

Monitoring dunne geluidreducerende asfaltdekklagen

R.J. Dekkers
KWS Infra B.V.

ir. J.H. Dijkink
KWS Infra B.V.

drs. ing. C.C. Tollenaar
M+P – raadgevende ingenieurs

Samenvatting

KWS heeft ruim tien jaar ervaring met dunne geluidreducerende asfaltdekklagen (DGAD). Na de ontwikkeling van de erg stille variant ZSA werd ook een meer duurzamer type ontworpen, KonwéStil. Beide typen worden al ruim 10 jaar toegepast.

Metingen in het kader van de Stimuleringsregeling Stille Wegdekken (VROM) leveren belangrijke gegevens op over het functionele gedrag van een DGAD. Na de opleveringsmetingen (PCG) worden de akoestische prestaties van DGAD verder gevolgd door het uitvoeren van geluidmetingen in de tijd. Hierdoor ontstaat een goed inzicht in het verloop van de geluidreductie in de tijd. Sinds 2007 wordt jaarlijks een evaluatie van de akoestische eigenschappen uitgevoerd voor de DGAD's van KWS Infra.

Naast het functionele gedrag van de DGAD is de civieltechnische toestand een belangrijk gegeven. Net als bij ZOAB lijkt rafeling het maatgevende schadebeeld voor DGAD. De laatste jaren heeft KWS Infra de civieltechnische toestand van alle oudere KonwéStil- en ZSA-wegvakken in kaart gebracht.

Door het beschikbaar komen van het functionele (geluid) en civieltechnische (rafeling) gedrag van de DGAD is inzicht verkregen in het lange termijn gedrag van de producten.

In deze publicatie worden de uitkomsten en de belangrijkste conclusies van de monitoring gepresenteerd.

Trefwoorden

geluidreductie, levensduur, rafeling, duurzaamheid, vervuiling, monitoring

1. Inleiding

De afgelopen jaren zijn er veel geluidmetingen gedaan aan KonwéStil en ZSA-SD, de twee meest toegepaste dunne geluidreducerende asfaltdekkingen (DGAD) van KWS Infra.

Dit zijn veelal metingen kort na oplevering van het wegdek, maar ook metingen gedurende de gebruiksfase van de DGAD, bijvoorbeeld 2, 5 of 8 jaar na aanleg.

Omdat er steeds vaker eisen ten aanzien van de akoestische duurzaamheid in bestekken worden opgenomen, is het goed om inzicht te hebben in het lange termijn gedrag van deze producten. Daarom voert M+P sinds 2007, in opdracht van KWS Infra, jaarlijks een analyse uit naar de akoestische eigenschappen van de verschillende geluidreducerende producten.

De gemiddelde geluidreductie kort na aanleg van KonwéStil en ZSA-SD worden behandeld in hoofdstuk 2. Het akoestisch gedrag van de producten als functie van de tijd en de bepaalde gemiddelde geluidreductie van KonwéStil en ZSA-SD na een x aantal jaar, worden behandeld in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 gaat in op de geluidspectra van beide producten, na aanleg en in de monitoringsperiode.

Naast de functionele levensduur (geluidaspect) is uiteraard ook de civieltechnische levensduur van DGAD van belang. KWS Infra volgt haar producten door regelmatig inspecties uit te voeren op de aangelegde wegvakken met DGAD. De belangrijkste bevindingen van deze inspectierondes worden gegeven in hoofdstuk 5.

In hoofdstuk 6 van dit artikel worden tenslotte de belangrijkste bevindingen samengevat.

2. Geluidreductie direct na oplevering (initiële waarde)

KonwéStil

Van KonwéStil is de gemiddelde geluidreductie op basis van negen SPB-metingen bepaald (vier bij 50 km/h, drie bij 80 km/h en twee bij 110 km/h). Op basis van de resultaten van deze metingen is eind 2011 een nieuwe C_{wegdek} bepaald ¹⁾. In tabel 1 is de gemiddelde geluidreductie per snelheid weergegeven voor lichte motorvoertuigen.

