregelen*. Het gaat hier om de verkeersmaatregelen die nodig zijn tijdens het plaatsen van de schermen en barriers. Deze hangen af van de lokale verkeerssituatie. We gaan uit van een verkeersweg van 50 tot 70 km/uur. De situatie bij Vreeland (60 km/uur) past in dit beeld. Wanneer de schermleverancier geen kosten voor verkeersmaatregelen heeft gegeven, nemen we de kosten voor verkeersmaatregelen bij het plaatsen van de Whisbarrier, zie Bijlage 4.
- B5. *Kosten voor het plaatsen van een geleiderail*. In verband met de veiligheid zal meestal een voertuigkering noodzakelijk zijn bij het type verkeersweg als in Vreeland. De plaatsingskosten voor een geleiderail bedragen 75 euro per strekkende meter<sup>2</sup>. Voor schermproducten die een betonnen barrier (voertuigkering) als basis hebben, is geen geleiderail nodig en daarvoor zijn dan ook geen kosten gerekend.

### Discretie

Bij het voorgesprek met de leveranciers is aangegeven dat hun prijsinformatie slechts bedoeld is om globale kostenkanten af te leiden voor een 'gemiddeld' scherm zonder paalfundering, en dat prijzen in dit rapport daarom niet herleidbaar zijn tot specifieke producten. Aan die conditie wordt voldaan wanneer de productnamen in het kostenoverzicht (§2.4.2) niet vermeld worden én wanneer de prijzen B1 tot en met B5 niet uitgesplitst worden weergegeven. Dat laatste is nodig omdat uit de productinformatie kan worden afgeleid of een stabilisatielaag en/of een geleiderail nodig is (wat productidentificatie mogelijk zou maken).

### Prijspeil 2019

Alle leveranciers is gevraagd om de kosten in prijspeil 2019 op te geven, zonder BTW. Daar waar de kosten alleen voor 2020 of 2021 beschikbaar waren, zijn deze teruggerekend naar 2019 met behulp van de GWW-index<sup>3</sup>. De kosten voor prijspeil 2019 zijn in de tabel opgenomen. Uiteindelijk, alvorens de maatregelpunten te bepalen, is de strekkende meterprijs naar prijspeil 2007 teruggerekend.

---

<sup>2</sup> Deze prijs is de hoogste van 2 aanbieders die door ons gevraagd zijn om een prijsindicatie te geven voor de situatie van de N201 bij Vreeland.

<sup>3</sup> GWW-index 2019 bedraagt 110,3; 2020 bedraagt 113,9; 2021 bedraagt 114.



### Instandhoudingskosten

De instandhoudingskosten worden voor een periode van 30 jaar meegerekend. Ze bestaan uit jaarlijkse kosten voor beheer en instandhouding en uit de vervangingskosten na einde levensduur.

- C1. *Kosten beheer en instandhouding.* Voor de geluidschermen met paalfundering die reeds in het DMC voor rijkswegen beschikbaar zijn, zijn destijds geen jaarlijkse beheer- en onderhoudskosten geteld. Ook voor de funderingsloze schermen is dat daarom het uitgangspunt (C1: 0 euro).
- C2. *Vervangingskosten.* De vervangingskosten na einde levensduur bestaan uit kosten voor ontmanteling afgedankt product en plaatsing nieuw product. We gaan er voor de ontmanteling vanuit dat de prijs voor demontage en afvoer afgedankt product wegvallen tegen de restwaarde van die materialen. Met andere woorden: ontmanteling kost netto 0 euro. Dat is destijds ook zo gebeurd bij het bepalen van de maatregelpunten voor schermen met paalfundering. Voor de plaatsing van de nieuwe producten na einde levensduur worden in principe nogmaals de (originele) investeringskosten in rekening gebracht. Daarbij is het de vraag in hoeverre nogmaals dezelfde kosten aan de orde zijn voor de fundatie (stabilisatie en/of asfalt). Deze kan, anders dan bij schermen met paalfundering, mogelijk deels worden hergebruikt. De uitgangspunten voor de fundatie zijn bovendien verschillend voor schermen en barriers:
  - Voor de schermen wordt de stabilisatielaag vervangen enkel waar zetting heeft plaatsgevonden. In het onderzoek naar de maatregelpunten van de diffractor op een elementenscherf [1] is daarvoor aangehouden dat 25% van de stabilisatielaag vervangen moet worden na einde levensduur. In het voorliggende rapport is dat niet mogelijk voor sommige producten, omdat de fundatiekosten niet uitgesplitst beschikbaar zijn gesteld. We hanteren daarom als *worst-case* uitgangspunt voor elk schermproduct dat de vervangingskosten gelijk zijn aan de investeringskosten. De gehele fundering wordt dus vervangen bij einde levensduur van het schermproduct.
  - Voor de betonnen barriers betreft de fundering de asfaltstrook onder de barrier. Omdat dit deel niet bereden wordt, gaat het wegdek langer mee. Wanneer het wegdek toch vervangen moet worden, zal dat samen met groot onderhoud van het gehele wegdek gepland worden. De meerkosten voor de strook onder de barrier zijn in dat geval gering (ook de kosten voor opslag barrier en terugzetten barrier zijn gering) en deze worden niet aan de levenscyclusprijs van de barriers doorberekend.
- C4. *Meterprijs 5% herstel.* In het genoemde onderzoek naar de maatregelpunten van de diffractor op een elementenscherf is aangehouden dat voor eventuele ernstige zettingsproblemen 5% van de totale investeringskosten vanwege tussentijdse ingrepen wordt meegeteld in de levenscyclusprijs. Dat uitgangspunt is ook voor de schermproducten in deze kostenberekening gehanteerd. Voor de betonnen barriers is tussentijds herstel wegens zettingsproblemen niet van toepassing, omdat die op een geasfalteerde weg worden geplaatst.



## 2.4.2 Berekening van normkosten en maatregelpunten

### Normkosten lage funderingsloze geluidschermen

In Tabel 1 zijn de kosten van de lage funderingsloze geluidschermen weergegeven. Het betreft in alle gevallen absorberende schermen. De producten zijn in de tabel in twee groepen gerangschikt: schermen van ca. 1 meter hoog, schermen van ca. 1,5 meter hoog (in de lichtgrijze kolommen). De genoemde kosten gelden voor een scherm van 275 meter lengte. Meterprijzen zijn cursief weergegeven.

Tabel 1 Normkosten lage funderingsloze absorberende schermen (prijsspeil 2019).

