



## Wegdekken tegen verkeerslawaaï

Fact book in het kader van PSS



## Inhoud

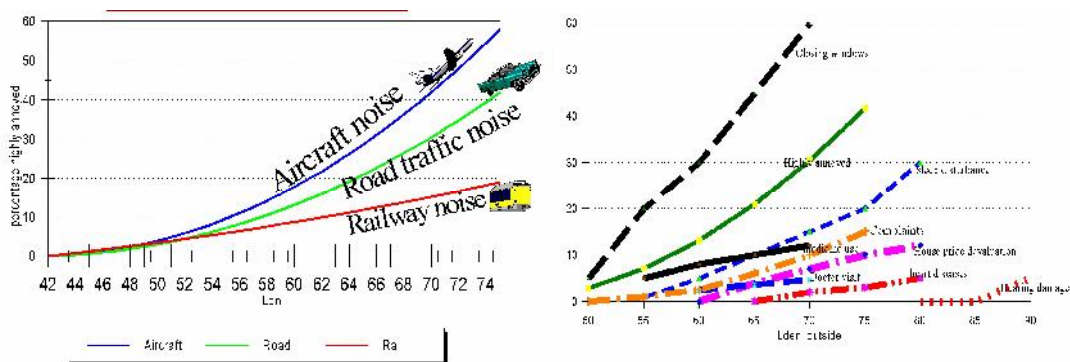
1	INLEIDING	3
1.1	Hoe hinderlijk is geluid?	3
2	MET HET WEGDEK VERKEERSGELUID DEMPEN EN HINDER VERMINDEREN	4
2.1	Waar komt verkeersgeluid vandaan?	4
2.2	Hoe belangrijk is het soort wegdek voor de hoeveelheid verkeerslawaaï?	4
2.3	Wat is het verwachte effect van een stil wegdek op de hinder en op de gezondheid?	4
2.4	Wat vinden de omwonenden ervan?	5
2.5	Hoe vermindert een stil wegdek het bandgeluid?	5
2.6	Hoe herken ik een stil wegdek?	6
2.7	Welke typen stille wegdekken zijn er?	6
2.7.1	SMA 0/5	6
2.7.2	DGD A en B	6
2.7.3	Enkel en tweelaags ZOAB	7
2.7.4	Lawaaïge en stille elementenverharding	7
2.8	Hoe zit het effect van stille wegdekken in de berekening van de geluidbelasting?	7
2.9	En, als het wegdek veroudert en lawaaïger wordt?	9
2.10	Welke effecten hebben stille wegdekken?	9
2.11	Wat wordt de geluidbelasting in de verschillende saneringssituaties?	10
3	WAT KOST EEN STIL WEGDEK EN WAT LEVERT HET OP?	13
3.1	Stille wegdekken kosten geld	13
3.2	Stille wegdekken leveren geld op	14
3.2.1	Besparing op geluidmaatregelen aan de gevel	14
3.2.2	Winst in bebouwbare grond of huizenprijzen	14
3.2.3	Economische waardering door omwonenden	14
3.3	Stille wegdekken moeten met zorg gepland worden	15
3.4	Hoe besteed ik een stil wegdek aan?	15
4	EFFECTEN OP ANDERE ASPECTEN	16
4.1	Vindt de omgeving het ook beter?	16
4.2	Veiligheid	16
4.3	Luchtkwaliteit en CO <sub>2</sub> -emissie	16
5	WAAROM ZIJN STILLE WEGDEKKEN EEN GOED IDEE?	17
6	MEER WETEN	18
7	OPMERKING:	<b>FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.</b>

# 1 Inleiding

De geluidssituatie in stedelijke omgevingen ten gevolge van wegverkeer laat vaak te wensen over. In totaal zijn er meer dan 200.000 woningen waarvan de geluidbelasting, gerekend in Lden en na toepassing van de forfaitaire aftrek van 2 tot 5 dB ingevolge van artikel 110g van de Wet geluidhinder nog steeds meer dan 63 dB bedraagt en 20% van de bewoners geeft aan ernstig gehinderd te worden door het lawaai van auto's, vrachtauto's, trams, bussen en vooral brommers en motoren.

## 1.1 Hoe hinderlijk is geluid?

De relatie tussen geluid en hinder is nog niet zo eenvoudig te leggen. De een vindt de Ferrari prachtig klinken, voor de ander is het lawaai. Ook is het effect van geluid heel divers en varieert tussen het raam dicht doen, tot verhoogde kans op hart en vaatziekten. Door veel mensen te bevragen en ziektegevallen te analyseren kun je wel een gemiddelde relatie vaststellen. Deze blijkt er voor weg-, voor rail- en voor vliegverkeer anders uit te zien (zie figuur 1, links). Voor wegverkeer kun je per effect ook een ruwe dosis-effect relatie vaststellen (zie figuur 1, rechts).



figuur 1 Links: ernstige hinder tengevolge van weg-, rail en vliegverkeer (bron Miedema en Vos september 1999). Rechts: effecten van wegverkeerslawaai op gedrag, hinder, gezondheid en economie (bron M.v.d.Berg VROM).

Ruwweg kun je stellen dat voor wegverkeer tussen de 63 en 73 dB de percentages ernstig gehinderden toenemen met een kleine 2% per dB van 13% tot 32%. Elke dB winst levert dus 2% minder gehinderden.

## 2 Met het wegdek verkeersgeluid dempen en hinder verminderen

### 2.1 Waar komt verkeersgeluid vandaan?

Het geluid van een voorbijrijdende auto komt van de motor en van de banden. De motoren zijn steeds stiller geworden en in het huidige verkeer is het geluid van de motor alleen nog belangrijk bij snelheden tot 30 km/u en wanneer de auto optrekt. Door de steeds stillere motor is het rolgeluid overheersend geworden boven de 30 km/u.

Bij vrachtwagens is de motor veel luidruchtiger en daar is rolgeluid pas boven de 70 km/u belangrijk. Vanwege het lage aandeel van vrachtwagens in de stad is 90% van het verkeerslawaaai afkomstig van de band en nog maar 10% van de motor.