Tabel 1: Gemiddelde geluidreductie van KonwéStil voor lichte motorvoertuigen ten opzichte van het referentiewegdek uit bijlage III van Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006

| | snelheid [km/h] | | | |
|-----------------------------|-----------------|-----|-----|-----|
| | 50 | 60 | 70 | 80 |
| Gem. geluidreductie [dB(A)] | 3,4 | 3,7 | 3,9 | 4,1 |

Aan zware motorvoertuigen op KonwéStil is nog weinig gemeten, doordat dit product (nog) het meest wordt toegepast op 50 km/h wegen. Op dit moment zijn twee SPB-metingen beschikbaar (bij 110 km/h). De gemiddelde geluidreductie voor zware motorvoertuigen is op basis van deze twee metingen 3,7 dB(A) bij 80 km/h. Voor zware motorvoertuigen op KonwéStil is geen C_{wegdek} bepaald.

¹⁾ Volgens de in 2011 geldende procedures en richtlijnen C_{wegdek} .

ZSA-SD

Voor ZSA-SD is op basis van dertien SPB-metingen (drie bij 50 km/h en tien bij 80 km/h) de gemiddelde geluidreductie kort na aanleg bepaald. Op basis van de resultaten van deze metingen is in het voorjaar van 2011 een nieuwe C_{wegdek} bepaald ¹⁾, voor lichte motorvoertuigen. Door het steeds vaker toepassen van ZSA-SD op provinciale wegen, zijn er voldoende meetresultaten beschikbaar bij 80 km/h, waardoor een uitbreiding van de C_{wegdek} mogelijk was voor de snelheden 50 t/m 80 km/h.

In tabel 2 is de gemiddelde geluidreductie per snelheid weergegeven voor lichte motorvoertuigen.

Tabel 2: Gemiddelde geluidreductie van ZSA-SD voor lichte motorvoertuigen ten opzichte van het referentiewegdek uit bijlage III van Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006

| | snelheid [km/h] | | | |
|-----------------------------|-----------------|-----|-----|-----|
| | 50 | 60 | 70 | 80 |
| Gem. geluidreductie [dB(A)] | 4,3 | 4,8 | 5,2 | 5,6 |

Aan zware motorvoertuigen op ZSA-SD zijn zes SPB-metingen beschikbaar (drie bij 50 km/h en drie bij 80 km/h). Op basis van de resultaten van deze metingen is in het voorjaar van 2011 ook een nieuwe C_{wegdek} bepaald ¹⁾, voor zware motorvoertuigen, voor de snelheden 50 t/m 80 km/h.

In tabel 3 is de gemiddelde geluidreductie per snelheid weergegeven voor zware motorvoertuigen.

Tabel 3: Gemiddelde geluidreductie van ZSA-SD voor zware motorvoertuigen ten opzichte van het referentiewegdek uit bijlage III van Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006

| | snelheid [km/h] | | | |
|-----------------------------|-----------------|-----|-----|-----|
| | 50 | 60 | 70 | 80 |
| Gem. geluidreductie [dB(A)] | 4,6 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |

¹⁾ Volgens de in 2011 geldende procedures en richtlijnen C_{wegdek} .

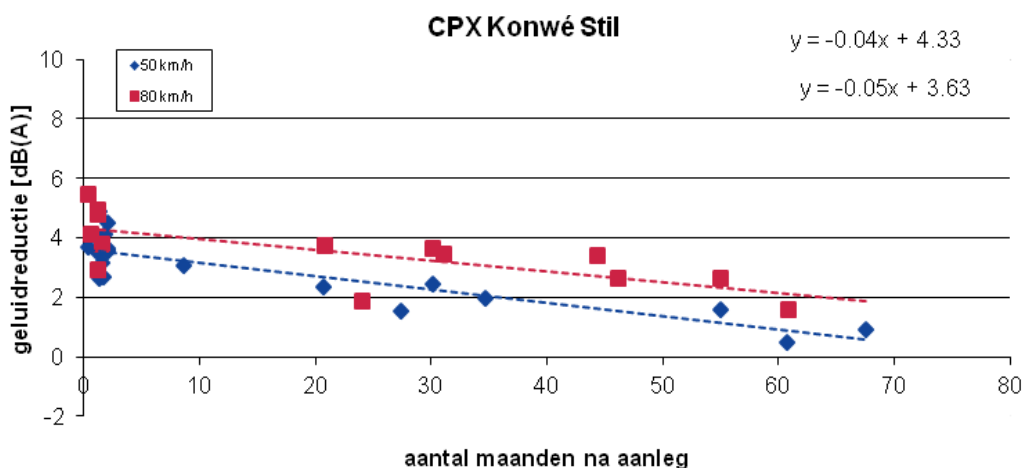
3. Geluidreductie als functie van de leeftijd