A. Projectgegevens								
Productnummer	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
A4. Schermhoogte	1 meter					1,5 meter		
A5. Lengte langs weg (m)	275	275	275	275	275	275	275	275
A6. Levensduur (jaar)	50	30	50	50	50	50	50	50
B. Investeringskosten ("I")								
B6. Investeringskosten = B1+B2+B3+B4+B5	€ 91 476	€ 158 340	€ 104 144	€ 111 707	€ 375 625	€ 274 949	€ 237 666	€ 338 509
<b>B7. Totale meterprijs = B6/A5</b>	<b>€ 333</b>	<b>€ 576</b>	<b>€ 379</b>	<b>€ 406</b>	<b>€ 1.366</b>	<b>€ 1.000</b>	<b>€ 864</b>	<b>€ 1.231</b>
C. Instandhoudingskosten ("P")								
C1. Meterprijs beheer en onderhoud, per jaar	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
C2. Vervangingskosten = B6	€ 91 476	€ 158 340	€ 104 144	€ 111 707	€ 375 625	€ 274 949	€ 237 666	€ 338 509
C3. Meterprijs vervanging = C2/A5	€ 333	€ 576	€ 379	€ 406	€ 1 366	€ 1 000	€ 864	€ 1 231
C4. Meterprijs 5% herstel (=0,05 x C3)	€ 16,63	€ 28,79	€ 18,94	€ 20,31	€ 68,30	€ 49,99	€ 43,21	€ 61,55
<b>C5. Totale meterprijs per jaar = C1+(C3+C4)/A6</b>	<b>€ 6,99</b>	<b>€ 20,15</b>	<b>€ 7,95</b>	<b>€ 8,53</b>	<b>€ 28,68</b>	<b>€ 21,00</b>	<b>€ 18,15</b>	<b>€ 25,85</b>
Normkosten en maatregelpunten per strekkende meter								
Investeringskosten "I" = B7	€ 333	€ 576	€ 379	€ 406	€ 1 366	€ 1 000	€ 864	€ 1 231
Instandhouding 30 jaar "P" = 30 x C5	€ 210	€ 605	€ 239	€ 256	€ 861	€ 630	€ 544	€ 775
af: indexatie van 2019 naar 2007 (GWW)	17,2%	17,2%	17,2%	17,2%	17,2%	17,2%	17,2%	17,2%
bij: BTW (geldend vóór 1-10-2012)	19,0%	19,0%	19,0%	19,0%	19,0%	19,0%	19,0%	19,0%
bij: IPK (geldend voor RWS)	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%
Normkosten = (I+Px30)+BTW+IPK (prijsspeil 2007)	€ 661	€ 1 438	€ 752	€ 807	€ 2 713	€ 1 986	€ 1 716	€ 2 445
Maatregelpunten = normkosten / 31	21	46	24	26	88	64	55	79
<b>Mediaan maatregelpunten</b>	<b>26</b>					<b>64</b>		

### Maatregelpunten absorberende schermen van 1 meter hoog

Voor de absorberende schermen van 1 meter hoog (producten I tot en met V uit de tabel) varieert het aantal maatregelpunten sterk voor de verschillende producten, namelijk tussen 21 en 88. De mediaan zou hier als grootste gemene deler kunnen gelden, omdat die de uitersten in de reeks buiten beschouwing laat. De mediaan ligt bij 26 maatregelpunten. Ter vergelijking: in het DMC hebben schermen *met paalfundering* van 1 meter hoog 53 maatregelpunten.

### Maatregelpunten absorberende schermen van 1,5 meter hoog

Voor de absorberende schermen van 1,5 meter hoog (producten VI tot en met VIII) varieert het aantal maatregelpunten voor de verschillende producten tussen 55 en 79. De mediaan bedraagt 64 punten. Dat is ruim tweemaal zoveel als de mediaan voor schermen van 1 meter hoog.

Voor zettingsvrije schermen van 1,5 meter hoogte zijn in het DMC geen maatregelpunten beschikbaar. Een scherm van 2 meter heeft in het DMC 93 maatregelpunten.

De in het onderzoek betrokken schermen van ca. 1,5 meter hoog zijn slechts gepresenteerd als een referentiemateriaal. Het gaat om schermen van leveranciers die aangaven geen lagere schermen te hebben. Vanwege de beperkte omvang van deze groep schermen zal de prijs niet representatief zijn voor de gehele markt van funderingsloze schermen van 1,5 meter hoog. Wel maakt de kosteninformatie duidelijk dat de maatregelpunten boven een schermhoogte van 1 meter in de richting van de maatregelpunten voor zettingsvrije schermen gaan. Differentiatie tussen schermen met en zonder paalfundering is daarom boven 1 meter hoogte niet nuttig.

### Normkosten barriers

In Tabel 2 zijn de barriers opgenomen. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen twee situaties, zie Figuur 13. In de eerste situatie is er voldoende ruimte voor de barrier op het bestaande asfalt (naast de rijstrook). In de tweede situatie is er niet genoeg ruimte en moet de berm naast de rijstrook deels geasfalteerd worden, alvorens de barriers daarop te kunnen plaatsen. Dit laatste deed zich voor op de locatie Vreeland waar de Whisbarrier geplaatst is.



Figuur 13 Barrier op bestaand asfalt of nieuw asfaltstrook.



De genoemde kosten gelden voor een scherm van 275 meter lengte. Meterprijzen zijn cursief weergegeven.

Tabel 2 Normkosten reflecterende barriers (prijspeil 2019).

A. Projectgegevens						
Productnummers	IXa	Xa	XIa	IXb	Xb	XIb
A2. Fundatie	op bestaand asfalt			op nieuwe asfaltstrook		
A5. Lengte langs weg (m)	275	275	275	275	275	275
A6. Levensduur (jaar)	50	50	50	50	50	50
B. Investeringskosten ("I")						
B1+B2 Levering en plaatsing	€ 64 956	€ 96 250	€ 93 447	€ 64 956	€ 96 250	€ 93 447
B3. Fundering	nvt	nvt	nvt	€ 58 268	€ 58 268	€ 58 268
B4. Verkeersmaatregelen	€ 4 941	€ 4 941	€ 4 941	€ 4 941	€ 4 941	€ 4 941
B6. Investeringskosten = B1+B2+B3+B4	€ 69 897	€ 101 191	€ 98 388	€ 128 165	€ 159 459	€ 156 656
<b>B7. Totale meterprijs = B6/A5</b>	<b>€ 254</b>	<b>€ 368</b>	<b>€ 358</b>	<b>€ 466</b>	<b>€ 580</b>	<b>€ 570</b>
C. Instandhoudingskosten ("P")						
C1. Meterprijs beheer en onderhoud, per jaar	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
C2. Vervangingskosten = B6	€ 69 897	€ 101 191	€ 98 388	€ 69 897	€ 101 191	€ 98 388
C3. Meterprijs vervanging = C2/A5	€ 254	€ 368	€ 358	€ 254	€ 368	€ 358
C4. Meterprijs 5% herstel	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
<b>C5. Totale meterprijs per jaar = C1+(C3+C4)/A6</b>	<b>€ 5,08</b>	<b>€ 7,36</b>	<b>€ 7,16</b>	<b>€ 5,08</b>	<b>€ 7,36</b>	<b>€ 7,16</b>
Normkosten en maatregelpunten per strekkende meter						
Investeringskosten "I" = B7	€ 254	€ 368	€ 358	€ 466	€ 580	€ 570
Instandhouding 30 jaar "P" = 30 x C5	€ 153	€ 221	€ 215	€ 153	€ 221	€ 215
af: indexatie van 2019 naar 2007 (GWW)	17,2%	17,2%	17,2%	17,2%	17,2%	17,2%
bij: BTW (geldend vóór 1-10-2012)	19,0%	19,0%	19,0%	19,0%	19,0%	19,0%
bij: IPK (geldend voor RWS)	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%
Normkosten = (I+Px30)+BTW+IPK (prijspeil 2007)	€ 496	€ 717	€ 697	€ 754	€ 976	€ 956
Maatregelpunten = normkosten / 31	16	23	22	24	31	31
<b>Mediaan maatregelpunten</b>	<b>22</b>			<b>31</b>		

#### Maatregelpunten voor betonnen barriers

Voor deze reflecterende schermen (barriers) varieert het aantal maatregelpunten voor de verschillende producten tussen 16 en 23. De mediaan ligt bij 22 maatregelpunten. Wanneer voor het aanbrengen van de barrier een strook asfalt in de berm moet worden aangebracht, liggen de maatregelpunten tussen 24 en 31. De mediaan bedraagt 31 punten.

## 2.5 Conclusie en aanbeveling

Voor drie typen lage geluidschermen zonder paalfundering, voor toepassingen op decentrale wegen, zijn normkosten (of DMC-kosten) en maatregelpunten bepaald.