### 2.2 Hoe belangrijk is het soort wegdek voor de hoeveelheid verkeerslawaaai?

Heel belangrijk. De hoeveelheid verkeerslawaaai op een lawaaiige betonweg is drie tot zesmaal meer dan op een stille asfaltweg, in decibellen is dat 4 tot 8 dB verschil. Dit geldt voor personenwagens, maar ook vrachtwagens maken op een stille asfaltweg twee tot viermaal minder lawaai, overeenkomend met 3 tot 6 dB. In veel gevallen neemt het geluidreducerend effect toe met de snelheid. Het soort wegdek dempt vooral het rolgeluid, maar ook motorgeluid, dat vanonder het carrosserie tegen het wegdek weerkaatst, wordt door een poreus wegdek stiller.

### 2.3 Wat is het verwachte effect van een stil wegdek op de hinder en op de gezondheid?

In de onderstaande tabel staat voor een aantal situaties het effect op de hinder van toepassing van een wegdek met een reductiewaarde van 3 dB.

*tabel 1 Effect van een stil wegdek op het percentage gehinderden. Aangenomen is een wegdek met een effect van 3 dB*

Geluidbelasting van de gevel (in dB Lden)	aantal gehinderden per 100 bewoners		
	voor stil wegdek	Na stil wegdek	verschil
60	48	41	7
65	60	53	7
70	71	64	7
75	81	75	6

De effecten op de gezondheid zijn eveneens significant. Gezondheid wordt gedefinieerd met een GES-score. GES staat voor Gezondheids Effect Screening en deze wordt aangegeven met een getal 0 is zeer goed en 8 zeer onvoldoende (zie [2]). Een 3 dB afname komt overeen met een stap

van een eenheid in de GES-score. De GES-score van een situatie met 70 dB wegverkeer is 7 (ruim onvoldoende). Met een gemiddeld stil wegdek wordt de score een eenheid lager (onvoldoende). Na toepassing van een zeer stil wegdek wordt een score van matig of vrij matig bereikt.

tabel II Interpretatie van GES-score (Gezondheids Effect Screening) op de gezondheidseffecten van milieuverontreiniging, zoals fijn stof, geluid, etc. (bron [2])

GES-score	Milieugezondheidskwaliteit	
0	Zeer goed	Groen
1	Goed	
2	Redelijk	Geel
3	Vrij matig	
4	Matig	Oranje
5	Zeer matig	
6	Onvoldoende	Rood
7	Ruim onvoldoende	
8	Zeer onvoldoende	

## 2.4 Wat vinden de omwonenden ervan?

Na aanleg van een stil wegdek is niet alleen het getal op de geluidmeter lager, maar zijn ook de bewoners van de straat erg positief over het effect. In Nijmegen is dit uitgebreid uitgezocht voor een zevental straten waar recent stil asfalt werd aangelegd. Uit de resultaten blijkt het volgende:

- 85% van de bewoners vindt dat het geluid minder tot veel minder is geworden, slechts 10% hoort geen verschil;
- 60% van de omwonenden slaapt makkelijker in na toepassing stil asfalt;
- het gemiddelde rapportcijfer voor de omgevingskwaliteit stijgt van 6,5 naar 7,5.

Een stil wegdek levert dus een forse winst op voor de omgeving, niet alleen in hinder, maar ook in gezondheid en betere omgevingskwaliteit.

## 2.5 Hoe vermindert een stil wegdek het bandgeluid?

Het loopvlak van een band gaat trillen wanneer deze over het ruwe wegdek rolt waardoor een geluidgolf ontstaat. Het bandloopvlak vormt samen met de weg een hoorn die het geluid nog eens tien tot honderdvoudig versterkt. Ook sist er lucht tussen de profielen door en vanonder de profielblokken. Door het vervormen en schuiven van de profielblokken over het wegdek ontstaat een karakteristiek “stick-slip” geluid.

Een stil wegdek grijpt op al deze zaken in:

- een fijnere ruwheid vermindert de aanstoting van de band;
- een absorberend wegdek onderdrukt de versterking in de hoorn;
- een open materiaal vermindert het comprimeren en sissen van de lucht.

De hoeveelheid geluid van de motor hangt natuurlijk niet af van het soort wegdek, maar, door het gesloten carrosserie komt praktisch al het motorgeluid via een reflectie tegen het wegdek naar de omgeving. Het absorberende wegdek onderdrukt deze reflectie. (referentie naar website waar filmpje van IPG-sessie beschikbaar is).

## 2.6 Hoe herken ik een stil wegdek?

Een stil wegdek heeft een fijne oppervlaktetextuur. Afhankelijk van het type weg en de erop gereden snelheid is de maximale korrelgrootte (gradering) in het wegdek materiaal 5 tot 8 mm. Een nog fijnere gradering levert geluidtechnisch niet veel extra op, maar kan voor tekortschietende remwerking bij nat weer zorgen.

Het materiaal is poreus met een holle ruimte percentage van 10 tot 25%. Voor lagere snelheid en wringend verkeer is voldoende bindmiddel in het wegdek noodzakelijk zodat een porositeit van 10 tot 15% optimaal is. Bij hogere snelheid en minder wringend verkeer kan tot 20 à 22% gegaan worden.

Een grotere laagdikte (meer dan 30 mm) is geluidtechnisch optimaal omdat de frequentie van de absorptiepiek samenvalt met de frequentie waar de hoorn het meest versterkt. Een dikkere deklaag kan kosten- en civieltechnisch problemen opleveren. In dat geval volstaat een dünnere laag. Hoeveel het geluidsreducerende effect afneemt hangt af van de fractie vrachtwagens, van de snelheid maar ook van het type deklaag. De regel is: een dünnere laag als het kan, een dikke laag als het moet.

De inpassing en kosten zijn bij kleinere laagdikten beter, echter de beste geluideffecten worden gevonden bij laagdiktes rond 60 mm, dit kan niet meer als enkele laag worden uitgevoerd. Bouwtechnisch is dit te instabiel en te gevoelig voor vervuiling. In dat geval gebruik je een tweelaagse constructie.

## 2.7 Welke typen stille wegdekken zijn er?

### 2.7.1 SMA 0/5

SMA staat voor Steen mastiek Asphalt. Dit asfalmengsel is discontinue gegradeerd en bevat relatief veel gebroken materiaal met een diameter groter dan 2 mm. De holle ruimte wordt grotendeels gevuld door mastiek (zand, vulstof en bitumen). Dit mengsel heeft een sterk steenskelet zodat het goed bestand is tegen vervormingen. De indicatie 0/5 geeft de gradering aan, nl. een maximale steengrootte van 5 mm.

