



MKBA minigeluidschermen langs het spoor

Vergelijking met conventionele geluidschermen

28 februari 2019

Project MKBA minigeluidschermen langs het spoor
Status Eindrapportage
Datum 28 februari 2019
Referentie 110819/01

Opdrachtgever ProRail
Projectcode 110819
Projectleider ir. E. Jongstra
Projectdirecteur ir.drs. J.L.C.M. van Daelen

Auteur(s) dr.ir. E.C.M. Ruijgrok
Begeleid door Marjolein Koenraadt (ProRail) (MKT)
Martijn van Noort (ProRail) (MNT)
Lisette van Duin (ProRail) (LDN)
Bert Frijlingh (ProRail) (BFH)
Frank Oud (ProRail) (FOD)
Jeff Diks (ProRail) (JDS)
Peet Meijer (ProRail) (PMR)
Chris Heutinck (ProRail) (CHK)
Nils Intema (ProRail) (NIA)
Robbert Vroomen (ProRail) (RVN)
Willem Naberman (ProRail) (WNN)

Goedgekeurd door ir. E. Jongstra

Paraaf

Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Willemskade 19-20
Postbus 2397
3000 CJ Rotterdam
+31 (0)10 244 28 00
www.witteveenbos.com
%6 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	ACHTERGROND EN VRAAGSTELLING VAN DIT ONDERZOEK	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Onderzoeksvraag en -doel	1
2	ONDERZOEKAANPAK	3
2.1	Afpeelbenadering	3
2.2	Schermtypen	3
2.3	Vergelijking conventioneel en minigeluidschermb	4
3	GEHANTEERDE UITGANGSPUNTEN CASUS HEILOO	9
3.1	Uitgangspunten kosten	9
3.2	Uitgangspunten baten	10
4	MKBA RESULTATEN CASUS HEILOO	13
4.1	Resultaten op hoofdlijnen	13
4.2	Resultaten nader gedetailleerd	14
5	GEVOELIGHEIDSANALYSES & CONCLUSIE	18
5.1	Gevoeligheid voor hogere bouwkosten	18
5.2	Gevoeligheid voor de omvang van de geluidbaten	18
5.3	Conclusies & aanbevelingen	19
6	GERAADPLEEGDE BRONNEN	21
	Laatste pagina	27
	Bijlage(n)	Aantal pagina's

1

ACHTERGROND EN VRAAGSTELLING VAN DIT ONDERZOEK

Dit hoofdstuk gaat in op de achtergrond en de vraagstelling van dit kostenbatenonderzoek.

1.1 Achtergrond

Sinds 1999 zijn de minigeluidsschermen bij ProRail al in beeld. Er hebben meerdere testen plaats gevonden maar een brede integrale afweging, over het wel of niet toestaan van minischermen langs het spoor, is nog niet eerder uitgevoerd. Het is een lastige afweging doordat de baten van een minigeluidsscherm buiten ProRail liggen en de mogelijke extra kosten bij ProRail. Er is besloten om aan de hand van een maatschappelijke kostenbatenanalyse (MKBA) aan het managementteam (MT) om een besluit te vragen over het al dan niet toestaan van minigeluidsschermen langs het spoor in verschillende situaties, wanneer daar door gemeentes of omwonende belangstelling voor is.

Voor het opstellen van deze MKBA dienen eerst de uitgangspunten worden vastgesteld. Het gaat hierbij om de uitgangspunten die gehanteerd worden voor het opstellen van een MKBA waarin "lage" (mini) geluidsschermen worden vergeleken met "hoge" (conventionele) geluidsschermen. Een minigeluidsscherm is een geluidsscherm van maximaal 76cm boven BS (bovenkant spoorstaaf) op ongeveer 1,76 m uit hart spoor. Een conventioneel geluidsscherm staat op 4,85 m uit hart spoor en is ongeveer 1,5 m hoog bij een gelijke geluidsreductie als het minigeluidsscherm. Om mini- en conventionele geluidsschermen te kunnen vergelijken wordt eerst vastgesteld wat hun ontwerp inhoudt- zowel technisch als qua omgeving en hoe het onderhoud er uitziet.

1.2 Onderzoeksvraag en -doel

Een MKBA is een integraal afwegingsinstrument dat alle huidige en toekomstige maatschappelijke voor- en nadelen van een maatregel tegen elkaar afweegt door ze in geld uit te drukken. In tegenstelling tot een financiële kostenbatenanalyse (FKBA of business case), brengt een MKBA niet alleen de uitgaven en inkomsten van de initiatiefnemer van een maatregel in beeld, maar alle de voor- en nadelen van alle betrokkenen: overheid, bedrijven en burgers. Wanneer de baten groter zijn dan de kosten is een project maatschappelijk gezien verantwoord.

Ten aanzien van minigeluidsschermen zijn drie verschillende MKBA-onderzoeksvragen te formuleren:

1. Is het toestaan van minigeluidsschermen langs het spoor maatschappelijk verantwoord bij een gelijke geluidsreductie als die van het conventionele scherm?
2. Is het toestaan van minigeluidsschermen langs het spoor maatschappelijk verantwoord bij een lagere geluidsreductie door het minigeluidsscherm dan door het conventionele scherm?
3. Is het toestaan van een schanskorf minigeluidsscherm (in plaats van een betonnen keermuur) langs het spoor maatschappelijk verantwoord?

In deze MKBA beperken we ons tot het beantwoorden van onderzoeksvraag 1. Als onderzoeksvraag 1 positief is zijn onderzoeksvragen 2 en 3 mogelijk interessant nader te onderzoeken.

Doel van de MKBA is om op grond van *een beperkt aantal cases* (initieel 1 en maximaal 3) inzicht te krijgen of minigeluidschermen een maatschappelijk verantwoorde keus kunnen zijn in plaats van het conventionele geluidscherm.

2 ONDERZOEKAANPAK

In dit hoofdstuk wordt de gehanteerde onderzoekaankpak van deze kostenbatenstudie beschreven. Hierbij wordt in gegaan op de gehanteerde afpelbenadering en worden verschillende typen geluidschermen met elkaar vergeleken.

2.1 Afpelbenadering

Om te kunnen bepalen of het toepassen van een minigeluidsschermb een maatschappelijk verantwoorde keuze is, is het zinvol om te beginnen met een casus waarin het goedkoopste type minigeluidsschermb wordt toegepast op een locatie waar veel mensen er profijt van hebben (ofwel: veel woningen met zichthinder). Indien het minigeluidsschermb hier geen verantwoorde investering blijkt, zal dit in alle andere gevallen ook niet zo zijn. Indien het minigeluidsschermb hier wel een verantwoorde investering blijkt, ontstaat de vraag of een duurder laag type op een locatie met minder profijthebbers ook nog uit kan.

Deze ‘afpel’ benadering is een logische aanpak, maar de uitvoering is wel afhankelijk van beschikbare cases met data. Omdat er nog niet zoveel ervaring is met het toepassen van lage schermen, zijn we pragmatisch te werk gegaan: voor de beschikbare cases is bepaald van welke vergelijking zij een voorbeeld zijn. De beschikbare cases voor minigeluidschermen zijn Meerssen, Heiloo, Hilversum 1 en Hilversum 2.

2.2 Schermtypen

Er zijn erg veel verschillende uitvoeringsvormen voor conventionele geluidschermen en minigeluidschermen. Omdat niet alle varianten kunnen worden meegenomen in de MKBA zijn de volgende schermtypen gekozen om met elkaar te vergelijken:

- **Conventioneel geluidsschermb:** houtvezelbeton paneelvulling met paalfundering en begroeiing aan de buitenzijde.
- **Minigeluidsschermb:**
 - o Variant 1: betonnen keerwand met houtvezelbeton (als geluidsabsorberend materiaal en aangevuld met grond (voorbeeld Hilversum 2);
 - o Variant 2: keerwand met schanskorf (schanskorf = staaldraadmatten met een steenslagvulling met een geluidsabsorberende kern);
 - o Variant 3: houtvezelbeton paneelvulling met paalfundering (geen uitgewerkte casus), zoals Riederschermb geleverd door ETS-spoor voor de Hoeksche lijn.