Overdrachtsmaatregel	DMC-kosten per m <sup>1</sup>	Maatregelpunten per m <sup>1</sup>
Funderingsloos scherm 1 meter	€ 807	26
Betonnen barrier ca. 1 meter	€ 697	22
Betonnen barrier op nieuwe asfaltstrook ca. 1 meter	€ 956	31

Het aantal punten voor deze drie typen van 1 meter hoge afscherming verschilt onderling niet sterk. Ook de drie bandbreedten voor de afzonderlijke producten overlappen elkaar. Daarom adviseren wij om deze drie typen onder één noemer te brengen, namelijk '1 meter hoge schermen zonder paalfundering', met één aantal maatregelpunten, namelijk 26 punten. De Whiswall (ook ca. 1 meter hoog en eveneens geen paalfundering nodig) is met het hogere aantal van 51 punten (zie [1]) consistent hiermee en de volgende in lijn bij de afweging van de doelmatigheid van overdrachtsmaatregelen.

Daarnaast blijven schermen van 1 meter hoog mét paalfundering (53 punten) nodig in het DMC. Rijkswaterstaat houdt voor schermen langs rijkswegen namelijk vast aan die schermbouw om zetting te vermijden. Wegbeheerders van decentrale wegen kunnen ook daarvoor kiezen. Wanneer ze daar inderdaad aan vast houden doen, zal ook de Whiswall (51 punten) niet worden afgewogen. De volgende overdrachtsmaatregel na de 53 punten voor een regulier scherm van 1 meter is dan een scherm van 2 meter (93 punten).

Als randvoorwaarden bij toepassing van deze schermen zonder paalfundering gelden:

- voor situaties waarin schermen niet zettingsvrij moeten worden gefundeerd;
- voor situaties waar geen kabels en leidingen moeten worden verlegd.

Opmerking: de wegbeheerder beoordeelt zelf of een voertuigkering (vangrail) nodig is. De (beperkte) kosten daarvoor zijn inbegrepen in de tabel, maar voor een scherm achter een bomenrij is bijvoorbeeld geen voertuigkering nodig. In geval van barriers is deze vraag niet aan de orde, omdat die als voertuigkering ontworpen zijn.



## Lage schermen en 5 dB-regel van het DMC

---

### 3.1 Inleiding

Voor de financiële doelmatigheid is in het DMC voor overdrachtsmaatregelen een zekere eis opgenomen voor de minimale geluidreductie die maatregelen moeten leveren. Artikel 3.49, tweede lid, Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) luidt:

In afwijking van het eerste lid is een geluidbeperkende maatregel bestaande uit een werk of bouwwerk alleen financieel doelmatig als deze, al dan niet in combinatie met maatregelen aan de bron, leidt tot een afname van het geluid op ten minste één geluidgevoelig gebouw met ten minste 5 dB.

De achtergrond is dat de geluidreductie van schermen of wallen in redelijke verhouding moet staan tot de kosten en tot de impact van deze (bouw)werken op de leefomgeving.

Bij de impact moet gedacht worden aan visuele hinder en barrièrewerking. Ook andere kwalificaties kunnen worden genoemd, zoals onaantrekkelijkheid en mogelijke vervuiling, maar aan die nadelen kan met ontwerp en materiaalkeuze tegemoet worden gekomen.

Het beeld is dat ongunstige aspecten visuele hinder en barrièrewerking minder belangrijk zijn bij lage schermen en geheel afwezig zijn bij een diffractor die naast de weg op wegdekhoogte wordt geplaatst. Ook die laatste maatregel is een overdrachtsmaatregel die onder de 5 dB-regel valt. Die eis lijkt voor lage overdrachtsmaatregelen minder toepasselijk. Gedacht kan worden aan het wijzigen van bovengenoemde bepaling in het Bkl, waarbij de 5 dB-regel alleen nog zou gelden voor overdrachtsmaatregelen *boven* een zekere maatregelhoogte. In dit hoofdstuk wordt eerst de herkomst van de 5 dB-regel toegelicht. Daarna worden de resultaten van een expertmeeting gepresenteerd, waarbij de vraagstelling met deelnemers van Rijkswaterstaat, ProRail, provincies en gemeenten is besproken.

### 3.2 Historie 5 dB-regel

De 5 dB-regel gaat terug op de saneringsopgave van de Wet geluidhinder. Rond 1990 kwam uit een evaluatie van de eerste saneringsprogramma's het advies om 10 dB(A) aan te houden [4]. De hoogte was mede ingegeven doordat op de saneringslocaties een hoge geluidbelasting aanwezig was, waarvoor substantiële verbetering nodig was. Deze eis moest garanderen dat omwonenden een positief totaalbeeld overhielden waarbij een duidelijk waarneembaar effect kon opwegen tegen de visuele hinder.



Bij projecten van rijkswegen (wegverbredingen etc.) moesten minder hoge geluidtoenames worden gecompenseerd. Hiervoor werd een andere eis gehanteerd voor geluidschermen. In dit RWS-criterium telden alleen woningen mee in de bepaling van de financiële doelmatigheid, wanneer op 1,5 meter boven maaiveld een geluidreductie van afgerond minstens 5 dB werd behaald. Daarbij werden ook het gedeelte van de geluidreductie *onder* de streefwaarde meegerekend.

In het wetgevingstraject SWUNG-1 (leidend tot de wijziging van de Wet milieubeheer per 1-7-2012) werd besloten om de drie criteria voor de sanering, rijkswegen en spoorwegen te harmoniseren en onder een noemer te brengen, het doelmatigheidscriterium (DMC). Insteek was dat het DMC gemiddeld niet tot meer of minder maatregelen zou leiden. Daarbij werd voor de schermen de 5 dB-regel als uitgangspunt genomen, omdat een 10 dB regel (van de sanering) tot veel minder maatregelen bij projecten van rijkswegen en spoorwegen zou leiden dan de oude criteria. Oorspronkelijk was het de bedoeling de regel zo te formuleren dat een scherm bij minstens 2 woningen ergens op de gevel tot een geluidreductie van 5 dB leidde (inclusief eventuele decibellen onder de streefwaarde). Insteek was dat hiermee rekenschap gegeven werd van de mogelijk neveneffecten, bijvoorbeeld visuele hinder en barrièrewerking. Later is de voorwaarde afgezwakt tot minstens 1 woning, omdat bij kleine clusters een scherm toch al zeer zinvol kan zijn, terwijl dan misschien maar 1 woning dat hoge geluideffect ondervindt. Een voorwaarde blijft wel dat er voldoende reductiepunten zijn voor zo'n scherm, en dat kan alleen als de geluidbelasting hoog is.

### 3.3 Barrièrewerking en schermhoogte

Om een indruk te krijgen van situaties waarin de barrièrewerking van geluidschermen acceptabel wordt geacht, is een kleine internetzoektocht uitgevoerd met als zoektermen 'geluidscherm' en 'barrièrewerking'. Dit levert een aantal stedenbouwkundige visies van gemeenten en provincies op, waarin voor specifieke locaties paal en perk gesteld wordt aan de hoogte van geluidschermen die zijn voorgesteld bij infraprojecten met geluidknelpunten. Een greep uit de bevindingen:

- Westervoort: saneringsscherm op spoordijk. Spoordijk vormt zelf al een barrière. Een scherm zal dat effect versterken. Een hoogte van maximaal 1 meter is acceptabel.
- Breda: saneringsschermen langs het spoor. Om barrièrewerking te voorkomen wordt voor de locaties waar het speelt een maximale schermhoogte van 1,83 meter aangehouden. Bij deze hoogte kan een fietser die parallel aan het spoor rijdt nog juist over het scherm heen kijken.
- Etten-Leur: saneringsschermen langs het spoor. De barrièrewerking van het spoor wordt minimaal geaccentueerd bij een maximale schermhoogte van 1 meter. Daarbij blijft de relatie voor de bewoners aan weerszijden van het spoor intact.
- Zevenbergen: schermmaatregelen zijn gewenst zolang ze niet meer dan gebruikelijk het zicht beperken, daarbij verwijzend naar gebruikelijke erfscheidingen van ca. 2 meter hoog.