Dit type wegdek heeft een fijne textuur waardoor bandentrillingen onderdrukt worden. Omdat het referentiewegdek DAB ook al een tamelijk goede textuur heeft is de reductiewaarde binnenstedelijk slechts 0,5 tot 1,1 dB voor personenwagens. Door het steenskelet en de hoge kwaliteit bindmiddel is het wegdek wel duurzaam, waardoor de extra aanlegkosten bescheiden zijn. In [4] zijn de civieltechnische eigenschappen verder uitgewerkt en wordt de moderne benaming geïntroduceerd: SMA-NL 5.

### 2.7.2 DGD A en B

DGD staat voor Dunne Geluidreducerende Deklaag. Dit type deklaag is civieltechnisch niet eenduidig gekarakteriseerd, maar wordt gedefinieerd in termen van een omschrijving van het type materiaal en de geluidreductie. DGD's zijn fijn gegradeerde mengsels, erg sterk lijkend op SMA 0/5 maar door een lager bindmiddelgehalte ontstaan holle ruimtes tussen het steenskelet. Hierdoor

wordt enige akoestische absorptie gecreëerd en wordt air-pumping geluid onderdrukt. Het type A heeft een porositeit rond de 9-14%, type B rond de 15-19%. Het feitelijke onderscheid is de geluidreductie die bij type A ca. 1 dB lager is dan bij type B (zie [11] en [15]). De concrete invulling van materiaal en laagdikte vindt plaats binnen de productspecificaties van de verschillende wegebouwfirmas. De meeste producenten van DGD's hebben via de methode *Cwegdek* geluidlabels verkregen voor hun producten.

Dit type wegdek is geschikt voor toepassing op stedelijke doorstroom wegen en regionale wegen. Een aandachtspunt bij dit type is de relatief snelle afname van het geluidreducerend effect met de tijd. Het is mogelijk om in de besteksbepaling een aanvullende eis op te nemen over de toegestane teruggang enige tijd na aanleg (zie tekstvoorstellen op [www.stillerverkeer.nl](http://www.stillerverkeer.nl)).

### 2.7.3 Enkel en tweelaags ZOAB

Dit zijn zeer open mengsels met holle ruimtes van meer dan 20%. De gradering is aanmerkelijk grover dan die van DGD's en SMA 0/6. Het type ZOAB 16 is gangbaar op het hoofdwegennet en heeft een maximale steengrootte van 16 mm en een laagdikte van ca. 50 mm. ZOAB 16 heeft een optimale absorptie- en stromingsweerstand karakteristiek voor snel rijdende personenwagens, maar door de grove textuur is de totale reductie beperkt. De versie ZOAB 11, met 11 mm maximale korrelgrootte heeft een betere geluidprestatie maar wordt beperkt toegepast op het provinciale wegennet.

Voor optimale geluidreductie van zwaar verkeer is een laagdikte van 60 à 70 mm noodzakelijk. Deze dikte is niet meer in één gang aan te leggen en voorts gevoelig voor vervuiling. Daartoe is een variant ontwikkeld met een tweelaags opbouw, een grove onderlaag van ZOAB 11/16 en een fijnere toplaag van ZOAB 4/8. Hiermee wordt goede afwatering gecombineerd met stabiele laagopbouw en goede geluidsprestaties. Door vervanging van de toplaag door een 3/5 variant wordt een verdere 1 dB reductie gerealiseerd.

### 2.7.4 Lawaaiige en stille elementenverharding

Deze wegdekfamilie omvat typen als de betonstraatstenen, de dubbelgebakken "klinkers", zowel oude als nieuwe, gelegd in verschillende verbanden zoals keper of halfsteens. Dit type wegdek kan zeer lawaaiig zijn, niet alleen door de onregelmatigheid in de ligging van de stenen, maar ook door het geluidtechnische slechte steenoppervlak. De voordelen van dit type wegdek liggen in de mogelijkheid om het op te breken voor onderhoud aan leidingen e.d en de mogelijkheid tot variaties in kleur en vorm in het kader van architectonische doelstellingen.

Door toepassing van stille varianten kunnen in vergelijking met de oorspronkelijke typen aanmerkelijke reducties gehaald worden en zijn resultaten, vergelijkbaar met SMA 0/5 mogelijk (zie [10])

## 2.8 Hoe zit het effect van stille wegdekken in de berekening van de geluidbelasting?

De geluidbelasting wordt in Nederland berekend en niet gemeten omdat meten niet praktisch is. De berekening gaat als volgt:

De geluidbelasting (ook wel immissieniveau genoemd) is de som van de volgende twee onderdelen:

- 1 De bronsterkte (representatief voor de door het verkeer op de weg uitgestraalde geluidenergie);
- 2 De overdrachtsverzwakking (de afname van het geluidniveau door bijvoorbeeld de toename van de afstand of door afscherming).

$$(1) \quad L_{immissie} = L_{emissie} - D_{overdracht}$$

met:

- $L_{immissie}$  : het equivalente geluidniveau op een ontvangerpunt langs de weg
- $L_{emissie}$  : de bronsterkte van het geluid van de stroom motorvoertuigen op de weg. Deze is opgebouwd uit de emissie van een enkel voertuig maal het aantal voertuigen.
- $D_{overdracht}$  : de demping ten gevolge van de overdracht van het geluid vanaf de weg tot het ontvangerpunt. Hierin zijn processen opgenomen zoals geometrische verzwakking, bodemreflectie, afscherming door geluidwallen en -schermen en bebouwing, luchtdemping en reflecties tegen grote objecten.