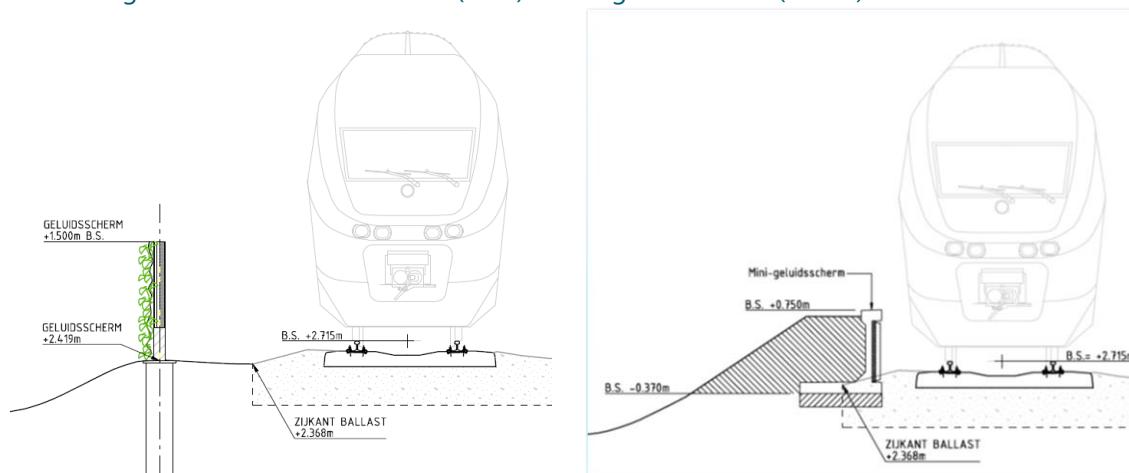
In deze MKBA-studie wordt initieel alleen het minigeluidsschermb met betonnen keerwand (variant 1) vergeleken met een houtvezelbeton conventioneel geluidsschermb. Het houtvezelbetonnen schermb wordt binnen ProRail gezien als het “standaard” conventionele geluidsschermb. Evenzo wordt variant 1 van het minigeluidsschermb binnen ProRail als de meest voor de hand liggende variant van het minigeluidsschermb gezien, omdat deze het goedkoopst is. Volgens expert judgement van ProRail (WNN) ligt het toepassen van een paalfundering bij een minigeluidsschermb niet voor de hand. De verwachting is dat extra kosten van een paalfundering niet opwegen tegen de extra kosten voor de treinvrije perioden (TVP’s) die nodig zijn voor het periodiek rechtzetten van een niet-paalgefundeerd minischermb. In deze MKBA wordt daarom rekening gehouden met

het voldoende diep ingraven van variant 1 van het mini-schermb (met behulp van keerwand), zodat noch een paalfundering noch rechtzetten nodig is.

Een en ander betekent dat in deze MKBA studie alleen variant 1 van het minischermb vergeleken wordt met het conventionele scherm. Wanneer variant 1 meer baten oplevert dan zij kost, kan in een vervolgstudie variant 2 op kosten en baten worden gezet. Indien ook deze een batig saldo heeft, kan uiteindelijk ook variant 3 met paalfundering worden doorgerekend. Als variant 3 ook positief is qua batenkostensaldo wordt het toepassingsgebied van minigeluidschermen enorm vergroot: dan kan ook bij slechte ondergronden gekozen worden voor een minigeluidscherm.

Afbeelding 2.1 toont ontwerpschetsen van het conventionele geluidscherm en het minigeluidscherm (variant 1) die in deze studie met elkaar vergeleken worden. De schets van het conventionele scherm is gebaseerd op de casus Heiloo en de schets van het minigeluidscherm is naar voorbeeld Hilversum 2 en ook aangehouden bij Heiloo.

Afbeelding 2.1 Conventioneel scherm (links) & minigeluidscherm (rechts)



2.3 Vergelijking conventioneel en minigeluidscherm

Conventionele en minigeluidschermen verschillen qua technisch ontwerp/bouw, onderhoud en omgevingseffecten. Het eerste deel van tabel 2.1 specificeert voor een situatie met dubbel spoor de verschillen. Situaties met drie sporen of meer nemen we nu in deze afweging niet mee. De verwachting is dat minigeluidschermen bij drie sporen of meer (van de verst weg gelegen sporen ten opzichte van het scherm) dusdanig weinig geluidreductie teweeg brengen, dat ze geen optie meer zijn. In het tweede, derde en vierde deel van tabel 2.1 worden respectievelijk de verschillen qua bouwkosten, onderhoudskosten en baten gespecificeerd.

Ten aanzien van baten wordt opgemerkt dat baten in feite effecten zijn: zij kunnen dus ook negatief zijn en het kunnen ook vermeden kosten zijn. Conform de MKBA-systematiek, staat hetgeen betaald dient te worden (door ProRail) bij de kosten. De effecten die daaruit voortvloeien (voor iedereen) staan bij de baten. Dit betekent dat de kosten van verbussing als gevolg van onderhoudswerkzaamheden bij de kosten staan, terwijl de vervoerswaarde van TVP's (treinvrije perioden veroorzaken extra reistijd voor personen en goederen) bij de baten staat.

Tabel 2.1. Vergelijking van conventioneel geluidscherm en minigeluidscherm

Uitgangspunten	Conventioneel geluidscherm	Minigeluidschermen	Relevantie
Ontwerp & omgevingssituatie:			
Geluidsreductie	6-7 dB	6-7 dB	Dit is basis voor geluidhinderreductiebaat samen met aantal woningen (zie onder)
Hoogte vanaf bovenkant spoor	1,5 meter	0,76 meter	Dit is basis voor kostenberekening
Fundering	Paalfundering	Variant 1: fundering op staal (houtvezelbeton)	Dit is basis voor kostenberekening
Afstand vanaf hart spoor	4,85 meter	1,75 meter	Dit is basis voor kostenberekening
Levensduur	50 jaar	50 jaar	In de MKBA wordt een periode van 50 jaar gehanteerd, zodat geen vervangingskosten in rekening hoeven te worden gebracht
Geluidssituatie***	Aantal woningen met geluidnormoverschrijding ingedeeld naar decibelzone	Aantal woningen met geluidnormoverschrijding ingedeeld naar decibelzone	Dit is de basis voor geluidhinderreductie baat; die voor beide schermen gelijk is
Visuele situatie****	Aantal woningen dat uitziet op het scherm & aantal reizigers dat zicht heeft op het scherm	Aantal woningen dat uitziet op het scherm & aantal reizigers dat zicht heeft op het scherm	Dit is de basis voor uitzicht-baten voor omwonenden en reizigers die voor beide schermen verschillend is
Bouwkosten (investeringskosten)			
Kostenposten	Conventioneel scherm	Mini scherm	Kost/baathouder
1. Kabels en leidingen	Worden verplaatst en teruggebracht in koker*	Worden verplaatst en teruggebracht in koker*	ProRail
2. Veilig vluchten	Vanuit de trein verantwoordelijkheid NS; Veilig vluchten naar andere zijde geluidscherm d.m.v. vluchtdeur om de maximaal 500 meter	Vanuit de trein verantwoordelijkheid ProRail d.m.v. afstapvoorziening maximaal 1 meter hoog. Vluchtpoorten voor baanwerkers om de 250 meter	ProRail
3. Afwatering baanlichaam	Via baanlichaam	Drainage in het spoor aanbrengen (dit is niet op elke locatie nodig).	ProRail
4. Afscherming	Hekwerk staat vaak op de plaats van het geluidscherm (kosten bestaande hekwerk vervallen door komst geluidscherm)	Bestaand hekwerk blijft op de erfgrens staan en wordt tijdens de levensduur één maal vernieuwd	ProRail
5. Brandwerendheid	Brandbelasting door slijptrein en termiet-lassen 4,1 m afstand van het geluidscherm	Brandbelasting door slijptrein en termietlassen 1,0 m afstand van het geluidscherm	ProRail

Uitgangspunten	Conventioneel geluidscherm	Minigeluidschermen	Relevantie
6. Paalspoorstaaf-verbinding	Geen paalspoorstaaf-verbinding	Wel paalspoorstaaf-verbinding als dit conform OVS00085 nodig is.	ProRail
7. Bereikbaarheid treinen bij calamiteiten	Vluchtdeuren om de maximaal 500 m. Brandweer via schouwpad naar de trein	Brandweer kan erbij omdat het laag is. Om de 250 m een toegang tot het spoor voor onderhoud & bij incidenten	ProRail
8. Treinbeveiliging	Geen aanvullende eisen. Kasten en TB objecten langs de baan zijn bereikbaar	Kasten en TB objecten moeten zonder het nemen van maatregelen bereikbaar en te openen zijn; dus verplaatsen of andere oplossing.	ProRail
9. Buskosten bij plaatsen scherm	Kosten inzet bussen	Kosten inzet bussen	NS
10. Flora en fauna	Risico op opsluiting van dieren is n.v.t.	Uittreedvoorzieningen maken om opsluiting van dieren te voorkomen	ProRail
Onderhoudskosten geluidscherm en overige spoorinfra:			
11. Afscherming/hek-onderhoud	Geen extra onderhoud door aanwezigheid van hekwerk op de erfgrns.	Geen extra onderhoud door aanwezigheid van hekwerk op de erfgrns.	ProRail (deze kosten kunnen buiten beschouwing blijven)
12. Schermonderhoud	Onderhoud betonpanelen & deuren, inclusief verwijdering kwetsende teksten	Kosten van deformatiemetingen (geen extra kosten rechtzetten wegens voldoende diep ingraven)	ProRail
13. Groenbeheer (onderhoud beplanting)	Schermbegroeiing met groen aan woningzijde; snoeikosten maken deel uit van schermonderhoud	Grondtalud begroeid met gras aan woningzijde; maaikosten maken deel uit van standaard taludonderhoud dat er ook is zonder minischerm	ProRail
14. Ecologische voorzieningen onderhouden	Geen speciale voorzieningen	Voorzieningen om opsluiting van dieren te voorkomen	ProRail
15. Afwatering onderhouden	Via baanlichaam (dus geen extra kosten)	Drainage onderhouden (schoonmaakkosten)	ProRail
16. Spoor vernieuwen	Met spoor-vernieuwingstrein	In de put	ProRail
17. Spoor onderhouden	Met kettinghor	In de put	ProRail
18. Paalspoorstaaf-verbinding	Geen paalspoorstaafverbinding	Wel spoorstaaf-verbinding als conform OVS00085 nodig is	ProRail
19. Schermreinigingskosten na calamiteiten**	afhankelijk van kans op incidenten (onbekend)	afhankelijk van kans op incidenten (onbekend)	ProRail
20. Inspectiekosten; deformatiemetingen	Geen, want het scherm heeft voldoende afstand tot het spoor	Jaarlijkse deformatiemeting gezien het risico op scheefstand binnen PVR (zie post 12)	ProRail
21. Buskosten bij: - schermonderhoud	X euro per jaar of incident	X euro per jaar of incident	NS