- Krommenie: scherm langs N-weg. 'Overkijkbare' schermen die niet veel hoger dan zijn 1,5 meter.
- Lochem: scherm langs nieuwe N-weg. De nieuwe weg veroorzaakt barrièrewerking en een scherm hoger dan 1 meter zou het effect van inklemming onwenselijk vergroten.

Opmerking: in bovenstaande stukken is meestal niet expliciet aangegeven ten opzichte van welke referentie de acceptabel geachte schermhoogte moet worden gerekend. Vanuit de omgeving gezien zal waarschijnlijk plaatselijk maaiveld als referentie bedoeld zijn. In het akoestisch onderzoek gaat het bij de opgave van de schermhoogte echter altijd om wegdekhoogte of spoorstaafhoogte als referentie. Het wegdek of de spoorstaven liggen doorgaans iets hoger dan plaatselijk maaiveld.

Uit het bovenstaande blijkt dat de (spoor)weg zelf al als een barrière wordt ervaren. Een hoog scherm zal die barrièrewerking nog versterken. Een hoog scherm is daarom vaak onwenselijk. Een scherm van 1 tot 1,5 meter, soms 2 meter, wordt meestal nog juist acceptabel geacht, omdat men erover kan kijken.

### 3.4 Expert-meeting

Op 17 maart 2022 is de expertmeeting "Geluidschermen en de 5 dB-regel" gehouden. Daarbij waren vakspecialisten geluid aanwezig van de gemeente Utrecht, provincie Utrecht, provincie Flevoland, provincie Noord-Brabant, RWS en ProRail.

Ter inleiding werd de vraagstelling en informatie uit §3.1–3.3 gepresenteerd. Daarna is iedere deelnemer gevraagd om een reactie te geven op de vraag of er voor een overdrachtsmaatregel een zekere hoogte te kiezen is waarboven de 5 dB-regel in aanmerking moet worden genomen.

Voor het loslaten van de 5 dB-regel voor lage schermen bestaat geen unanimititeit.

- De meeste vakspecialisten van rijksinfrastructuur zijn geen voorstander hiervan. Als risico wordt gezien dat er dan sneller kostbare maatregelen worden ingezet die voor de omgeving nauwelijks een merkbaar geluideffect hebben. Een zekere drempel is nodig in het DMC.
- De meeste vakspecialisten van de provincies en de gemeente zouden een aanpassing juist verwelkomen. In hun praktijk is er behoefte aan maatwerk en daarbij zijn diverse alternatieven wenselijk, ook als die slechts een beperkt geluideffect hebben.

Voor een generieke aanpassing van de 5 dB-regel, voor alle soorten van (spoor)wegen, bestaat geen draagvlak. Wel zou voor een meer gedifferentieerde aanpak gekozen kunnen worden.

### 3.5 Conclusie en aanbeveling

Hoge geluidschermen zorgen behalve voor een hoge geluidreductie ook voor visuele hinder. En ze verhogen de barrièrewerking van de (spoor)weg waarlangs ze geplaatst worden. Om



ervoor te zorgen dat voor de omwonenden de akoestische voordelen van overdrachtsmaatregelen voldoende opwegen tegen deze visuele nadelen, wordt in het doelmatigheids criterium een minimale geluidreductie als extra voorwaarde gesteld. Op de gevel van minstens één woning in een cluster moet de overdrachtsmaatregel minstens 5 dB reductie leveren.

Voor lage geluidschermen en andere lage overdrachtsmaatregelen zijn de visuele nadelen echter beperkt. Daarvoor zou het denkbaar zijn de 5 dB-regel te schrappen. In dit hoofdstuk zijn de mogelijkheden verkend.

Eenzijds is nagegaan of er een bepaalde hoogte is waarbij de visuele nadelen beperkt zijn. Een kleine rondgang onder stedenbouwkundige visies leert dat in situaties waar het plaatsen van schermen aan de orde is, de barrièrewerking minimaal is voor een schermhoogte van 1 tot maximaal 1,5 meter.

Anderzijds zijn vakspecialisten geraadpleegd van een gemeente, enkele provincies, ProRail en RWS. Uit deze verkenning komt naar voren dat een generieke aanpassing van de 5 dB-regel voor lage schermen onvoldoende steun geniet.

- Langs rijksinfrastructuur wordt het schrappen van de 5 dB-regel voor lage geluidschermen niet wenselijk geacht. Een drempel moet voorkomen dat kostbare maatregelen worden ingezet die voor de omgeving nauwelijks een merkbaar geluideffect hebben.
- Langs verkeerswegen binnen de bebouwde omgeving is de situatie anders. De deelnemende specialisten van provincies en de gemeente geven aan dat maatregelen met een beperkt effect wenselijk zijn. De mogelijkheden om met maatwerk een kleine geluidreductie te bieden in een akoestisch complexe omgeving wordt belangrijk geacht.
- Een uitzondering wordt gemaakt voor de 'diffractor in de berm'. Voor deze overdrachtsmaatregel, die 0 meter boven de weg ligt, treedt immers geen visuele hinder op zodat deze niet onder de 5 dB-regel behoort te vallen.

Omdat er onder vakspecialisten geen draagvlak is om alle situaties met lage schermen tot bijvoorbeeld 1 meter hoogte uit te sluiten van de 5 dB-regel, kan aan differentiatie worden gedacht. Daarmee kan tegemoet worden gekomen aan de behoefte aan maatwerk langs decentrale wegen of in de stedelijke omgeving.

- Een optie kan zijn na te gaan of een uitzondering voor *decentrale* wegen wenselijk en haalbaar is, namelijk door de 5 dB-regel bij niet-rijkswegen alleen van toepassing te verklaren voor overdrachtsmaatregelen hoger dan 1 meter.
- Een andere optie kan zijn om de uitzondering enkel in de *bebouwde kom* te maken, namelijk door de 5 dB-regel alleen van toepassing te verklaren op situaties buiten de bebouwde kom.

De motivatie hiervoor ligt in de beperkte mogelijkheden die er zijn om in deze situaties een bepaalde minimale geluidreductie te bereiken. Bij rijkswegen kan met een laag scherm in



combinatie met een stil wegdek al snel 5 dB behaald worden. In de bebouwde omgeving is dat niet zo eenvoudig. Het wegennet is er fijnmaziger, met als gevolg geluidbijdragen uit verschillende richtingen en beperkte cluster grootte tussen de kruispunten. Dit temperet de kans op doelmatige maatregelen. Daarbij hebben bronmaatregelen die geschikt zijn voor stedelijke wegen minder hoge geluidreducties dan bronmaatregelen op rijkswegen. Een combinatie van bron- en overdrachtsmaatregelen, als die al mogelijk is, geeft dus minder kans om 5 dB te behalen.

Wanneer bij de twee genoemde opties de vrees bestaat dat lage schermen doelmatig zullen zijn waar deze nauwelijks effect hebben, kan voor schermen tot 1 meter hoog voor een lagere drempel dan 5 dB worden gekozen, bijvoorbeeld 3 dB. Dit biedt meer zekerheid dat lage geluidschermen, die toch enige visuele hinder geven, een merkbaar akoestisch effect voor de omgeving hebben, eventueel in combinatie met bronmaatregelen of een diffractortop.