In het kader van een aantal onderzoekprogramma's worden de akoestische prestaties van geluidreducerende wegdekken periodiek gemeten. Het betreffen voornamelijk wegdekken welke vallen binnen de subsidieregeling van VROM (Stimuleringsregeling Stille Wegdekken) en het Innovatieprogramma Geluid (IPG) van DWW. Daarnaast worden in een aantal bestekken ook eisen gesteld aan de geluidreductie twee jaar na aanleg (zoals bijvoorbeeld in de bestekken van de provincie Gelderland).

De metingen twee en vijf jaar na aanleg worden doorgaans uitgevoerd met de CPX-methode. De gepresenteerde gegevens zijn daarom veelal gebaseerd op CPX-resultaten.

KonwéStil

Van KonwéStil zijn van een viertal wegvakken zowel metingen kort na aanleg als herhalingsmetingen in de periode tot zeven jaar na aanleg uitgevoerd. In figuur 1 is de leeftijd van de KonwéStil wegvakken uitgezet tegen de geluidreductie.



Figuur 1: Geluidreductie van KonwéStil als functie van de leeftijd van het wegvak

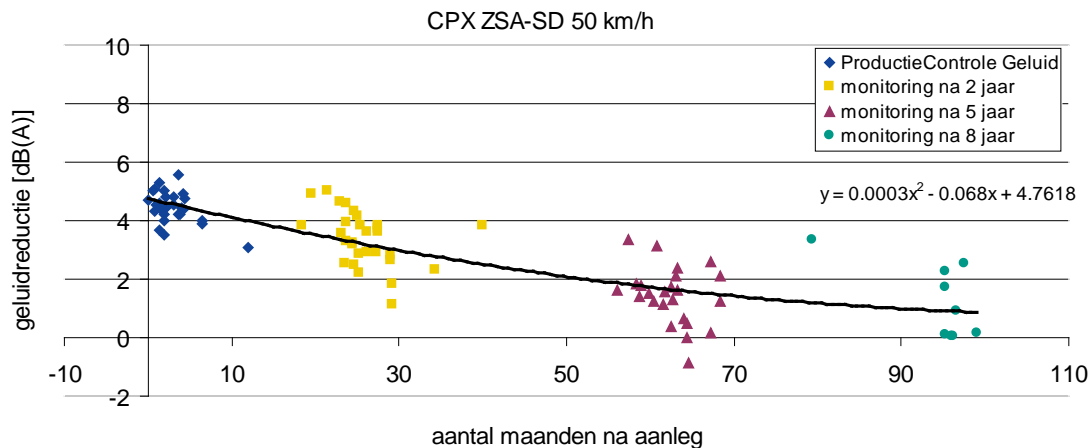
In tabel 4 zijn de op basis van alle KonwéStil vakken berekende gemiddelde geluidreducties als functie van de leeftijd weergegeven. Ondanks het feit dat de geluidreducties na 7 à 8 jaar minimaal zijn ten opzichte van het referentiewegdek, zal KonwéStil naar verwachting nog vele jaren aan de civiel technische (rafeling) eisen voldoen.

Tabel 4: Geluidreductie van KonwéStil voor lichte motorvoertuigen als functie van de leeftijd

| aantal jaren na aanleg | geluidreductie [dB(A)] op basis van regressie-analyse | |
|------------------------|---|---------|
| | 50 km/h | 80 km/h |
| 0 | 3,4 | 4,3 |
| 1 | 2,9 | 3,9 |
| 2 | 2,4 | 3,5 |
| 3 | 1,9 | 3,2 |
| 4 | 1,5 | 2,8 |
| 5 | 1,0 | 2,5 |
| 6 | 0,5 | 2,1 |
| 7 | 0,0 | 0,7 |

ZSA-SD

In figuur 2 zijn de resultaten van ZSA-SD weergegeven betreffende de geluidreductie kort na aanleg, twee jaar na aanleg, vijf jaar na aanleg en acht jaar na aanleg bij 50 km/h. In deze figuur zijn alleen de wegvakken opgenomen die in het kader van de stimuleringsregeling stille wegdekken zijn gemeten. In het kader van de stimuleringsregeling zijn stille wegdekken hoofdzakelijk op 50 km/h wegen aangebracht.