De geluidproductie van de voertuigstroom is de som van het aantal lichte, middelzware en zware voertuigen, vastgesteld op een standaard dicht asfaltbeton wegdek, het zogenaamde referentiewegdek. Een stil wegdek verlaagt de geluidproductie. Dit wordt in rekening gebracht door de bronsterkte te verlagen met een correctieterm  $C_{wegdek}$ :

$$(2) \quad L_{emissie}(v) = \sum_{m=1,3} (L_{e_m}(v) + C_{wegdek_m}(v))$$

met:

- $L_{e,m}(v)$  : geluidemissie motorvoertuigen van type m op het referentiewegdek (deze term is afhankelijk van snelheid)
- $m$  : categorie motorvoertuig: m=1: lichte motorvoertuigen, m=2: middelzware motorvoertuigen, m=3: zware motorvoertuigen
- $C_{wegdek,i,m}(v)$  : verschil in emissie ten opzichte van het referentiewegdek per frequentieband i ten gevolge van een wegdek op de geluidproductie van voertuigcategorie m. Deze term is ook afhankelijk van de snelheid

Elk type wegdek kent zijn eigen  $C_{wegdek}$ -waarde. Dit is geen vast getal maar hangt af van het soort voertuig, de snelheid en, wanneer je met standaard rekenmethode II werkt, de frequentie.  $C_{wegdek}$  heeft de volgende vorm:

$$(3) \quad C_{wegdek} = \Delta L_m + b_m \cdot \lg\left(\frac{v}{v_{ref}}\right)$$



met:

- $\Delta L_m$  : de reductie voor voertuigcategorie m (m=1: personenwagens, m=2,3: vrachtwagens), bij de referentiesnelheid  $v_{ref}$ .
- $b_m$  : de snelheidsfactor ten opzichte van de referentie snelheid  $v_{ref}$ . Deze verschilt voor m=1 en m= 2,3
- $v_{ref}$  : referentiesnelheid van 80 km/h voor m=1 en 70 km/h voor m=2 en 3

Voor meer informatie zie §1.2.2 t/m §1.2.4 van publicatie stille wegdekken en het “besluit geluidhinder” van 2006, bijlage 3.

## 2.9 En, als het wegdek verouderd en lawaaiiger wordt?

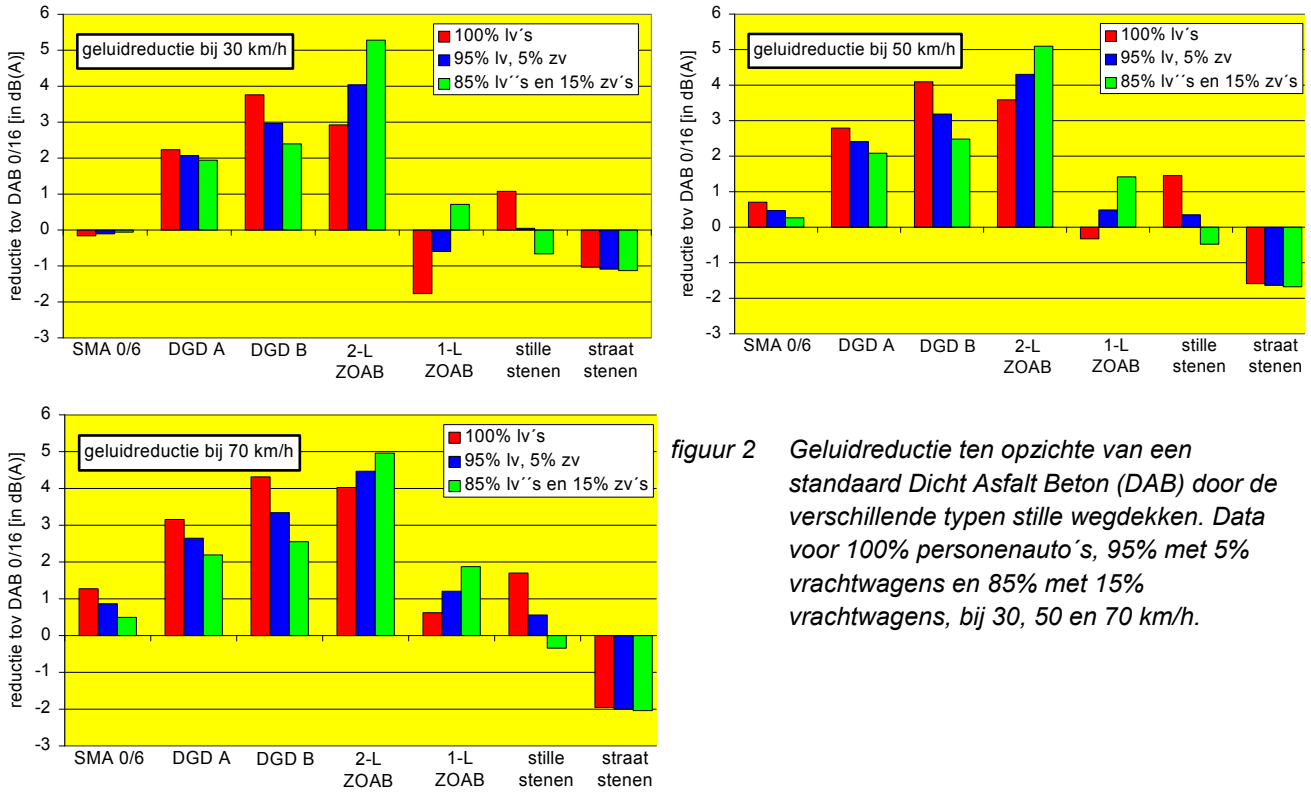
Als het wegdek nieuw is zal het stiller zijn maar in de loop der jaren gaan de poriën verstopen zodat de akoestische absorptie afneemt en de stromingsweerstand hoger wordt of verruwt het oppervlak door steenverlies en beschadigingen. Het geluiddempende effect neemt af en het verkeer wordt daardoor lawaaiiger. In de methode van bepaling van de *Cwegdek* term wordt dit op de volgende wijze meegenomen. De *Cwegdek* waarde wordt berekend uit het effect als het wegdek nieuw is, de *Cinitiël*, en de gemiddelde afname over de levensduur, de *Ctijd*:

$$(4) \quad C_{wegdek} = C_{initiël} + C_{tijd}$$

Je moet er rekening mee houden dat een stil wegdek over zijn levensduur soms wel 3 tot 4 dB lawaaiiger wordt. Echter het standaard DAB wegdek wordt ook een dB lawaaiiger, dus de netto afname is ongeveer 3 dB. Gemiddeld is dat ca. 1,5 dB. Met de nieuwe, levensduurgerelateerde methode, wordt dit effect netjes meegenomen.