Uitgangspunten	Conventioneel geluidscherm	Minigeluidschermen	Relevantie
- schermreiniging na calamiteiten - inspectiewerk			
Baten (effecten)			
TVP's (treinvrije perioden) voor: - plaatsing scherm - schermonderhoud - schermreiniging na calamiteiten - inspectiewerk	X maal (per jaar of per incident) € Y per keer o.b.v. baanvakbelasting & standaard hinderscenario	X maal (per jaar of per incident) € Y per keer o.b.v. baanvakbelasting & standaard hinderscenario	Reizigers & goederenvervoerders (reistijdverlies & vervoerskostenstijging)
Geluidhinderreductie voor bewoners***	X omwonenden krijgen Y decibel geluidreductie	X omwonenden krijgen Y decibel geluidreductie	Omwonenden nabij en verder weg van het spoor (deze baten zijn gelijk voor beide schermen)
Uitzicht van bewoners**** langs het spoor op omgeving i.p.v. op scherm (met graffiti)	Gehinderd door hoog geluidscherm	Beperkt gehinderd door minigeluidscherm (75cm lager dan conventioneel geluidscherm)	Bewoners met uitzicht op het spoor
Uitzicht van reizigers**** op omgeving i.p.v. graffiti	Gehinderd door hoog scherm met graffiti	Niet gehinderd, maar vrij zicht op het landschap	Reizigers
Duurzaamheid	ton CO2 vanuit LCA geluidschermen maal €/ton CO2	ton CO2 vanuit LCA minigeluidschermen maal €/ton CO2	Burgers/maatschappij
Veiligheid: vluchten bij calamiteiten & uitwijken bij spoorwerkzaamheden	veilig vluchten reizigers & uitwijken baanwerkers is mogelijk	veilig vluchten reizigers is mogelijk & uitwijken baanwerkers is mogelijk (door het maken van opstap aan spoorzijde)	Baat is voor reiziger en baanwerker (het veiligheidsniveau is voor beide schermen gelijk)

* of gewoon terug gelegd; dit zal afhangen van de situatie ter plekke; uitgangspunt is dat het voor het conventionele en het minigeluidscherm op dezelfde wijze wordt gedaan.

** het gaat dus in feite om de vraag of het schoon maken van het minigeluidscherm meer schoonmaaktijd kost dan het schoon maken van een conventioneel scherm;

*** dit is in principe gelijk voor het conventionele en het minigeluidscherm omdat beiden zo ontworpen worden dat de wettelijke geluidnorm gehaald wordt.

**** de aantallen woningen en reizigers verschillen niet voor een conventioneel en minigeluidscherm, maar ze verschillen wel per casus.

Gelijke geluidreductie

Gezien het aantal variabelen waar rekening mee gehouden moet worden is ervoor gekozen de geluidsreductie van de te vergelijken schermen gelijk te houden. Daarbij wordt er vanuit gegaan dat zij er beiden voor zorgen dat de wettelijke geluidsnorm gehaald wordt. Dit betekent dat het voor de vergelijking van minischermen met conventionele schermen niet nodig is om de geluidhinderreductiebaat te berekenen: het verschil tussen beiden is immers nul.

Dit roept de vraag op welke MKBA- uitkomsten we willen presenteren:

- optie 1: de meer/minder waarde van het minischerm ten opzichte van het conventionele scherm ofwel één relatief batenkostensaldo en -ratio?

- optie 2: de maatschappelijke meerwaarde van zowel een minis scherm als een conventioneel scherm (ten opzichte van geen scherm) plus het verschil tussen beiden ofwel twee absolute¹ batenkostensaldi en -ratio's en één relatief saldo en ratio?

In het eerste geval hoeft de geluidhinderreductiebaat niet berekend te worden, maar in het tweede geval wel. In het eerste geval is geen informatie nodig over de geluid belaste woningen (dus over woningen nabij en verder weg van het spoor) en is alleen informatie nodig over de woningen die uitkijken op het spoor. Veel profijthebbers betekent dus: veel woningen met zicht op het spoor en niet veel geluidgehinderden.

In deze MKBA-studie, waarin de casus Heiloo wordt doorgerekend, is gekozen voor optie 2 omdat dat de meeste informatie geeft. Het is bovendien een goede voorbereiding voor cases waarbij de te vergelijken geluidschermen wel verschillen qua geluidreductie.

Groen

Bij minigeluidschermen wordt alleen een groen talud zoals in Hilversum geaccepteerd. Bij overige beplanting is het risico te groot dat het groen binnen PVR of in de baan komt en ook het groenonderhoud in TVP's moet worden uitgevoerd. Voor conventionele geluidschermen is vanuit de levensduur van het geluidsscherm en (veilig) onderhoud liefst geen enkele, maar hooguit beplanting aan de buitenzijde wenselijk (onder bepaalde voorwaarden en géén woekerende soorten zoals hедера). Er is een beplantingskeuzelijst beschikbaar bij JDS. Deze wordt in de nieuwe OVS00058 opgenomen (o.b.v. expert judgement van JDS).

Databronnen

Ten behoeve van deze MKBA-studie, zijn de aanlegkosten van het conventionele geluidsscherm zijn door Witteveen en Bos geraamd op basis van een standaardontwerp (zie ontwerp schetsen) en vergeleken met de kostenraming van ProRail op basis van casus data. De aanlegkosten van het minigeluidsscherm zijn geraamd door ProRail op basis van casus data. De onderhoudskosten van zowel het conventionele als de minigeluidschermen zijn bepaald door ProRail. Voor de overige ervaringscijfers die gebruikt worden in de MKBA wordt verwezen naar de lijst van geraadpleegde bronnen (hoofdstuk 6).

¹ Dat is dus relatief ten opzichte van 'niets doen' ofwel 'geen scherm'.

3 GEHANTEERDE UITGANGSPUNTEN CASUS HEILOO

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten gepresenteerd die gehanteerd worden om de maatschappelijke kosten en baten van casus Heiloo te berekenen.

3.1 Uitgangspunten kosten

Tabel 3.1 laat de berekeningswijze (Q*P) van de verschillende kostenposten zien. Daarbij wordt aangegeven welke uitgangspunten c.q. welke ervaringscijfers gehanteerd worden om de verschillende kosten van zowel het conventionele als het minigeluidscherm te berekenen en wat daarvan de bron is.

Tabel 3.1 Gehanteerde getallen voor de berekening van kosten

Uitgangspunten	Conventioneel geluidscherm (casus Heiloo)	Minigeluidscherm betonnen keerwand (casus Heiloo)	Bron
Bouwkosten (investeringskosten)			
1 – 10. Kostenposten 1 t/m 10 uit tabel 1 tezamen	€ 2.200 per strekkende meter scherm*; marge +/- 20%; excl. BTW Lengte=3.120 meter	€ 3.225 per strekkende meter scherm; marge +/- 20%; excl. BTW (incl. € 300 voor afwatering & € 25 voor afscherming** & € 57,5 voor vluchtpoorten & € 9,50 voor verplaatsing spoorspoel & € 233 voor diep ingraven) Lengte=3.120 meter	Raming van W+B voor casus Heiloo; getoetst aan casus Hilversum 2 en aangevuld door ProRail
Onderhoudskosten			
11. Afscherming	n.v.t.	€ 0,40 per meter	ProRail
12. Schermonderhoud	x meter scherm * € 2,93/meter/jaar	X meter scherm * € 0,5/meter/jaar (deformatiemeting)	ProRail
13. Groenbeheer	X meter scherm * €2,75/meter/jaar	X meter scherm * € 0/meter/jaar (zit in regulier taludonderhoud en valt dus weg)	ProRail
14. Ecologische voorzieningen onderhoud	n.v.t.	geen voorzieningen bij minischermen	ProRail
15. Onderhoud afwatering baanlichaam	0 (via baanlichaam)	X meter drainage * €1,5 m/jaar (dit is niet altijd nodig)	ProRail
16. Spoor vernieuwen	0 (geen extra kosten door scherm wegen gebruik spoorvernieuwingstrein)	X meter spoor * €5,20/meter/jaar (extra wegens in de put)	ProRail
17. Spoor onderhouden	0 (geen extra kosten door scherm wegens gebruik kettinghor)	X meter spoor * €2,50/meter/jaar (extra wegens in de put)	ProRail
18. Onderhoud spoorstaafverbinding	0 (geen spoorstaafverbinding)	€ X/spoorstaafverbinding/jaar (relevant bij	ProRail

		schanskorf en niet bij huidige casus)	
19. Schermreinigingskosten na calamiteiten	0 euro per incident * kans per jaar	X euro per incident * kans per jaar (kans onbekend)	ProRail
20. Inspectiekosten (deformatiemetingen)	0	inbegrepen in nr. 12	ProRail
21. Buskosten bij: - schermonderhoud - schermreiniging na calamiteiten - inspectiewerk	- 0, want van buitenaf - onbekende kans - 0, want n.v.t.	- 0, want 's nachts - onbekende kans - 0, want 's nachts	ProRail