# 4

## Maatregelpunten diffractor als schermtop

---

### 4.1 Inleiding

Ten tijde van het onderzoek 'Verkenning opname diffractor in het doelmatigheids criterium' [1] zijn de innovatieve maatregelen 'diffractor als schermtop' en de 'diffractor op barrier (0,9 meter hoog)' besproken. Een afleiding van maatregelpunten is toen niet gegeven. Enerzijds vanwege ontbrekende informatie over enkele kostenposten en anderzijds omdat de representativiteit van de informatie niet goed kon worden beoordeeld vanwege het feit dat er nog geen geschikte andere referentieprojecten zijn om de informatie te harden.

Inmiddels is van twee projecten een volledig beeld van de uitvoeringsaspecten en kosten beschikbaar. Door de beschikbare informatie van de kostenposten nader te beoordelen en deze te vergelijken met kostenposten van soortgelijke maatregelen uit andere projecten, kan een beeld worden verkregen over de representativiteit van de kosten voor een gemiddeld project. Daarmee is het nu wel mogelijk om normkosten en maatregelpunten te bepalen.

Het diffractortype bij deze twee maatregelen is identiek. Het gaat om een aluminium opzetstuk dat als schermtop wordt toegepast. Bij de 'diffractor op barrier' worden eerst de barriers geplaatst. Aansluitend worden de schermtoppen gemonteerd met bevestigingsschoenen.

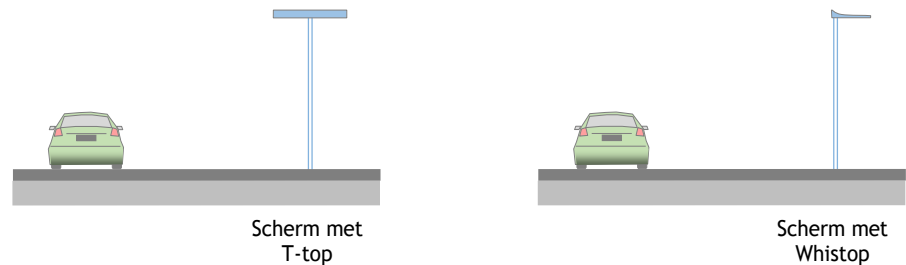
In het kader van de opname van deze schermtop in het DMC is het nuttig een al bestaande schermtop te beschouwen: de T-top.

### 4.2 Schermtop in het DMC

In het huidige DMC is als mogelijke schermtop alleen de T-top opgenomen. Het aantal maatregelpunten voor de T-top bedraagt 44.

De T-top is 2 meter breed. In Figuur 14 is de T-top op schaal weergegeven. Ter vergelijking is ook de Whistop (1 meter breed) weergegeven. De akoestische werking van de T-top berust op een ander akoestisch principe dan de werking van de Whistop. Het geluideffect verschilt om die reden.





Figuur 14 De T-top en de Whistop, tekening op schaal.

De werking en toepassingsregels van de T-top zijn in 2006 onderzocht door RWS [2]. In dat onderzoek is als geschatte prijs voor 'het plaatsen van een top op een scherm' 480 euro per strekkende meter genoemd (excl. BTW). De verschillende kostencomponenten zijn niet nader genoemd.

In het onderzoek is tevens aangegeven dat de kosten voor het plaatsen van de T-top vergelijkbaar zijn met het verhogen van een scherm met 1 meter, waarvoor een prijs van 475 euro per strekkende meter (excl. BTW) is vermeld.

De T-top is tot op heden slechts eenmaal toegepast, namelijk langs de A2 te Best (Noord-Brabant). De top is in 2013 direct bij de bouw van dat 7 meter hoge scherm geplaatst, in het kader van een wegverbreding.

### 4.3 Diffractor als schermtop

Tussen 2018 tot 2021 was de Whistop over een lengte van ca. 70 meter als proef aanwezig op het 2 meter hoge scherm op de rand van het viaduct van de A73 over de Maas bij Venlo. In ons verkennende onderzoek [1] was het niet mogelijk een voldoende helder beeld van kosten en plaatsingsaspecten te vormen op basis van informatie uit deze proef. Daarom kwam het niet tot maatregelpunten en randvoorwaarden.

Inmiddels is de Whistop als permanente oplossing geplaatst langs een ander deel van de A73, ter hoogte van de wijk Annakamp in Venlo-Blerick. Op basis van de informatie uit dit project kunnen normkosten voor de Whistop worden afgeleid.

#### Projectbeschrijving

Het gaat om plaatsing van de Whistop op verzoek van en voor rekening van de gemeente Venlo over circa 260 meter op een bestaand hellend geluidscherm van 9 meter hoogte. De rijksweg ligt hier verdiept, op ca. 6 meter onder het maaiveld. De hoogte van het scherm vanaf de achterzijde bezien is daardoor circa 3 meter. Rijkswaterstaat heeft ingestemd met dit verzoek en als voorwaarde gesteld dat de gemeente kon aantonen dat de schermconstructie deze schermtop kan dragen.



Ongeveer de helft (130 meter) van het geluidscherm bevat glazen panelen in stalen verticale profielen, de andere helft is een betonnen scherm. Omdat het gaat om twee verschillende constructies waren de kosten voor engineering, waaronder sterkteberekeningen, hoger dan wanneer het slechts één type scherm zou betreffen. De diffractor is vanaf de achterzijde van het scherm met een hoogwerker geplaatst. Daarbij was als veiligheidsmaatregel de meest nabijgelegen rijstrook (een afrit) afgesloten voor verkeer.



Figuur 15 Whistop op het geluidscherm langs de A73 te Venlo-Blerick (foto: 4Silence).

#### Berekening van normkosten en maatregelpunten

De berekening van de normkosten en maatregelpunten voor de Whistop is gegeven in Tabel 3 in §4.5. Hierna volgt een toelichting op de kostenposten voor de Whistop.

#### Uitgangspunten kostenposten Whistop

- De kosten per strekkende meter Whistop bedragen ca. 1.000 euro (prijspeil 2021) voor levering en plaatsing inclusief verkeersmaatregelen (B1+B2+B4). Dit bedrag is exclusief BTW en exclusief engineeringkosten. Uit een opgave van 4Silence (leverancier Whistop) blijkt dat de kale productprijs van de Whistop met bevestigingsschoenen 446,50 euro bedraagt [1]. Dat betekent dat de kosten voor plaatsing inclusief verkeersmaatregelen (B2+B4) zo'n 550 euro bedragen (exclusief engineering).
- De kosten voor engineering bedroegen 21.000 euro. Sterkteberekeningen maken deel uit van deze kosten. De wegbeheerder geeft aan dat het hier voor engineering om een bijzondere situatie met twee geheel verschillende schermconstructies gaat. Voor een project met één schermconstructie achten wij (ruim) de helft hiervan representatief.



Daarom is 12.000 euro aangehouden, ofwel 46 euro per meter. Deze zijn verrekend in bovengenoemde gecombineerde kostenpost B2+B4.