## 2.10 Welke effecten hebben stille wegdekken?

Het effect van een stil wegdek hangt af van de snelheid en van het type voertuig. In figuur 2 zijn voor de hierboven genoemde wegdektypen de reducties weergegeven bij een drietal snelheden, 30, 50 en 70 km/h en bij drie varianten van de verkeersamenstelling, nl. 100% lichte motorvoertuigen, 95% lichte motorvoertuigen met 5% vrachtwagens en 85% lichte motorvoertuigen met 15% vrachtwagens.



figuur 2 Geluidreductie ten opzichte van een standaard Dicht Asfalt Beton (DAB) door de verschillende typen stille wegdekken. Data voor 100% personenauto's, 95% met 5% vrachtwagens en 85% met 15% vrachtwagens, bij 30, 50 en 70 km/h.

## 2.11 Wat wordt de geluidbelasting in de verschillende saneringssituaties?

Door Goudappel Coffeng zijn de saneringssituaties in kaart gebracht en zijn twaalf situaties gedefinieerd die samen haast 100% van de werkelijke saneringssituaties vertegenwoordigen (zie tabel III).



tabel III

*Straat- en verkeerssituaties karakteristiek voor saneringssituatie (bron Goudappel Coffeng)*

straatnummer	Intensiteit (mvt/etm)	% zwaar verkeer	snelheid	afstand tot woningen	aandeel in totaal saneringsbestand
1	6.932	14	30	7	1%
2	8.109	2	50	9	8%
3	8.481	4	50	9	11%
4	8.367	11	50	10	12%
5	14.134	2	50	11	8%
6	14.261	4	50	12	14%
7	14.397	9	50	12	9%
8	29.429	3	50	17	9%
9	26.681	4	50	17	14%
10	23.407	9	50	17	8%
11	14.562	10	70	18	0%
12	31.754	8	70	29	3%

Voor elk van deze situaties is het effect van de verschillende stille wegdekken doorgerekend.

tabel IV

Overzicht van de geluideffecten van de verschillende soorten stille wegdekken op de 12 karakteristieke saneringssituaties. In de tabel is rekening gehouden met de begrensde toepassingsgebieden van de verschillende wegdekken. Enkel en tweelaags ZOAB kunnen alleen op de 70 km/h situatie worden toegepast. Straatstenen kunnen daarentegen weer niet bij deze snelheid gebruikt worden. Het effect van stille straatstenen is bepaald ten opzichte van de standaard straatstenen. Ten opzichte van DAB zal het effect in de orde van 1 tot 1½ dB bedragen.

	0	1	2	3	4	5	6
Straat-nummer	Lden niveau bij de gevel zonder maatregelen	SMA 0/6	DGD-A	DGD-B	2-L ZOAB	1-L ZOAB	Stille straatstenen (tov gewone straatstenen)
1	65,3	0,5	2,1	2,4			3,5
2	65,6	1,3	3,1	4,0			5,3
3	66,2	1,1	2,9	3,6			4,8
4	67,0	0,7	2,4	2,9			4,0
5	67,2	1,3	3,1	3,9			5,2
6	67,3	1,1	2,9	3,6			4,8
7	68,3	0,8	2,5	3,0			4,2
8	68,7	1,2	2,9	3,7			5,0
9	68,5	1,1	2,9	3,6			4,8
10	68,9	0,8	2,5	3,0			4,2
11	68,8	0,9	2,7	3,2	4,8	1,7	
12	69,6	1,0	2,7	3,3	4,7	1,6	

In de tabel is met groen aangegeven voor welke situaties de sanerings situatie zou zijn opgelost, dat wil zeggen een geluidbelasting van  $\leq 65$  dB.

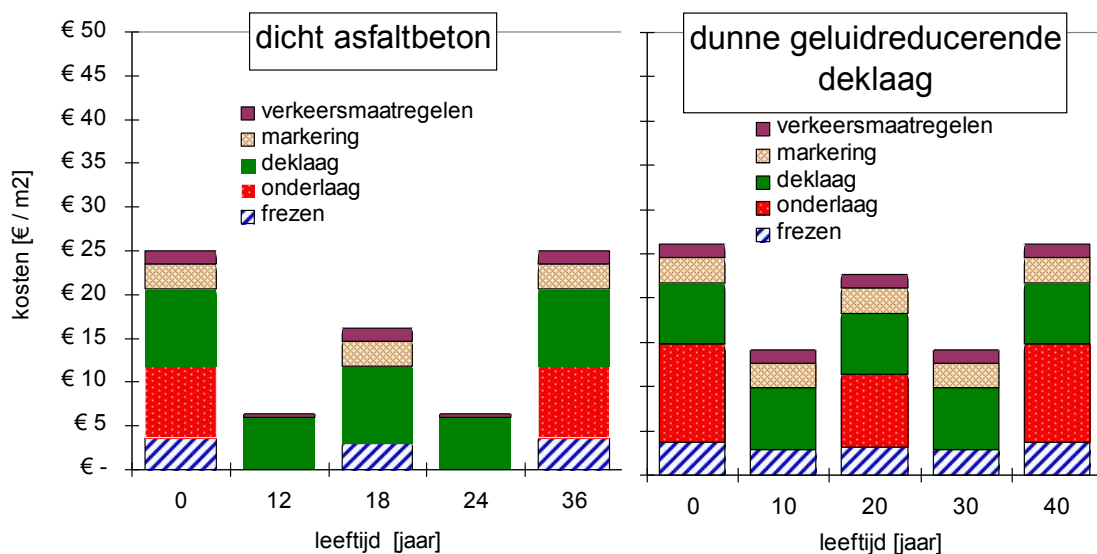
### 3 Wat kost een stil wegdek en wat levert het op?

#### 3.1 Stille wegdekken kosten geld

Om het verkeer stiller te maken dan op een standaard DAB-wegdek zal het wegdek materiaal aangepast moeten worden. De gradering moet fijner worden. Er zal porositeit ingebracht moeten worden. Dit hoeft in aanleg niet veel duurder te zijn. Door de modificaties neemt wel de levensduur af en moet een wegdek vaker vervangen worden. Het onderhouden van een stil wegdek is vaak wel een stuk duurder.