* Uit de SSK-raming van 12 mrt 2017 door Witteveen+Bos volgt dat de totale kosten van het Conventionele scherm bij Heiloo ca. € 6.856.619 voor 3.120 meter bedragen: dat is dus afgerond ca. € 2.200 per meter met een marge van +/- 20%. Deze raming bevat alleen investeringskosten. Buskosten bij buitendienststelling tijdens de bouw van het geluidscherm zijn inbegrepen, toeslagen voor nacht/weekendwerk ook, maar de vervoerswaarde van TVP's niet.

** Dat is de contante waarde van EUR 75 op tijdstip 25 bij een discontovoet van 4,5%; gemiddeld wordt het hek na 25 jaar vervangen.

Uit tabel 3.1 volgt dat het minigeluidscherm qua bouwkosten ca. € 1.000 per strekkende meter duurder is dan een conventioneel geluidscherm. Ook qua onderhoudskosten is het minigeluidscherm duurder dan het conventionele scherm: hoewel het conventionele scherm duurder is qua schermonderhoud en groenbeheer, heeft het minigeluidscherm hogere kosten qua spooronderhoud en spoorvernieuwing, waardoor het minischerm qua totale onderhoudskosten hoger uitkomt.

3.2 Uitgangspunten baten

Evenals voor de bepaling van de kosten, worden ook voor de bepaling van de baten uitgangspunten c.q. ervaringscijfers gehanteerd. Tabel 3.2 toont welke getallen gehanteerd zijn voor de raming van de baten van zowel het conventionele als het minigeluidscherm en wat de bron van deze gegevens is.

Tabel 3.2 Gehanteerde getallen voor de berekening van baten

Uitgangspunten	Conventioneel geluidscherm (casus Heiloo)	Minigeluidscherm betonnen keerwand (casus Heiloo)	Bron
Baten/Effecten			
TVP's voor: - plaatsing scherm - schermonderhoud - schermreiniging na calamiteiten - inspectiewerk	- 2 maal een buitendienststelling van 52 uur * € 134.310 buitendienststelling* - 0, van buitenaf - X keer van Y uur * € Z/keer (onbekende kans) - 0, n.v.t.	- 4 maal een buitendienststelling van 52 uur * €134.310/buitendienststelling* - 0, want 's nachts - X keer van Y uur * € Z/keer (onbekende kans) - 0, want 's nachts	Conventioneel: W+B Mini: ProRail
Geluidhinderreductie voor bewoners	- ca. 166 woningen	- ca. 166 woningen	- Akoestisch onderzoek bureau Stroop (Gal, 2014) - CBS, (2019)

Uitgangspunten	Conventioneel geluidscherm (casus Heiloo)	Minigeluidscherm betonnen keerwand (casus Heiloo)	Bron
	- gemiddeld 2,1 personen per woning - EUR 31 per persoon per decibel per jaar	- gemiddeld 2,1 personen per woning - EUR 31 per persoon per decibel per jaar	- Ruijgrok, (2013) ¹
Uitzicht van bewoners langs het spoor op omgeving i.p.v. scherm (met graffiti)	ca. 300 woningen bij Heiloo met uitzicht op spoor * 6% waardedaling op korte termijn * gemiddelde woningwaarde € 278.000	ca. 300 woningen bij Heiloo met uitzicht op spoor * geen waardedaling	Aantal woningen met zicht op scherm handmatige geteld door projectie van het scherm op ondergrond; WOZ waarden met behulp van GIS; waardedaling ontleend aan Hedonic Pricing-studie naar uitzicht op geluidschermen (Julien & Lanoie, 2007)
Uitzicht van reizigers op omgeving i.p.v. op scherm (met graffiti)	4,8 miljoen passanten /jaar bij Heiloo * €-0,40/reiziger/km	4,8 miljoen passanten per jaar bij Heiloo* €0/reiziger/100km	Prijskaartje o.b.v. belevingswaarde van groene bermen door reizigers (Boogaert et.al., 2011)
Duurzaamheid	X ton CO2 eenmalig of per jaar * € 100/ton CO2	X ton CO2 eenmalig of per jaar * € 100/ton CO2	uitstoot: LCA-studie: nog geen data voor minischermen prijs: CPB/PBL (Aalbers et.al., 2006)
Veiligheid: vluchten bij calamiteiten & uitwijken bij spoorwerkzaamheden	kans op calamiteit * € X bij calamiteit (in relatie tot aantal betrokken reizigers) kans op calamiteit (onbekend)* gemiddeld aantal betrokken baanwerkers * € X schade/werker	kans op calamiteit * € X bij calamiteit (in relatie tot aantal betrokken reizigers) kans op calamiteit (onbekend) * gemiddeld aantal betrokken baanwerkers * € X schade/werker	ProRail: Valt tegen elkaar weg omdat de kans en ook het gevolg gelijk zijn voor beide schermen Door creëren van een opstapje aan de spoorzijde is het vluchten voor baanwerkers even veilig voor beide schermen

* Het prijskaartje van €134.310 per buitendienststelling van 52 uur (van zaterdagavond tot en met maandag ochtend) is gebaseerd op een baanvakbelasting van niveau 3 à 4 (het niveau bij Heiloo). Bij dit niveau passeren ca. 165 treinen met ca. 139 passagiers op een werkdag. Zij ondervinden een geplande vertraging van ca. een half uur. Verder is uitgegaan van een reistijdwaardering van €8,48 uur/persoon en € 2,43 uur/ton goederen die vermeerderd is met 21% BTW. N.B. Buskosten worden hier niet meegenomen, omdat deze een aparte post vormen, die staat bij de kosten in tabel 3.1 en niet bij de baten.

Uit tabel 3.2 volgt dat het minigeluidscherm meer negatieve effecten van buitendienststelling heeft, doordat het aantal buitendienststellingen voor de plaatsing (bouw) van het minischerm groter is dan voor het conventionele scherm.

¹ Oorspronkelijke bron is OEI leidraad en later het Steunpunt Economische Evaluatie van Rijkswaterstaat dat algemene MKBA-kengetallen publiceert. Het bedrag is geïndexeerd naar 2018.

Het positieve effect van geluidhinderreductie is voor beide schermen gelijk. Dit komt doordat dat beide schermen zo ontworpen zijn dat ze er voor zorgen dat de wettelijke geluidnorm niet langer overschreden wordt op de cases studie locatie.

Qua zichthinder voor bewoners die uitzien op het spoor en qua reizigers die uit het raam kijken, zorgt het conventionele scherm voor een negatief effect, maar het mini-scherf juist niet. Het mini-scherf is bedoeld om een betere zichtsituatie te bewerkstelligen en het is dan ook logisch dat dit scherm op dit punt beter scoort dan het conventionele scherm.

4

MKBA-RESULTATEN CASUS HEILOO

In dit hoofdstuk worden de MKBA-resultaten voor de casus Heiloo gepresenteerd: eerst op hoofdlijnen en daarna meer in detail.

4.1 Resultaten op hoofdlijnen

Op grond van de uitgangspunten zoals beschreven in hoofdstuk 3 zijn de kosten en de baten van zowel het conventionele als het minigeluidscherm berekend voor de casus Heiloo. Hierbij is een periode van 50 jaar gehanteerd. Hoewel in MKBA's doorgaans een periode van 100 jaar gehanteerd wordt, is hier gekozen voor een periode van 50 jaar omdat geluidschermen een levensduur van 50 jaar hebben. Deze keus betekent dat geen vervangingsinvesteringen worden ingeboekt en dat de onderhoudskosten en de baten betrekking hebben op een periode van 50 jaar, startend in het jaar na plaatsing van het scherm.