- De gemeente gaat uit van schoonmaakkosten (C1) van eenmaal per 5 jaar, met een hoogwerker vanaf de achterzijde. Ook daarbij wordt als verkeersmaatregel de meest nabijgelegen rijstrook afgezet. Door de schuine stand van de Whistop op deze locatie is de kans op vervuiling door naburige bomen gering. De kosten bedragen 7.000 euro per keer, interne kosten niet meegerekend (daarin is 5.000 euro voor de verkeersmaatregel meegeteld). Deze schoonmaakfrequentie en -kosten gelden voor situaties waarin een geringe kans op vervuiling door bladeren aanwezig is. Om inzicht te geven in het effect van de schoonmaakfrequentie zijn drie situaties doorgerekend:
  - o geen schoonmaak;
  - o schoonmaak eens per jaar;
  - o schoonmaak eens per vijf jaar.
- De vervangingskosten na einde levensduur (C2) bestaan uit kosten voor ontmanteling afgedankt product en plaatsing nieuw product. We gaan er voor de ontmanteling vanuit dat de kosten voor demontage en afvoer afgedankt product wegvallen tegen de restwaarde van de materialen. Met andere woorden: ontmanteling kost netto 0 euro. Voor de plaatsing van het nieuwe product geldt dat deze omwille van efficiëntie normaliter tegelijk met het vervangen van de geluidschermen wordt uitgevoerd. Hierdoor zijn de kosten voor engineering, plaatsing en verkeersmaatregelen aanzienlijk lager dan wanneer de top op een bestaand scherm wordt geplaatst (550 euro + 46 euro, zie boven). We houden hiervoor 25% van de originele kostenpost aan.
- Op basis van de GWW-index wordt 3,35% afgetrokken van de genoemde kosten om prijspeil 2019 te verkrijgen.

#### Randvoorwaarden

Bij de T-top zijn in het DMC als randvoorwaarden vermeld:

- Op bestaand scherm passend.
- Passend in het profiel.

De eerste voorwaarde is ook van toepassing voor de Whistop. Wat passend is, is aan de wegbeheerder en die kan daarvoor eisen stellen zoals sterkteberekeningen.

Omdat de Whistop zich aan de buitenzijde van het scherm bevindt, zie Figuur 14, is de voorwaarde 'passend in het profiel' niet nodig. Geplaatst aan de buitenzijde van schermen blijft de Whistop buiten het Profiel van Vrije Ruimte (PVR).

Een aanvullende voorwaarde is denkbaar om vervuiling door bladverliezende bomen te beperken. Daar is aanleiding toe omdat de schoonmaakinspanningen voor een hoge schermtop mogelijk ingrijpend kunnen zijn. Dit wordt in §4.5 uitgewerkt.

#### 4.4 Diffractor op barrier (0,9 meter hoog)

De Whisbarrier bestaat uit een betonnen barrier (type nBA-01 Haitsma Beton) waarop een aluminium Whistop wordt gemonteerd.



### Projectbeschrijving

In februari 2021 is over ca. 275 meter lengte een Whisbarrier geplaatst langs de N201 te Vreeland (gemeente Stichtse Vecht) om geluidhinder te beperken voor de woningen aan de zuidzijde van het dorp. Omdat er te weinig ruimte voor een barrier op het wegdek beschikbaar was, is in de berm eerst een stabilisatielaag van ca. 1,5 meter breed aangebracht met daarop asfalt.



Figuur 16 Whisbarrier langs de N201 te Vreeland (foto: 4Silence).



Figuur 17 Het monteren van de Whisbarrier in Vreeland (foto: 4Silence).





#### Uitgangspunten kostenposten Whisbarrier

- De kosten (B3) voor de voorbereidende werkzaamheden (grondwerken, stabilisatielaag, nieuwe asfaltstrook) zijn in Bijlage 3 opgenomen. Deze kosten zijn door de provincie Utrecht verstrekt. Omdat de Whisbarrier op andere locaties, wanneer het wegdek breed genoeg is, zonder nieuwe asfaltstrook kan worden geplaatst, geven we ook een berekening van maatregelpunten zonder deze kostenpost B3.
- De kosten voor de Whisbarrier staan in Bijlage 4. Ook deze kosten zijn door de provincie verstrekt. Het gaat om levering (B1), plaatsing (B2) en verkeersmaatregelen (B4).
- Voor jaarlijkse schoonmaakwerkzaamheden (C1) zijn nog geen ervaringscijfers beschikbaar bij de provincie. De provincie schat de jaarlijkse kosten op € 500 tot € 1.000 wanneer de schoonmaak mee kan lopen met het andere werkzaamheden. Dit is hoger dan de kosten waarvoor in het eerdere onderzoek [1] voor de Whiswall is uitgegaan. De Whiswall is een betonnen elementenscherm van 1,1 meter hoog met daarop een geïntegreerde diffractor. Daarvoor gingen wij uit van € 400 jaarlijkse kosten (prijspeil 2020) voor 300 meter scherm lengte. Omgerekend naar 275 meter scherm lengte is dat € 366. We merken op dat voor schoonmaakwerk de bereikbaarheid van de Whisbarrier op locatie Vreeland minder gunstig is dan bij de locaties met de Whiswall. Om in lijn te blijven met de jaarlijkse kosten voor de Whisbarrier kiezen we de ondergrens van het door de provincie opgegeven bereik en houden € 500 aan.
- De vervangingskosten na einde levensduur (C2) bestaan uit kosten voor ontmanteling afgedankt product en plaatsing nieuw product. We gaan er voor de ontmanteling vanuit dat de kosten voor demontage en afvoer afgedankt product wegvallen tegen de restwaarde van de materialen. Met andere woorden: ontmanteling kost netto 0 euro. Dit uitgangspunt is ook gehanteerd door leverancier 4Silence in de kostenopgave van de Whistop in Bijlage 5 van het eerdere onderzoek [1].  
Voor de plaatsing van de nieuwe Whisbarriers geldt hetzelfde uitgangspunt als voor de nieuwe barriers in §2.4.1. Dat houdt in dat bij de vervanging van de Whisbarrier de meerkosten voor het eventuele vervangen van de asfaltstrook onder de barrier niet in de levenscyclusprijs van de barriers wordt meegeteld. De vervangingskosten C2 voor de situatie waarbij de Whisbarrier aanvankelijk op een nieuwe strook asfalt werd geplaatst zijn daarom gelijk aan de vervangingskosten voor de Whisbarrier waarin die aanvankelijk op het bestaande asfalt kon worden geplaatst.

#### 4.5 Normkosten en maatregelpunten Whistop en Whisbarrier

In Tabel 3 zijn de normkosten en maatregelpunten berekend van de Whisbarrier (275 meter te Vreeland) en de Whistop (260 meter te Venlo). Meterprijzen zijn cursief weergegeven.



Tabel 3 Normkosten Whisbarrier en Whistop (prijspeil 2019).

A. Projectgegevens					
A1. Locatie	Whisbarrier N201 Vreeland		Whistop A73 Venlo-Blerick		
A2. Fundatie	bestaand asfalt	nieuwe asfaltstrook	bestaand scherm		
A3. Schoonmaak	eens per jaar		geen schoonmaak	eens per 5 jaar	eens per jaar
A4. Schermhoogte (m)	1	1	9	9	9
A5. Lengte langs weg (m)	275	275	260	260	260
A6. Levensduur (jaar)	50	50	50	50	50
B. Investeringskosten ("I")					
B1. Levering	€ 162 341	€ 162 341	€ 112 322	€ 112 322	€ 112 322
B2. Plaatsing	€ 43 289	€ 43 289	€ 150 850	€ 150 850	€ 150 850
B3. Fundering (Whisbarrier)	€ 0	€ 58 268			
B4. Verkeersmaatregelen	€ 4 941	€ 4 941			
B6. Investeringskosten = B1+B2+B3+B4	€ 210 571	€ 268 839	€ 263 172	€ 263 172	€ 263 172
<b>B7. Totale meterprijs = B6/A5</b>	<b>€ 766</b>	<b>€ 978</b>	<b>€ 1 012</b>	<b>€ 1 012</b>	<b>€ 1 012</b>
C. Instandhoudingskosten ("P")					
C1. Meterprijs voor beheer/onderhoud per jaar	€ 1,82	€ 1,82	€ 0	€ 5,38	€ 26,92
C2. Vervangingskosten	€ 210 571	€ 210 571	€ 150 035	€ 150 035	€ 150 035
C3. Meterprijs vervanging = C2/A5	€ 766	€ 766	€ 577	€ 577	€ 577
C5. Totale meterprijs per jaar = C1+C3/A6	<b>€ 17,13</b>	<b>€ 17,13</b>	<b>€ 11,54</b>	<b>€ 16,93</b>	<b>€ 38,46</b>
Normkosten en maatregelpunten per strekkende meter					
Investeringskosten "I" = B7	€ 766	€ 978	€ 1 012	€ 1 012	€ 1 012
Instandhouding 30 jaar "P" = 30 x C5	€ 514	€ 514	€ 346	€ 508	€ 1 154
af: indexatie van 2019 naar 2007 (GWW)	17,2%	17,2%	17,2%	17,2%	17,2%
bij: BTW (geldend vóór 1-10-2012)	19,0%	19,0%	19,0%	19,0%	19,0%
bij: IPK (geldend voor RWS)	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%
Normkosten = (I+Px30)+BTW+IPK (prijspeil 2007)	€ 1 559	€ 1 817	€ 1 655	€ 1 852	€ 2 639
Maatregelpunten	50	59	53	60	85