De extra kosten van een stil wegdek ten opzichte van een standaard DAB zijn niet voor elke gemeente gelijk. Het onderhoudsregime is vaak afhankelijk van de bodemgesteldheid in een bepaald gebied en de verkeersintensiteiten. Omdat deze per gemeente veel verschillen zijn de meerkosten van een stil wegdek erg verschillend.

In figuur 3 is een voorbeeld gegeven. Hierin zijn de kosten per onderhoudsbeurt en de intervallen tussen de beurten gegeven voor een DGD ten opzichte van een DAB. De initiële kosten zijn praktisch gelijk, maar door de frequentere vervanging van de DGD-deklaag wordt deze op termijn 10 à 20 € per m<sup>2</sup> duurder.



figuur 3 Kosten en onderhoudsintervallen van een DGD wegdek (rechts) ten opzichte van een DAB-wegdek (links). Situatie voor een doorgaande stedelijke of regionale weg. De prijzen zijn gegeven in €/m<sup>2</sup>.

Een poreus en waterdoorlatend wegdek zal ook een ander type afwatering vereisen, wat de kosten nog eens doet toenemen. In [www.gwwkosten.nl](http://www.gwwkosten.nl) zijn de bedragen van elk van de elementen waaruit de totale kosten zijn opgebouwd beschikbaar.

## 3.2 Stille wegdekken leveren geld op

### 3.2.1 Besparing op geluidmaatregelen aan de gevel

Stille wegdekken besparen geld omdat er geen schermen nodig zijn of omdat de schermen lager kunnen zijn, of omdat gevelmaatregelen eenvoudiger kunnen. In geval van nieuwbouw kan er dichter op de weg gebouwd worden, zodat er meer van het kavel bruikbaar is. De besparing is natuurlijk sterk afhankelijk van de concrete situatie, zodat er geen algemene inschatting gegeven kan worden. In tabel V zijn grove richtwaarden gegeven.

tabel V Richtwaarden voor kosten van sanering van woningen

type woning	kosten per dB reductie
vrijstaand	€ 3.500,-
2/1 kap	€ 2.500,-
rijtjes	€ 2.000,-
appartement/flat	€ 1.500,-

De feitelijke noodzaak tot maatregelen aan de gevel is erg afhankelijk van de technische staat van de woning. Moderne, energiezuinige woningen hebben dubbel glas, goede kierdichting, geforceerde ventilatie en zwaardere daken en zullen pas bij een hoger geluidniveau niet meer aan de geluidisolatie-eis voldoen. De kosten om deze te verbeteren zijn daardoor ook veel hoger. Voor eenvoudig gebouwde en energietechnisch minder optimale huizen, zullen al sneller maatregelen genomen moeten worden, deze zullen relatief goedkoop zijn en tevens kostenbesparingen geven op het energiegebruik.

Door Bureau sanering verkeerslawaaï zijn op meer detailniveau normkosten en toetsbedragen gedefinieerd (zie <http://www.bsv.nu/subsidie-2/informatie-over-subsidiebedragen/>).

### 3.2.2 Winst in bebouwbare grond of huizenprijzen

Een wegdek dat 3 dB dempt, zorgt ervoor dat de afstand van de weg tot een bepaalde geluidcontour halveert. Daardoor kan er dichter langs de weg gebouwd worden, zonder aan geluidkwaliteit in te boeten, of grenswaardes te overschrijden. Een opschuiven van 50 tot 25 m afstand leidt tot 50 m<sup>2</sup> winst per strekkende meter weg. Gewaardeerd tegen € 100/m<sup>2</sup> vertegenwoordigt dit een bedrag van € 5.000,-/strekkende meter weg.

Wordt door het stillere wegdek het geluidniveau bij de bestaande of nieuw te bouwen woningen 3 dB lager, dan kan gerekend worden met toename van de huizenprijs met ca. 1 tot 3%. Uitgaande van een waarde van € 250.000,- per woning gaat dit over € 2.500,- tot € 7.500,- per woning.

### 3.2.3 Economische waardering door omwonenden

De waardering door omwonenden van een stille omgeving kan in economische termen geduid worden. Gemiddeld over Europa blijkt een huishouden jaarlijks € 25,- over te hebben voor één dB geluidvermindering. Een wegdek met 3 dB afname en een woningdichtheid van 30 woningen per 100 m levert jaarlijks dus € 750,- op, gelijk aan een netto contante waarde van ca. € 18.000,- (3% rentevoet.)

### 3.3 Stille wegdekken moeten met zorg gepland worden

Stille wegdekken zijn geoptimaliseerd voor lagere rolgeluidniveaus en vaak zijn daarmee de stevigheid en duurzaamheid van het materiaal teruggebracht. Een dicht wegdek waar de stenen volledig omsloten zijn door de bitumenmastiek is natuurlijk steviger dan een ZOAB waar de steentjes met bitumenbruggetjes aan elkaar zitten en er daartussen holle ruimte aanwezig is. Ook zijn stille wegdekken gevoeliger voor tekortkomingen in de aanleg.

Bij het plannen van waar welke soort stil wegdek gelegd wordt, moet hier goed rekening mee worden gehouden. In hoofdstuk 3 van de publicatie stille wegdekken zijn de kritische punten in het ontwerp en voor de aanleg van stille wegdekken gegeven.

Belangrijkste aandachtspunten zijn:

- aandeel vrachtverkeer;
- kans op wringend verkeer;
- noodzaak van handwerk ;
- type waterafvoer.

Een veel gekozen aanpak is om de doorgaande stroken in het stille type uit te voeren en kruisingsvlakken, “oren” en “vleugels” in SMA 0/5.

Aanleg van ZOAB en tweelaags ZOAB in stedelijke situaties met afslaand en kruisend verkeer wordt ontraden, omdat deze typen slecht tegen wringend verkeer bestand zijn. De typen kunnen wel op doorgaande banen worden toegepast. Daarbij gaat de voorkeur uit naar tweelaags ZOAB omdat deze bij 50 en 70 km/h duidelijk betere reductie levert. DGD type A en B vertonen, door het hogere bindmiddelgehalte, een betere weerstand tegen wringen, maar zijn weer gevoeliger voor vervuiling.