Er is een discontovoet van 4,5% gehanteerd voor de kosten en reistijdwaarde van TVP's: dat is de huidige standaard voor publieke investeringen (zie www.rwseconomie.nl/discontovoet). Voor de overige effecten, zoals geluidhinderreductie en uitzicht, is een discontovoet van 3% gehanteerd, hetgeen gebruikelijk is voor omgevingseffecten. Verder is het prijspeil van 2018 gehanteerd. Ervaringscijfers uit eerdere jaren zijn middels prijsindexering omgerekend naar het peil van 2018. Verder zijn alle posten inclusief 21% BTW.

Tabel 4.1 toont de MKBA-resultaten voor de casus Heiloo. Voor de volledigheid worden hier de kosten en baten van zowel het conventionele als het minischerm ten opzichte van geen scherm getoond. Hieruit worden de kosten en baten van het minischerm ten opzichte van het conventionele scherm- de vergelijking die centraal staat in deze nota- afgeleid.

Tabel 4.1 Kosten en baten van het minischerm en het conventionele scherm bij Heiloo

<i>Contante waarden in miljoenen euro's bij een discontovoet van 4,5 & 3 % over een periode van 50 jaar</i>	Conventioneel scherm	Minischerm	Minischerm ten opzichte van Conventioneel scherm
Kosten	8,7	12,9	4,2
Baten	1,3	8,3	7,0
Saldo	-7,4	-4,6	2,8
Ratio	0,2	0,6	1,7

Uit tabel 4.1 volgt dat zowel het conventionele als het minischerm meer kosten dan zij aan maatschappelijke baten opleveren. Dit betekent onder andere dat de baten van geluidhinderreductie door beide schermtypen niet opwegen tegen hun negatieve effect op het uitzicht en de hun kosten.

De tabel laat ook zien dat het minischerm weliswaar meer kost dan een conventioneel scherm, maar dat de baten van het minischerm dusdanig veel groter zijn, dat het minischerm toch een minder negatief saldo heeft dan het conventionele scherm.

Wanneer het minischerm wordt afgezet tegen het conventionele scherm, blijkt dat het minischerm een maatschappelijke meerwaarde van ca. EUR 2,8 miljoen heeft. Het batenkostenratio laat zien dat de baten van het minischerm (ten opzichte van het conventionele scherm) 1,7 maal groter zijn dan de kosten. Voor Heiloo is het minischerm te bestempelen als een maatschappelijk

verantwoord alternatief voor een conventioneel scherm, doordat deze een minder negatief saldo heeft dan het conventionele scherm.

4.2 Resultaten nader gedetailleerd

Tabel 4.2 toont een nadere detaillering van de MKBA-resultaten voor de casus Heiloo op grond waarvan geanalyseerd kan worden waarom beide typengeluidscherm een negatief saldo hebben én waarom het minischerm een maatschappelijke meerwaarde heeft ten opzichte van het conventionele scherm.

Tabel 4.2 Gedetailleerde kosten en baten van het conventionele en minigeluidscherm bij Heiloo

<i>Contante waarden in miljoenen euro's bij een discontovoet van 4,5 & 3 % over een periode van 50 jaar</i>	Conventioneel scherm	Mini- scherm	Minischerm ten opzichte van conventioneel scherm
Kosten			
Bouw	6,9	10,1	3,2
Onderhoud	0,4	0,6	0,3
BTW*	1,5	2,2	0,7
Totale kosten	8,7	12,9	4,2
Baten/effecten			
TVPs plaatsing	-0,3	-0,5	-0,3
TVPs onderhoud	0,0	0,0	0,0
Geluidhinderafname	8,8	8,8	0,0
Uitzicht woningen	-4,8	0,0	4,8
Uitzicht reizigers	-2,5	0,0	2,5
CO2 uitstoot	PM	PM	PM
Veiligheid	PM	PM	PM
Totaal der effecten	1,3	8,3	7,0
Saldo	-7,4	-4,6	2,8
Ratio	0,2	0,6	1,7

* Alle kosten en baten zijn inclusief BTW, bij de kosten staat het BTW bedrag apart vermeld omdat het later is toegevoegd. Bij de baten is dat niet gedaan, maar ook deze zijn inclusief BTW voor zover er bij de baten sprake is van BTW.

Uit tabel 4.2 volgt dat het minischerm niet alleen hogere bouwkosten, maar ook net iets hogere onderhoudskosten heeft dan het conventionele scherm. Bijlage 1 laat zien dat de hogere onderhoudskosten te wijten zijn aan extra kosten voor spoorvernieuwing en spooronderhoud (nl. wegens werken in de put).

Een in het oog springend detail is dat de baten van geluidhinderreductie van het conventionele scherm net iets hoger zijn dan de kosten (€ 8,8 miljoen aan geluidbaten tegenover € 8,7 miljoen aan kosten), terwijl dit voor het minigeluidscherm niet het geval is (€ 8,8 miljoen aan geluidbaten tegenover € 12,9 miljoen aan kosten). Dat is een interessante notie, met name voor situaties waarin omwonenden liever geen geluidscherm zouden willen terwijl dat vanwege geluidnormoverschrijding wel nodig is en in principe niet ter discussie staat.

Vervoerwaarde treinvrije perioden

Tabel 4.2 laat zien dat de negatieve waarde van treinvrije perioden hoger is voor het minischerm dan voor het conventionele scherm. Dit komt doordat de plaatsing van een minischerm 4 en de plaatsing van een conventioneel scherm 2 buitendienststellingen vergt. De treinvrije perioden voor onderhoud zijn niet relevant, omdat onderhoud 's nachts zal plaats vinden. Over onderhoud

na calamiteiten waren geen gegevens beschikbaar en het valt te bezien of er wat dit betreft wel een wezenlijk verschil bestaat tussen conventionele en minischermen.

Baten van geluidhinderreductie

De baten van het wegnemen van geluidhinder zijn voor beide typen geluidscherm gelijk. De baat is hier globaal becijferd. Uit het akoestisch onderzoek bij Heiloo (Gal, 2014) blijkt dat er bij ca. 166 woningen sprake van een overmatige geluidsbelasting. Uitgaande van een gemiddelde aantal van 2,1 personen per woning, levert dat 349 gehinderden op. Op grond de geluidcontouren waarin deze gehinderden zich bevinden voor en na plaatsing van het scherm is met behulp van speciale formules (zie Ruijgrok, 2013) ingeschat hoeveel gezonde levensjaren (daly's¹) gewonnen worden. Hierbij is een prijskaartje van EUR 75.000 per gezond levensjaar gehanteerd. In bijlage 3 wordt de daly-methode toegelicht en toegepast op de casus Heiloo. De baat wordt geraamd op EUR 8,8 miljoen.

Er bestaan ook andere manieren om de geluidhinderreductiebaat te bepalen:

(1) door de globale methode uit de MKBA-leidraad bedoeld voor autowegen, toe te passen op spoorwegen. Er vanuit gaande dat zowel het conventionele als het minischerm de geluidbelasting met gemiddeld 6,5 decibel reduceren en dat de standaard MKBA-prijs EUR 31 per gehinderde per decibel per jaar is (omgerekend naar prijzen van 2018), kan de geluidhinderreductiebaat geraamd worden op ca. EUR 70.000 per jaar. Contant gemaakt over een periode van 50 jaar levert dat een bedrag van EUR 1,8 miljoen op. Deze berekeningswijze levert een aanzienlijk lagere baat op dan de daly-methode. Dat komt voor een deel doordat nu van een lagere geluidreductie wordt uitgegaan (6,5 decibel) dan met de daly-methode waarin de gehinderden van de klasse 7 (64-68 decibel) naar klasse 4 (49-53 decibel) verschuiven (zie Bijlage 3). Wanneer dit verschil wordt uitgesloten, komt de baat met de oude, globale MKBA-rekenwijze op EUR 4,4 miljoen: dat blijft aanzienlijk lager dan berekend met de daly-methode. De globale methode houdt geen rekening met het feit dat hoge belastingniveaus grotere gezondheidseffecten hebben dan lage.

(2) door vastgoedwaardestijgingen te berekenen in relatie tot de geluidbelasting. Verschillende onderzoeken naar de relatie tussen huizenprijzen en geluidbelasting leveren echter geen eenduidig beeld op: of een geluidscherm huizenprijzen doet stijgen hangt af van het absolute belastingniveau en van de mate van reductie. Zo rapporteren Naketoo et.al. (2017) een waardestijging van 7% voor woningen tot 600 meter afstand van het scherm. Het ging hierbij echter om een geluidbelasting van meer dan 75 decibel door een snelweg en een reductie van meer dan 15 decibel. Dat is een andere situatie dan die van het spoor bij Heiloo. Jabben et.al. (2007) rapporteren een prijsdaling als gevolg van spoorweggeluid van 0,25% vanaf 45 decibel, die kan oplopen tot 0,5% naarmate de geluidbelasting hoger wordt. Toepassing van deze ervaringscijfers op de casus Heiloo zou een hinderreductiebaat van EUR 100.000 tot 200.000 aan contante waarde opleveren. Dat is aanzienlijk lager dan wat nu berekend is op basis van de daly-methode. Ook deze methode houdt geen rekening met feit dat hoge belastingniveaus grotere gezondheidseffecten hebben dan lage. Bovendien gaat de methode er vanuit dat mensen bij de koop van een huis reeds in staat zijn om rekening houden met hun gezondheid in relatie tot geluid, terwijl dat niet het geval hoeft te zijn: wellicht overwegen ze alleen het storende effect van geluid.