#### Maatregelpunten voor de Whisbarrier

Voor de Whisbarrier geldt dat het meenemen van de aanlegkosten van een asfaltstrook tot significant hogere kosten leidt. In het algemeen worden barriers echter op het bestaande wegdek geplaatst. De bijzondere situatie bij Vreeland is een uitzondering.

De 50 maatregelpunten voor de Whisbarrier zijn nagenoeg gelijk aan de 51 punten voor de Whiswall die in rapportage [1] zijn opgenomen. Aangezien het praktischer is om geen



onderscheid in maatregelpunten te maken tussen deze vergelijkbare maatregelen, adviseren wij om ook voor de Whisbarrier 51 punten aan te houden.

#### Maatregelpunten voor de Whistop

Voor Whistop blijkt de schoonmaakfrequentie sterk bepalend voor de maatregelpunten. De schoonmaakkosten hangen van de benodigde verkeersmaatregelen af. Het is evident dat een Whistop geen geschikte maatregel op hoge schermen is, wanneer op die locatie een grote kans op vervuiling door bladeren bestaat. Behalve dat de kosten dan aanzienlijk zijn, is het jaarlijks afzetten van rijstroken niet wenselijk op bijvoorbeeld een autosnelweg. Langs andere typen verkeerswegen zullen minder zware veiligheidsmaatregelen nodig zijn. Dat leidt tot lagere schoonmaakkosten. Maar het is duidelijk dat die kosten hoger zijn dan voor een Whisbarrier of Whiswall, omdat de Whistop (juist) op hogere schermen dan 1 meter zal worden toegepast. Dat brengt extra kosten met zich mee voor de inzet van een hoogwerker en eventueel voor extra veiligheidsmaatregelen. Wanneer daarvoor gerekend wordt met jaarlijkse schoonmaakkosten van € 1.400 (situatie *niet* in de tabel opgenomen), is het aantal maatregelpunten gelijk aan de situatie waarin eens per vijf jaar € 7.000 wordt begroot (situatie *wel* in de tabel opgenomen). De kolom 'eens per 5 jaar' schoonmaak is dus representatief voor niet-autosnelwegen.

We stellen daarom voor om 60 maatregelpunten (d.w.z. schoonmaak eens per vijf jaar € 7.000) aan te houden voor alle situaties met de Whistop. Dit aantal is dekkend voor de Whistop:

- Langs autosnelwegen in situaties zonder bladverliezende bomen, waar jaarlijks lichte vervuiling optreedt die desgewenst eens per vijf jaar wordt verwijderd vanuit een hoogwerker, met eventueel afzetting van een rijstrook;
- Langs niet-autosnelwegen in situaties met een kans op vervuiling, die om de paar jaar vanuit een hoogwerker wordt verwijderd, met lichtere verkeersmaatregelen.

De 60 maatregelpunten is consistent met de 44 punten voor de T-top, die naar verwachting een lagere akoetische effectiviteit heeft dan de Whistop.

## 4.6 Conclusie en aanbeveling

Voor de Whisbarrier en Whistop zijn de maatregelpunten voor toepassing bij wegverkeer bepaald.

Overdrachtsmaatregel	Merksnaam	Maatregelpunten per m <sup>1</sup>
Diffractor op barrier (0,9 meter hoog)	Whisbarrier	51*
Diffractortop	Whistop	60

\* gelijk aan de punten voor de Whiswall.



Als randvoorwaarden bij toepassing van de Whisbarrier langs wegen gelden dezelfde randvoorwaarden als voor de Whiswall.

Als randvoorwaarde bij toepassing van de Whistop op schermen langs wegen geldt:

- Op bestaand scherm passend.
- In situaties met geringe kans op vervuiling door bladval.



## Literatuur

---

- [1] 'Verkenning opname diffractor in het doelmatigheids criterium', dBvision-rapport, kenmerk I&W002-07-03ev, 13 oktober 2021.
- [2] Toepassingsadvies: T-toppen, RWS-DWW rapport, kenmerk DWW-2006-042, 31 maart 2006
- [3] GCW-2012, Richtlijnen geluidbeperkende constructies langs wegen, CROW, 2012
- [4] 'Achtergrond 5 dB-eis bij overdrachtsmaatregelen', notitie D. de Gruijter, januari 2022
- [5] 'DMC-kosten spoor en weg definitief', notitie van Rijkswaterstaat, 3 februari 2009
- [6] 'IJking van het doelmatigheids criterium aan nieuwe kosten', dBvision-memo, kenmerk V&W011-01-53gw, 23 april 2009
- [7] 'Actualisatie doelmatigheids criterium voor spoorwegen aan nieuwe normkosten', dBvision-memo, kenmerk PRO027-02-07ew, 28 juni 2012



## Bijlage 1 DMC-kosten voor maatregelen

*De inleiding in deze bijlage is een samenvatting van notitie [5]. De kostenkennallen die gebruikt zijn voor het vigerende DMC komen voor weg uit dBvision-memo [6] en voor spoor uit dBvision-memo [7].*

### Wat zijn DMC-kosten?

De maatregelkosten die in het DMC worden meegenomen zijn de som van drie componenten:

- **I:** investeringskosten, bestaande uit;
  - 'kale' of 'directe' kosten maatregel;
  - eenmalige en uitvoeringskosten (aannemerskosten zoals winst, risico, uitvoering, engineering);
  - bijkomende kosten (kabels en leidingen, werkwegen, verkeersmaatregelen, beplanting, etc.);
  - BTW;
- **Px30:** instandhoudingskosten (ook incl. BTW) over een termijn van 30 jaar (beheer & onderhoud en vervanging). Voor maatregelen waarvan de levensduur langer of korter is dan 30 jaar, worden de kosten voor vervanging eerst gedeeld door de levensduur in jaren, en daarna met 30 vermenigvuldigd. Dat is bijvoorbeeld zo gebeurd bij de raildempers, die een levensduur van 25 jaar hebben.
- **IPK:** 'Interne productkosten' / 'externe' voorbereiding en begeleiding (vast opslagpercentage op totaal van vorige twee posten; bij RWS 20%, bij BSV en ProRail 15%).

De DMC-kosten worden aldus berekend als  $I + Px30 + IPK$ .

### Middeling kosten

De investeringskosten en instandhoudingskosten waarmee de omrekening naar maatregelpunten plaatsvindt, worden ook wel normkosten genoemd. De normkosten zijn de grootste gemene deler van weg- respectievelijk spoorprojecten. Voor de wegprojecten zijn dat kosten uit projecten van RWS en BSV, voor spoor zijn dat kosten van ProRail en BSV.