### 3.4 Hoe besteed ik een stil wegdek aan?

Er bestaan drie mogelijkheden om een stil wegdek aan te besteden:

- 1 Een conventionele aanbesteding op basis van de RAW-systematiek. Dit wordt breed gedragen door de sector, maar beperkt de keuze van stille wegdekken tot SMA 0/5 en ZOAB 6/16;
- 2 Een aanbesteding met daarin een verwijzing naar de generieke wegdektypen van de lijst stille wegdekken op [www.stillerverkeer.nl](http://www.stillerverkeer.nl). Een beperking hierbij is dat de in steden populaire typen DGD A en DGD B niet scherp omschreven zijn en er een functionele beschrijving aan toegevoegd moet worden met daarin de geluidtechnische prestatie. Er wordt sterk aanbevolen om de geluidtechnische eis gepaard te laten gaan met een opleveringscontrole;
- 3 Een puur functionele aanbesteding. Hierin is de geluidtechnische prestatie beschreven in termen van een reductie bij een bepaalde snelheid bij een bepaalde verkeerssamenstelling. Vaak wordt hier ook nog een levensduur eis aan gekoppeld. Hierbij is een opleveringscontrole essentieel.

In <http://www.stillerverkeer.nl/stillewegdekken/downloads/Keuzeboom%20en%20specificaties%2026-6-06.pdf> zijn voor een aantal situaties en varianten geschikte tekstvoorstellen op te stellen. Ook zijn in

<http://www.stillerverkeer.nl/index.php?section=stillewegdekken&subject=bestekken> enkele voorbeelden voor provinciale en stedelijke wegen gegeven.

## 4 Effecten op andere aspecten

### 4.1 Vindt de omgeving het ook beter?

Stille wegdekken hebben een groot positief effect op de geluidbeleving. Dit effect is aanzienlijk groter dan op grond van de reductie in dB(A) verwacht kan worden. De omvang van het effect is te herleiden tot:

- het wegdek brengt niet alleen het niveau binnenshuis terug, maar ook buiten de woning;
- het verkeer maakt op een stil wegdek een minder sissend en daardoor aangenamer geluid;
- Voorts kan worden verondersteld dat de aanwezigheid van een groot geluidabsorberend oppervlak ook het “nagalmveld” tussen hoge aaneengesloten bebouwing omlaag brengt.

Zoals eerder aangegeven blijkt uit hinderenquêtes dat de omgeving zeer positief is over het aanleggen van een stil wegdek en het effect daarop op de omgevingskwaliteit. [21,22]

### 4.2 Veiligheid

Open deklagen onderdrukken ook de “splash and spray” en de aquaplaning en zouden daarom veiliger moeten zijn. In de praktijk blijkt dit niet het geval te zijn, omdat de bestuurders de veiligheidsmarge tijdens regen gebruiken om sneller en risicovoller te gaan rijden. De doorstroming tijdens regen neemt wel aanzienlijk toe.

Door het gebruik van betere bitumen, is er wat langer dan normaal, een bitumenfilm aanwezig op de stenen. Ook wordt er minder afgestrooid met split, omdat daarmee het geluideffect teniet gedaan zou kunnen worden. Daarom is de aanvangsstroefheid enige tijd lager dan normaal. Dit kan echter eenvoudig met waarschuwingsborden worden opgelost.

Wintergladheid vereist bij de zeer open wegdekken een strakker strooiregime. Het zout dient eerder gestrooid te worden omdat een ZOAB sneller afkoelt en beter verspreid te worden omdat de autobanden het slechter meenemen. Ook moet de strooifrequentie hoger omdat bij smelten van de sneeuw het zout door het wegdek wegstroomt (zie publicatie §5.3 van de publicatie stille wegdekken).

### 4.3 Luchtkwaliteit en CO<sub>2</sub>-emissie

Open wegdekken zouden door het bufferende vermogen PM<sub>10</sub>-concentratie kunnen verlagen, maar overtuigende evidentie daartoe is momenteel niet beschikbaar. De verschillende studies zijn niet eenduidend. Stille wegdekken worden echter gekenmerkt door een betere afwerking en daardoor lagere oneffenheid en door een fijnere textuur. Deze eigenschappen leiden tot een lagere rolweerstand en daardoor brandstofverbruik. Een fijn gegradeerde deklaag als DGD 0/5 of SMA 0/5 heeft ten opzichte van een 5/8 oppervlakbehandeling een 40% lagere rolweerstand. Dit leidt bij gemiddeld stedelijk verkeersgedrag tot een haast 10% lagere CO<sub>2</sub>-emissie. Bovendien zal een minder oneffen wegdek tot minder energieverlies in de wielophanging leiden waardoor extra CO<sub>2</sub> bespaard wordt.



## 5 **Waarom zijn stille wegdekken een goed idee?**

Stille wegdekken zijn voor veel wegbeheerders een van de weinige mogelijkheden om effectieve geluidreductie te realiseren. Afhankelijk van het type en het soort verkeer kun je het geluidniveau met 2 tot 5 dB verlagen. Dit is gelijk aan anderhalf tot drie maal minder verkeer. De omwonenden zijn ook zeer te spreken over deze maatregel, omdat naast de objectieve verlaging er ook van aanmerkelijke verbetering van het geluidklimaat en gezondheid sprake is.

Dit soort wegdek is iets duurder in aanschaf en duurder in gebruik, omdat ze korter meegaan. Er is ook een opbrengstkant. Men bespaart er saneringskosten door, de huizen worden meer waard als het stiller is en in nieuwbouwplannen kan er tot dichterbij de weg gebouwd worden.

De keus van een wegdek in een bepaalde situatie moet secuur gemaakt worden omdat sommige wegdektypen niet goed blijven functioneren onder bepaalde verkeersstromen. Ook is onderhoud en gladheidbestrijding een punt van extra aandacht. Omdat de zeer populaire DGD's niet eenduidig in een RAW-systeem beschreven zijn, dient de aanbesteding en oplevering zorgvuldig geregeld te worden.

Veel informatie is beschikbaar via het CROW, zoals de publicatie *Stille wegdekken* en de website [www.stillerverkeer.nl](http://www.stillerverkeer.nl) en er zijn heel veel succesvolle praktijktoepassingen die aantonen dat het stille wegdek inmiddels volwassenen "proven technology" is.