Aangezien deze twee methoden niet goed rekening houden met gezondheidseffecten in relatie tot belastingniveaus, is in deze MKBA gekozen voor de daly-methode, die dat juist wel doet.

Uitzichtbaten omwonenden

Uit tabel 4.2 volgt dat het grootste voordeel van het minischerm ten opzichte van het conventionele scherm het behoud van uitzicht is van woningen die uitkijken op het spoor. Deze baat is geraamd door het tracé van het geluidscherm op een geografische ondergrond met bebouwing te

¹ Daly staat voor disability adjusted life year.

projecteren (zie bijlage 2). Voor elk gebouw is de gebruiksfunctie bepaald, zodat het aantal woonhuizen van waaruit het geluidsschermbaan (de conventionele variant) gezien zou kunnen worden, handmatig geteld kon worden (zie bijlage 2: de blauwe stippen zijn woningen). Voor de verschillende postcodegebieden waarin de woningen staan is met behulp van GIS tevens de gemiddelde WOZ-waarde bepaald. Met behulp van deze informatie is het aantal woningen in verschillende WOZ-waardeklassen bepaald en op grond daarvan weer de totale woningwaarde van de woningen die zicht hebben op het geluidsschermbaan. Het bleek te gaan om ca. 300 woningen met een gemiddelde waarde van EUR 273.000.

Uit onderzoek naar het waarde verlagend effect van hoge geluidschermen van Julien en Lanoie (2007) kwam naar voren dat geluidschermen de verkoopwaarde van woningen op korte termijn - de eerste keer dat het huis na plaatsing van het geluidsschermbaan verkocht wordt - met ca. 6% omlaag haalt. De tweede keer dat hetzelfde huis na plaatsing van het scherm verkocht wordt, daalt de waarde verder: de waardevermindering loopt dan op tot 11%. Het interessante aan dit onderzoek is dat het - in tegenstelling tot andere 'Hedonic Pricing'-onderzoeken naar woningwaarden in relatie tot geluid (en andere omgevingskenmerken) - geen woningen met hoge en lage geluidsbelastingen met elkaar vergelijkt, maar woningwaarden voor en na plaatsing van een geluidsschermbaan met elkaar vergelijkt. Om overschatting van het uitzichteffect te voorkomen, is voor de casus Heiloo alleen een eenmalig korte termijn effect van 6% waarderverlies over de relevante WOZ-waarde in rekening gebracht. Dit levert een negatieve baat van ca. EUR 4,8 miljoen contant op voor het conventionele scherm en dus een meerwaarde gelijk aan dit bedrag voor het minischerm dat het uitzicht niet aantast.

Uitzichtbaten reizigers

Het minischerm zorgt er niet alleen voor dat omwonenden maar ook dat reizigers hun vrije zicht behouden. Deze baat is berekend op grond van het aantal passanten (in- en uitstappers en doorgaande reizigers) bij Heiloo: ca. 7,1 miljoen reizigers per jaar. Er is nooit onderzoek gedaan naar hoeveel vrij uitzicht op de omgeving treinreizigers waard is. In Vlaanderen is echter in 2011 empirisch onderzoek gedaan naar wat uitzicht op verschillende soorten wegbermen reizigers (automobilisten) waard is. Uit dit onderzoek blijkt dat zij EUR 0,40 per 100 km over hebben om uitzicht te hebben op een groene berm (en voor een bloemrijke nog meer). Dit prijskaartje komt het dichtst in de buurt van de prijs die nodig is om het reizigersuitzicht vanuit de trein te waarderen. Op grond van de lengte van scherm bij Heiloo (ca. 3,1 km) is de baat van uitzichtbehoud voor reizigers door het minischerm geraamd op EUR 2,5 miljoen contant.

Verdeling van kosten en baten

Alle meerkosten van het minischerm zijn in principe voor rekening van ProRail. Alle baten van het minischerm (en ook van het conventionele scherm) komen terecht bij anderen.

De mensen die in de huizen nabij het spoor wonen hebben baat bij het minischerm: zij hebben het voordeel van uitzichtbehoud, hetgeen tot uitdrukking komt in woningprijzen. Pas wanneer een huis daadwerkelijk verkocht wordt, wordt deze baat geïncasseerd door de vertrekkende eigenaar. Op dat moment wordt ook de vermeden WOZ-waardedaling gerealiseerd en daarmee de vermeden daling van de WOZ-belastingopbrengst door de gemeente.

Treinreizigers en ook goederenvervoerders hebben een nadeel van meer reistijdverliezen doordat de plaatsing van minischermen meer buitendienststellersuren heeft dan een conventioneel scherm. Dit wordt echter ruimschoots gecompenseerd door het voordeel van behoud van vrij zicht door omwonenden en reizigers.

Resume

Kort samengevat: het minischerm met keerwand bij Heiloo heeft hogere kosten dan een conventioneel scherm. Ook de vervoerswaardeverliezen voor reizigers en goederenvervoerders door

treinvrijperioden zijn hoger voor het minischerm dan voor het conventionele scherm. Deze nadelen worden echter ruimschoots gecompenseerd doordat het minischerm zorgt voor behoud van vrij zicht van woningen nabij het spoor en voor uitzichtbehoud voor treinreizigers.

5 GEVOELIGHEIDSANALYSES & CONCLUSIES

In dit hoofdstuk worden enkele gevoeligheidsanalyses uitgevoerd om te verifiëren of de MKBA-resultaten robuust zijn. Vervolgens worden conclusies getrokken.

5.1 Gevoeligheid voor hogere bouwkosten

Uit het kostenbatenoverzicht voor de casus Heiloo blijkt dat het minigeluidsscherf aanzienlijk hogere kosten heeft dan het conventionele geluidsscherf. Toch is de batenkostensaldo van het minischerf gunstiger dan dat van het conventionele scherf. De vraag is dan ook of dit zo blijft in situatie wanneer de bouwkosten 20% hoger uitpakken dan gemiddeld verwacht (ofwel: de marge van +20% wordt gehanteerd), omdat deze verhoging harder doortikt bij het minischerf dan bij het conventionele scherf. Tabel 5.1 laat zien wat er met de MKBA resultaten gebeurt bij 20% hogere bouwkosten voor beide schermen.

Tabel 5.1 Gevoeligheid voor hogere bouwkosten

<i>Contante waarden in miljoenen euro's bij een discontovoet van 4,5 & 3 % over een periode van 50 jaar</i>	Conventioneel geluidsscherf	Minigeluidsscherf	Mini ten opzichte van conventioneel geluidsscherf
Oorspronkelijke resultaten			
Kosten	8,7	12,9	4,2
Baten	1,3	8,3	7,0
Saldo	-7,4	-4,6	2,8
Ratio	0,2	0,6	1,7
Resultaten bij 20% hogere bouwkosten			
Kosten	10,4	15,4	5,0
Baten	1,3	8,3	7,0
Saldo	-9,1	-7,1	2,0
Ratio	0,1	0,5	1,4

Uit tabel 5.1 volgt dat de hogere bouwkosten de kosten van het minigeluidsscherf meer doen toenemen dan die van het conventionele scherf, maar dit verandert de uitkomst dat het minischerf een minder negatief batenkostensaldo heeft dan conventionele scherf niet. De MKBA-resultaten zijn dus niet gevoelig voor een andere inschatting van de bouwkosten.

5.2 Gevoeligheid voor de omvang van de geluidbaten

Uit de kostenbatenberekening voor de casus Heiloo volgt dat de geluidsbaten niet hoog genoeg zijn om de kosten van zowel het conventionele als het minigeluidsscherf te compenseren. Het is dan ook interessant om na te gaan:

- hoe hoog de geluidbaat is per persoon per jaar (en per persoon per decibel per jaar) zoals berekend voor Heiloo; en,
- hoe hoog deze zou moeten zijn om kosten en baten precies met elkaar in evenwicht te brengen.

Deze gevoeligheidsanalyse is dus in feite een 'break-even-point'-analyse, omdat gecheckt wordt hoe hoog de geluidbaat dient te zijn voor een batenkostensaldo van nul en/of een batenkostenratio van één.

Tabel 5.1 laat zien hoe hoog de met behulp van de daly-methode berekende geluidbaten zijn voor de casus Heiloo: in totaal (dus contante waarde in miljoenen euro over een periode van 50 jaar) en per persoon per jaar en per persoon per decibel per jaar (zie ook bijlage 3 tabel B3.5).