### Maatregelpunten

De omrekening naar maatregelpunten in het vigerende DMC betekent voor weg dat de DMC-kosten gedeeld worden door 31 en voor spoor door 29, en daarna afgerond. Het prijspeil voor de kosten is 2007 voor weg en 2012 voor spoor.

### DMC-kosten weg

Meerkosten van	ten opzichte van	DMC-kosten	Maatregelpunten
Tweelaags ZOAB	ZOAB	€ 678,7 per 10 m <sup>2</sup>	22 per 10 m <sup>2</sup>



Schermhogte (m)	DMC-kosten per m <sup>1</sup>	Maatregelpunten per m <sup>1</sup>
1	€ 1 651	53
2	€ 2 897	93
3	€ 4 132	133
4	€ 5 356	173
5	€ 6 568	212
6	€ 7 768	251
7	€ 8 959	289
8	€ 10 137	327

#### DMC-kosten spoor

Bronmaatregel	DMC-kosten per m <sup>1</sup>	Maatregelpunten per m <sup>1</sup>
Raildempers per spoor	€ 830	29

Schermhogte (m)	DMC-kosten per m <sup>1</sup>	Maatregelpunten per m <sup>1</sup>
1	€ 2 414	83
1,5	€ 2 537	87
2	€ 2 659	92
3	€ 3 544	122
4	€ 4 283	148

De maatregelpunten voor een scherm van 5 meter in de Rgm zijn door extrapolatie verkregen.



## Bijlage 2 Fictief project laag geluidscherm 275 m lang

### Bouw laag geluidscherm langs een provinciale weg

Schermhoogte:	ca. 1,0 tot 1,5 meter
Positie scherm:	in de grasberm, op ca. 1 meter van rand wegverharding
Uitvoering:	akoestisch absorberend aan de wegzijde
Schermlengte:	275 meter
Maximumsnelheid:	60 km/uur

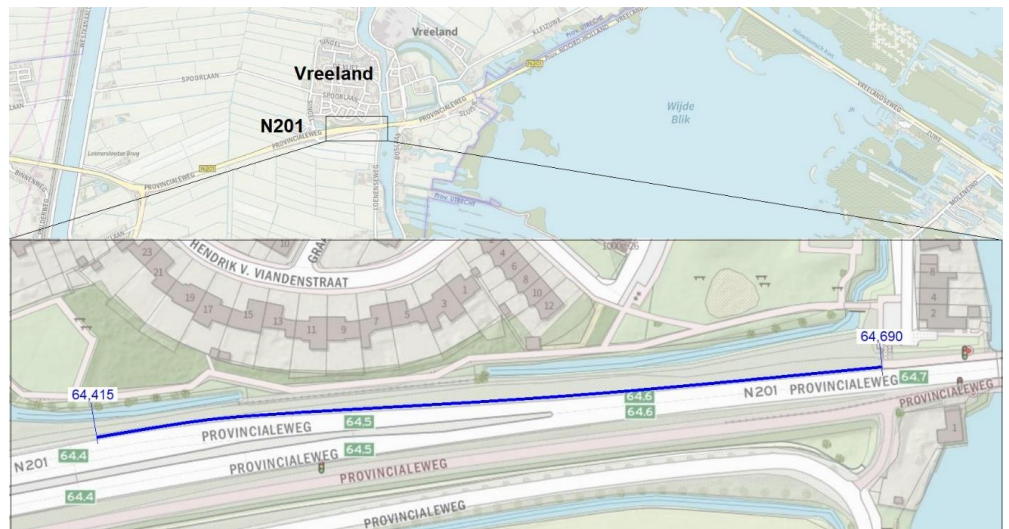
Gevraagd zijn de uitgesplitste kostenindicatie voor:

- (1) fundatie
- (2) geluidscherm
- (3) levering en aanleg
- (4) verkeersmaatregelen

Belangrijk is dat peiljaar 2019 wordt aangehouden voor de kosten.

Buiten beschouwing blijven: aanpassingen aan bestaand wegmeubilair, verleggen kabels en leidingen, aanbrengen van botskussens/terminals.

Opmerking: indien het nodig is om voor deze kostencalculatie een werkelijke locatie in aanmerking te nemen, mag worden uitgegaan van de provinciale N201 ter hoogte van Vreeland (prov. Utrecht). Onderstaande afbeeldingen geven een impressie van deze locatie. Het te bouwen geluidscherm is met blauw aangegeven.



Onderliggend kaartmateriaal: J.W. van Aalst, [www.opentopo.nl](http://www.opentopo.nl)





## Bijlage 3 Kosten asfaltering 275 m zachte berm

De kosten van asfaltering van een zachte berm zijn beschikbaar voor de locatie die is aangegeven in Bijlage 2. Het gaat om het stabiliseren van de bodem met een menggranulaat (1,5 meter breed) en vervolgens asfalteren. De prijs is van januari 2021. Dit prijspeil is met de GWW-index teruggerekend naar januari 2019. De tweede kolom geeft de kosten aan voor enkel het stabiliseren. De verkeersmaatregelen zijn daarbij half zo groot verondersteld.

Omschrijving	Stabilisatielaag + asfaltering berm	Enkel stabilisatielaag	
Grondwerken (Ontgraven, doek, granulaat, tijd. wegmarkering)	€ 24.841,77	100%	€ 24.841,77
Zagen rand, onderlaag asfalt, kleeflaag en deklaag asfalt	€ 13.825,91	0%	€ 0,00
Verkeersmaatregelen	€ 11.054,24	50%	€ 5.527,12
Algemene kosten (8%), winst en risico (5%)	€ 6.463,85		€ 3.947,96
Eenmalige kosten (o.a. uitvoering, KLIC-melding)	€ 4.036,50	100%	€ 4.036,50
Totaal (prijspeil 2021)	€ 60.222,27		€ 34.316,85
Totaal (prijspeil 2019, o.b.v. GWW-index 3,35%)	€ 58.267,69		€ 33.203,05

De kosten voor de Whisbarrier zijn opgenomen in Bijlage 4.



## Bijlage 4 Whisbarrier Vreeland

---

De kosten voor leveren en plaatsen van de Whisbarrier in Vreeland zijn verstrekt door de provincie Utrecht. De Whisbarrier bestaat uit een barrier waarop (na plaatsing op de schermlocatie) een Whistop wordt gemonteerd. Wanneer de kosten die samenhangen met de levering en montage van de Whistop worden weggelaten, volgen de kosten voor enkel het leveren en plaatsen van de barrier.

Omschrijving	Whisbarrier	Enkel de barrier
Levering	€ 167.640,00	€ 51.750,00
Plaatsing	€ 44.701,49	€ 14.841,41
Verkeersmaatregelen	€ 5.102,70	€ 5.102,70
Totaal (prijspeil 2020)	€ 217.444,19	€ 71.694,11
Totaal (prijspeil 2019, o.b.v. GWW-index 3,26%)	€ 210.571,50	€ 69.428,09

De kosten voor verkeersmaatregelen bedroegen € 5.103. Omgerekend naar prijspeil 2019 is dat € 4.941.



## Colofon

---

**Korte titel**

Lage schermen en diffractoren in het DMC

**Opdrachtgever**

Ministerie IenW / DGMI  
contactpersoon: Gerda de Vries - Vos

**Opdrachtnemer**

dBvision  
Groenmarktstraat 39  
3521 AV Utrecht  
Tel: 030 2970391  
E-mail: info@dBvision.nl  
Website: www.dBvision.nl

**Datum**

23 mei 2022

**Kenmerk**

I&W002-08-02ev

**Status / versie**

Definitief 1.0

**Onderzoek uitgevoerd door**

Edwin Verheijen

**Autorisatie**

Edwin Verheijen  
Auteur

Frank Elbers  
Referent