## 6 Meer weten

- [1] R. van Loon en J. Groenendijk, "Stille Wegdekken", CROW publicatie 287, juni 2010
- [2] T. Fast en D.H.J. van de Weerd, "Gezondheidseffectscreening Stad en Milieu, handboek voor de gezonde inrichting van de woonomgeving", uitgave van de GGD Nederland, ([www.ggd Kennisnet.nl/ges](http://www.ggd Kennisnet.nl/ges)), juli 2010
- [3] [www.stillerverkeer.nl](http://www.stillerverkeer.nl)
- [4] C. van Gorp, "Asfalt in weg- en Waterbouw", CROW publicatie 285, Augustus 2010
- [5] Karakteriseren van dunne deklagen, publicatie 239, CROW, Ede, 2007
- [6] De methode *Cwegdek* 2002 voor wegverkeersgeluid, publicatie 200, CROW, Ede, 2004
- [7] Tweelaags ZOAB - Handleiding voor wegbeheerders, publicatie 161, CROW, Ede, 2001
- [8] Gladheid: preventie en bestrijding, publicatie 152, CROW, Ede, 2000
- [9] Stille wegdekken, infoblad, CROW, Ede, 2002
- [10] Handreiking wegdekcorrectie voor elementenverhardingen, Infoblad 964, CROW, Ede, 2008
- [11] Herziening wegdekcorrecties voor twee categorieën dunne geluidreducerende asfaltdeklagen, infoblad 966, CROW, Ede, 2009
- [12] Handreiking berekenen verkeerslawaaï bij 30 km/h, Infoblad 965, CROW, Ede, 2008
- [13] Gladheidsbestrijding op maat - ervaringen met wintergladheidsbestrijding op tweelaags ZOAB, infoblad, CROW, Ede, 2006
- [14] Stroefheid van wegdekken, infoblad, CROW, Ede, 2004
- [15] Richtlijn dunne asfalt deklagen, VBW-asfalt, Breukelen, 2004
- [16] Richtlijn tweelaags ZOAB, VBW-asfalt, Breukelen, 2002
- [17] Vraagspecificaties voor Stille Wegdekken - Toelichting, rapport e0500969, KOAC•NPC, Apeldoorn, 2006  
(<http://www.stillerverkeer.nl/stillewegdekken/besteksbepalingen/Achtergrondrapport%20KOAC-NPC.pdf>)
- [18] Specificaties voor Stille Wegdekken - keuzeboom en voorbeeld specificatieteksten  
(<http://www.stillerverkeer.nl/stillewegdekken/besteksbepalingen/Keuzeboom%20en%20specificaties%2026-6-06.pdf>)

- [19] L. Goubert & G. Descornet; Performance management of low-noise pavements - executive summary, ERA-NET ROAD, Belgian Road Research Centre BRRC, Brussel, November 2007
- [20] L. Goubert, G. Descornet, H. Bendtsen, E. Nielsen, J. Kragh & J. de Visscher; Performance management of low-noise pavements - technical report), ERA-NET ROAD, Belgian Road Research Centre BRRC Brussel, Danish Road Institute DRI Copenhagen, November 2007
- [21] P. Koning, H.P.M. Thewessen, & R. Hofman, IPG-Advies toepassing dunne geluidsreducerende deklagen op het hoofdwegennet - Deel 1: Advies en Deel 2: Onderbouwing Advies; Rapport DVS-2008-024, RWS, Delft, 2008
- [22] Enquête 'stille wegdekken' te Alkmaar - Ervaringen van omwonenden met 'stil asfalt'; Onderzoek & Statistiek Gemeente Alkmaar, juni 2003
- [23] Resultaten geluidarm asfalt - Resultaten bewonersonderzoek; Gemeente Nijmegen, Afdeling Onderzoek & Statistiek, mei 2005

### **Opdracht Programma Stiller Stadsverkeer**

In opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu werken Agentschap NL en CROW aan de uitvoering van het Programma Stiller stadsverkeer. Onder verantwoordelijkheid van de Uitvoeringscommissie IPG-Stedelijk, waarin deze drie partijen samenwerken, is deze rapportage opgesteld door M+P - raadgevende ingenieurs.

### **Ministerie van Infrastructuur en Milieu**

Het ministerie van Infrastructuur en Milieu zet in op leefbaarheid en bereikbaarheid, met een vlotte doorstroming in een goed ingerichte, schone en veilige omgeving. Het ministerie werkt aan krachtige verbindingen over de weg, spoor, het water en door de lucht, beschermt tegen wateroverlast en bevordert de kwaliteit van lucht en water. Vlot, veilig en leefbaar: dat is Infrastructuur en Milieu.

### **Agentschap NL**

Agentschap NL is een agentschap van het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie. Agentschap NL voert beleid uit voor diverse ministeries als het gaat om duurzaamheid, innovatie en internationaal. Agentschap NL is het aanspreekpunt voor bedrijven, kennisinstellingen en overheden. Voor informatie en advies, financiering, netwerken en wet- en regelgeving. Kijk voor meer informatie op [www.agentschapnl.nl](http://www.agentschapnl.nl).

### **CROW**

CROW is het nationale kennisplatform voor infrastructuur, verkeer, vervoer en openbare ruimte. Deze not-for-profit-organisatie ontwikkelt, verspreidt en beheert praktisch toepasbare kennis voor beleidsvoorbereiding, planning, ontwerp, aanleg, beheer en onderhoud. Dit gebeurt in samenwerking met alle belanghebbende partijen, waaronder Rijk, provincies, gemeenten, adviesbureaus, uitvoerende bouwbedrijven in de grond-, water- en wegenbouw, toeleveranciers en vervoerorganisaties. De kennis, veelal in de vorm van richtlijnen, aanbevelingen en systematieken, vindt haar weg naar de doelgroepen via websites, publicaties, cursussen en congressen.

De partijen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben de hierin opgenomen gegevens zorgvuldig verzameld naar de laatste stand van wetenschap en techniek. Desondanks kunnen er onjuistheden in deze rapportage voorkomen. Gebruikers aanvaarden het risico daarvan.

De samenwerkende partijen sluiten, mede ten behoeve van degenen die aan deze rapportage hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van de gegevens.

© De inhoud van deze rapportage valt onder bescherming van de auteurswet.

<http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ienm>

<http://www.agentschapnl.nl>

<http://www.crow.nl>