Tabel 5.1 Break-even-point analyse geluidbaten

	Conventioneel scherm	Minischerm	Eenheid
Geluidsbaten zoals berekend voor Heiloo met behulp van de daly-methode			
Geluidbaten	8,8	8,8	miljoen euro contant over 50 jaar
Geluidbaten per gehinderde persoon per jaar	987	987	euro/persoon/jaar
Geluidbaten per gehinderde persoon per jaar per decibel reductie	66	66	euro/persoon/jaar/decibel
Benodigde hoogte van de geluidbaten om kosten en baten in balans te brengen (saldo=0 en ratio=1)			
Geluidbaten	18	16	miljoen euro contant over 50 jaar
Geluidbaten per gehinderde persoon per jaar	2.000	1.774	euro/persoon/jaar
Geluidbaten per gehinderde persoon per jaar per decibel reductie	133	118	euro/persoon/jaar/decibel

Uit tabel 5.1 dat de geluidbaten ongeveer twee maal zo hoog dienen te zijn als berekend voor de casus Heiloo. Het conventionele geluidscherm heeft een jaarlijks baat van € 2.000 per persoon en/of € 133 per persoon per decibel nodig om de kosten in balans krijgen met de baten. Voor het minischerm liggen de benodigde bedragen iets lager: nu is een jaarlijkse baat € 1.774 per persoon en/of € 118 per persoon per decibel nodig. Ter vergelijking: het algemene MKBA-kengetal voor geluid is €31 per persoon per decibel.

De berekende 'break-even'-bedragen roepen de vraag op of verwacht mag worden dat mensen bedragen van € 1.700 à € 2.000 per persoon (of iets meer dan het dubbele per woning gezien een gemiddelde van 2,1 bewoners per woning) jaar over hebben voor minder geluidshinder. Wanneer dit niet in de lijn der verwachtingen ligt, mag geconcludeerd worden dat de gepresenteerde MKBA-resultaten niet gevoelig zijn voor een andere inschatting van de geluidbaten.

5.3 Conclusies & aanbevelingen

Uit deze MKBA-studie voor de casus Heiloo kan geconcludeerd worden dat de baten van zowel een conventioneel geluidscherm als van een minigeluidscherm de kosten niet overtreffen.

De geluidsbaten alleen zijn voor het conventionele scherm nipt genoeg om de kosten te overtreffen, maar voor het minischerm niet. Dit komt doordat het minischerm hogere kosten heeft dan het conventionele scherm, terwijl het even grote geluidbaten als het conventionele scherm.

Het minigeluidscherm heeft een minder negatief batenkostensaldo dan het conventionele scherm dankzij de uitzichtbaten voor omwonenden en reizigers. Hieruit mag geconcludeerd worden dat het minigeluidscherm bij Heiloo een maatschappelijk verantwoord alternatief is voor een conventioneel scherm doordat het een minder negatief batenkostensaldo heeft dan het conventionele scherm.

Omdat het in deze studie in de kern gaat om te verifiëren of een minischerm een maatschappelijke verantwoord alternatief is voor een conventioneel scherm, en niet om te checken of een geluidscherm an sich maatschappelijk verantwoord is, ligt het voor de hand om als eventuele tweede casus een situatie te kiezen:

- met een duurder type minischerm dan die van de casus Heiloo (dus geen betonnen keerwand, maar bijvoorbeeld een schanskorf);
- en met minder omwonenden, waardoor zowel het aantal woningen met uitzichtbehoud als het aantal mensen met geluidhinderreductie (in verschillende mate) afneemt.

Verder lijkt het interessant om een casus te selecteren waarin beide schermtypen wel verschillen qua geluidhinderreductie.

Ten aanzien van deze case studie aanbevelingen wordt opgemerkt dat het niet de verwachting is dat deze cases wel dusdanig hoge geluidbaten hebben dat zij de kosten compenseren. Daar zal alleen sprake van zijn bij als er relatief meer woningen achter het geluidscherm staan en er dus een (aanzienlijk) hogere bebouwingdichtheid is dan in Heiloo. Extra cases zijn vooral nuttig om te checken welke typen minischerm wel/geen aantrekkelijk alternatief zijn voor een conventioneel scherm en in welke situaties de betreffende minischermtypen wel/geen aantrekkelijk alternatief vormen voor een conventioneel scherm.

6 GERAADPLEEGDE BRONNEN

Literatuur

Aalbers, R., G. Renes en G. Romijn, (2016). WLO-klimaatscenario's en de waardering van CO₂-uitstoot in MKBA's, Centraal Planbureau/Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.

Boogaert, S, E.C.M. Ruijgrok, R. Abma, J. Lambrechts, S. Lambert en L. Meijer, (2011). *Maatschappelijke kostenbatenanalyse voor ecologisch bermbeheer in Vlaanderen*, Arcadis en Witteveen en Bos in opdracht van Vlaamse Overheid, Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, Brussel.

De Bruyn, S., S. Ahdour, M. Bijleveld, L. de Graaff, E. Schep, A. Schroten en R. Vergeer, (2017). *Handboek Milieuprijzen 2017, Methodische onderbouwing van kengetallen gebruikt voor waardering van emissies en milieu-impacts*, CE Delft, Delft.

Gal, A. , (2014). *Sanering railverkeerslawai Heiloo*, Bureau Stroop in opdracht van Gemeente Heiloo, Leek.

Jabben, J., C. Potma, S. Lutter, (20017). *Baten van geluidmaatregelen ,Een inventarisatie voor wegen en railverkeer in Nederland*, RIVM, Bilthoven.

Julien, B. and P. Lanoie, (2007). "The effect of noise barriers on the market value of adjacent residential properties", in: *International Real Estate Review*, Vol. 10 No. 2: pp. 113 -130.

Nakakeeto, G., J.C. Pope, S.M. Rahman, E. Asare, (2017). *The Impact of Highway Noise Barriers on the Housing Prices of Neighborhoods, Paper prepared for presentation at the Southern Agricultural Economics Association (SAEA) Annual Meeting*, Mobile, Alabama Texas.

Ossokina, I.V., (2010). *Geographical range of amenity benefits: hedonic price analysis for railway stations*, CPB discussion paper, CPB, Den Haag.

Ruijgrok, E.C.M., (2013). *Aanvulling MKBA-tool ProRail met extra omgevingskwaliteiten*, Witteveen en Bos in opdracht van ProRail, Rotterdam.

Websites

<https://allecijfers.nl/gemeente/heiloo/>

Bijlage 1: Gedetailleerde kostenvergelijking casus Heiloo

Tabel B1.1 toont de details van de kostenberekening voor de casus Heiloo.

Tabel B1.1 Kosten conventioneel en minigeluidsscherm (variant 1) bij Heiloo

Kosten (nummering volgens uitgangspuntentabel 3.1 in de hoofdtekst) <i>Bedragen zijn contante waarden in euro over een periode van 50 jaar bij een discontovoet van 4,5% en prijspeil 2018.</i>	Conventioneel scherm	Minischerm (betonnen keerwand)
Aanlegkosten (1 t/m 10)	6.864.000	10.061.859
Onderhoudskosten	0	0
11. Afscherming	0	24.663
12. Schermonderhoud	180.656	30.829
13. Groenbeheer	169.558	0
14. Ecologische voorzieningen onderhoud	0	0
15. Onderhoud afwatering baanlichaam	0	92.486
16. Spoor vernieuwen	0	320.619
17. Spoor onderhouden (incl. deformatiemetingen)	0	154.144
18. Onderhoud spoorstaafverbinding	0	0
19. Schermreinigingskosten na calamiteiten	0	0
20. Inspectiekosten (deformatiemetingen)	0	0
21. Buskosten bij:	0	0
- schermonderhoud	0	0
- schermreiniging na calamiteiten	0	0
- inspectiewerk	0	0
BTW 21%	1.514.985	2.243.766
Totaal der kosten	8.729.199	12.928.365

Met behulp van deze kaart is per deelgebied (waarvoor een gemiddelde WOZ waarde bekend is) handmatig het aantal woningen geteld dat in principe vrij uitziet op het spoor. Daarbij is geen rekening gehouden met de eventuele aanwezigheid van meerlaagse woningen. Hierover was geen informatie. Bovendien zullen woningen op hogere verdiepingen over het scherm heen kijken, waardoor zicht op het scherm voor hen geen issue is.

Om te checken of we met de handmatige telling op basis van het principe 'vrij zicht op het scherm' tot een overschatting van het aantal woningen zou kunnen leiden, is gecheckt hoe groot het aantal wordt indien zou worden geteld met een afstand van :

- 300 meter van het spoor;
- 150 meter van het spoor;
- 100 meter van het spoor.

Tellen met behulp van de afstanden van 300 en 150 levert een aanzienlijk groter aantal woningen op: meer dan het dubbele aantal ten opzicht van een 'vrij zicht' telling, doordat er meerder rijen woningen worden mee genomen. Dit geldt zelfs voor sommige delen van het traject ook voor een afstand van 100 meter. Wanneer we in de toekomst met GIS willen gaan tellen, zal een afstand van 100 meter het beste resultaat opleveren, maar waarschijnlijk nog steeds een overschatting. Er zal dan dus een nieuwe rekenregel moeten worden bedacht die er voor zorgt dat alleen woningen langs het spoor getelde worden waarvoor geldt dat er geen object tussen de woning en het spoor staat.

Bijlage 3: Berekening van de geluidhinderreductiebaten met de daly-methode

Hoge geluidbelasting kan leiden tot hinder, slaapverstoring en hoge bloeddruk. Deze kwalen leiden op hun beurt weer tot verlies van gezonde levensjaren (daly's). Dit verlies aan daly's kan worden teruggedrongen door geluidmaatregelen, zoals de plaatsen van geluidschermen, te treffen. Tabel B3.1 laat zien hoe de baten van geluidschermen kunnen worden berekend voor de casus Heiloo. Hierbij zijn de volgende gegevens van de casus Heiloo gehanteerd:

- ca. 166 woningen hebben een te hoge geluidbelasting: de woningen bevinden zich grotendeels in geluidklasse 7 (enkele in lagere, enkele in hoger klasse);
- na het plaatsen van een geluidscherm komen al deze woningen voornamelijk in geluidklasse 4 terecht.
- we gaan uit van 2,1 personen per woning, het gemiddelde voor Nederland & en een prijs van EUR 75.000 per daly.

Tabel B3.1 Berekening geluidreductiebaten casus Heiloo

Geluids klasse	Decibel	# mensen VOOR plaatsing scherm	# mensen NA plaatsing scherm	Daly winst hinder & slaapstoring	Daly winst bloeddruk	Baat (euro/jaar)
1	tot 38 dB	0	0	0,00	0,00	0
2	38 - 43 dB	0	0	0,00	0,00	0
3	44 - 48 dB	0	0	0,00	0,00	0
4	49 - 53 dB	0	349	-0,56	0,00	-42.320
5	54 - 58 dB	0	0	0,00	0,00	0
6	59 - 63 dB	0	0	0,00	0,00	0
7	64 - 68 dB	349	0	1,98	3,17	386.218
8	> 68 dB	0	0	0,00	0,00	0
	Totaal	349	349	1,42	3,17	343.898

Uit tabel B3.1 volgt dat de gezondheidsbaten van geluidreductie door plaatsing van een geluidscherm bij Heiloo geraamd worden op ca. EUR 344 duizend per jaar. Contant gemaakt over een periode van 50 jaar met een discontovoet van 3% levert dat een baat van EUR 8,8 miljoen op. Dat is aanzienlijk hoger dan de EUR 1,8 miljoen contant zoals berekend met het (oude) algemene MKBA prijskaartje van EUR 31 per decibel per persoon per jaar.

Als extra informatie, laten tabel B3.2 en B3.3 zien hoe de Daly-methode werkt. Om het effect van een geluidscherm te bepalen, dienen beide tabellen twee maal ingevuld te worden: één maal met de gegevens voorafgaand aan de plaatsing van het scherm en één maal met de gegevens na plaatsing van het scherm.

Tabel B3.2. Rekentabel DALY's ten gevolge van ernstige hinder en slaapverstoring

Geluidsklasse aantal decibel	Aantal mensen in geluids- klasse overdag	Aantal mensen in geluids- klasse 's nachts	Percentage ernstig ge- hinderden (%)	Percentage ernstig slaap-ver- stoorden (%)	Factor voor ernst van de gezondheids- klachten door EH enESV	Verlies aan gezonde le- vensjaren in project ge- bied ten gevolge van hinder en slaapversto- ring (in daly's per jaar)
	A_{EH}	A_{ESV}	P_{EH}	P_{ESV}	E	$(A_{EH} \cdot P_{EH} + A_{ESV} \cdot P_{ESV}) \cdot E$
tot 38 dB			0	0	0,02	
38 - 43 dB			0	2,65	0,02	
44 - 48 dB			1,88	3,94	0,02	
49 - 53 dB			4,16	5,9	0,02	
54 - 58 dB			7,06	8,6	0,02	
59 - 63 dB			11,31	12,04	0,02	
64 - 68 dB			17,65	16,23	0,02	
> 68 dB			26,83	21,16	0,02	
Totaal						$T_{EH\&ESV}$ na

Tabel B3.3. Rekentabel DALY's ten gevolge van hoge bloeddruk:

Geluidsklasse aantal decibel	Aantal mensen in de zone	Aantal mensen met hoge bloeddruk per zone	Relatief risico (extra personen met hoge bloeddruk) per 1 dB	Factor voor ernst van de ziekte	Verlies aan gezonde levensjaren in project gebied ten gevolge van hoge bloeddruk (in daly's per jaar)
	A	D	RR	E	$D(RR-1) \cdot E$
tot 38 dB			-	-	
38 - 43 dB		-	-	-	
44 - 48 dB		-	-	-	
49 - 53 dB		-	-	-	
54 - 58 dB		-	-	-	
59 - 63 dB		$0,2394 \cdot A$	$1,0136^{^4}$	0,352	
64 - 68 dB		$0,2394 \cdot A$	$1,0136^{^9}$	0,352	
> 68 dB		$0,2394 \cdot A$	$1,0136^{^14}$	0,352	
Totaal					T_{HB} na

totaal aantal DALY's jaarlijks verloren door hinder en slaapverstoring	$T_{EH\&ESV}$ na
totaal aantal Daly's jaarlijks verloren door hoge bloeddruk	T_{HB} na
Totaal aantal verloren DALY's per jaar voorafgaand aan project	T_{na}
Winst/verlies aan DALY's per jaar ten gevolge van project	$T_{voor} - T_{na}$

Bron: Ruijgrok, (2013).

Voor de beprijzing van een daly kan een bedrag van EUR 75.000 gehanteerd worden. Dit is een middeling tussen de waarde van EUR 70.000 die het planbureau voor de leefomgeving hanteert en de waarde van EUR 80.000 die de Raad voor de Volksgezondheid en Zorg hanteert.

Met deze invultabellen hebben we, om gevoel te krijgen voor hoe groot de geluidreductiebaton gemiddeld per persoon kunnen zijn, een aantal algemene scenario's doorgerekend met telkens 1.000 mensen in elke geluidsklasse voorafgaand aan de maatregel. Tabel B3.5 toont de resultaten van een aantal scenario's en tevens die van de casus Heiloo.

Tabel B3.5 Geluidreductie scenario's de omvang van de baten

Scenariocasus	Situatie VOOR maatregel	Situatie NA maatregel	Daly winst hinder & slaapstoring	Daly winst bloeddruk	Baat (euro/jaar)	Aantal baathebbers	Gemiddelde baat in euro/jaar/ persoon	Gemiddelde baat in euro/decibel/ persoon/jaar
Iedereen onder 38 decibel	1.000 personen in elke klasse	Iedereen in klasse 1	23,18	27,60	3.808.277	7.000	544	30,59
Iedereen onder 55 decibel	1.000 personen in elke klasse	Alle mensen van klasse 6 t/m 8 naar 5	10,07	27,60	2.825.177	3.000	942	156,95
Iedereen onder 63 decibel	1.000 personen in elke klasse	Alle mensen van klasse 7 en 8 naar 6	6,15	15,90	1.653.491	2.000	827	165,35
Casus Heiloo (globaal geraamd)	349 personen in klasse 7	349 personen in klasse 4	1,42	3,16	343.898	349	987	65,77

Tabel B3.5 laat zien dat zoveel mogelijk mensen een lagere geluidbelasting bezorgen, weliswaar de grootste baten oplevert (ca. EUR 3,8 miljoen per jaar), maar niet de hoogste gemiddelde baat per persoon oplevert. Dit komt doordat er nu veel baathebbers zijn (in de lagere geluidklassen) die maar weinig geluidreductie krijgen. Door juist alleen de mensen van de hogere naar een aanzienlijk lagere klasse (scenario 'iedereen onder 55 decibel') te brengen, neemt het aantal baathebbers af, maar stijgt wel de omvang van gemiddelde baat per persoon. Dit is ook wat de geluidschermen in de casus Heiloo doen: een beperkt aantal mensen schuift een flink aantal klassen (dus het gaat om heel wat decibellen reductie) naar beneden. Vandaar dat de gemiddelde baat per persoon hier (met EUR 987 per persoon per jaar) het hoogst is.

Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat de geluidreductie bij Heiloo zo'n 7 tot 15 decibel is voor de meeste mensen: dat is aanzienlijk meer dan de 6,5 decibelreductie die aan de minischermen wordt toegekend bij de berekening van de geluidreductiebaat met de standaard MKBA-prijskaartjes in euro per decibel per persoon.

Een opvallend detail in tabel B3.5 is de prijs van EUR 30,59 ofwel ongeveer EUR 31 per persoon per decibel per jaar: dit getal komt overeen met het standaard MKBA-prijskaartje van EUR 31 per decibel per persoon per jaar (uit de OEI leidraad).