Figuur 2: Geluidreductie van ZSA-SD bij 50 km/h voor wegvakken uit de stimuleringsregeling

De gemiddelde geluidreductie kort na oplevering van de hierboven gepresenteerde wegvakken is 4,5 dB(A) met een standaarddeviatie van 0,5 dB(A).

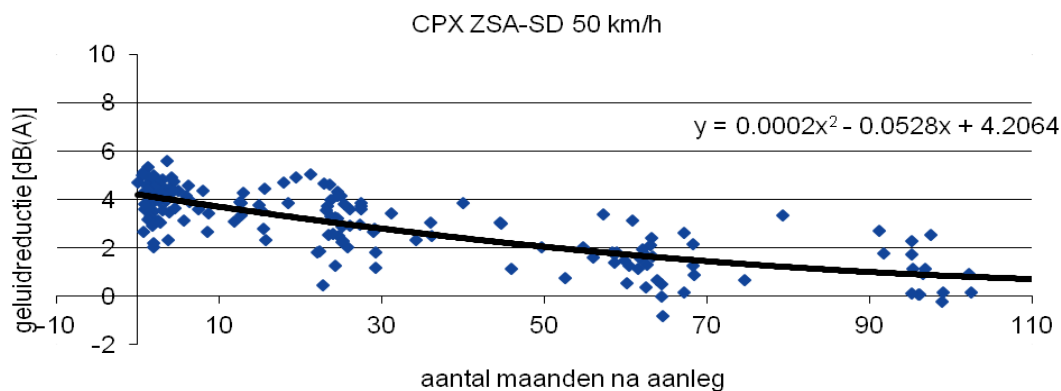
De gemiddelde geluidreductie twee jaar na aanleg van de hierboven gepresenteerde wegvakken is 3,4 dB(A) met een standaarddeviatie van 0,9 dB(A).

De gemiddelde geluidreductie vijf jaar na aanleg van de hierboven gepresenteerde wegvakken is 1,4 dB(A) met een standaarddeviatie van 1,0 dB(A).

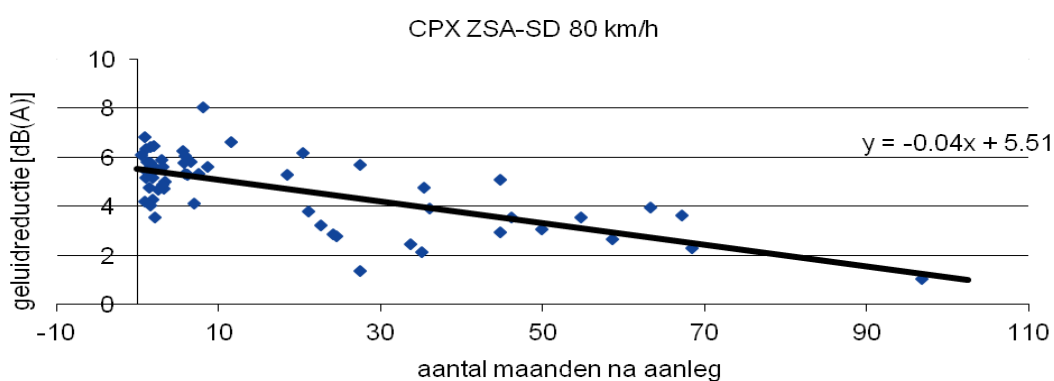
De gemiddelde geluidreductie acht jaar na aanleg van de hierboven gepresenteerde wegvakken is 1,2 dB(A) met een standaarddeviatie van 1,3 dB(A).

Uit figuur 2 blijkt dat de afname niet langer met lineaire regressieanalyse te beschrijven is. Dat betekent dat de jaarlijkse afname van de gemiddelde achteruitgang per jaar afneemt. De gemiddelde afname per jaar is 0,8 dB(A) na één jaar, 0,4 dB(A) na vijf jaar en 0,2 dB(A) na acht jaar.

In de figuren 3 en 4 is de geluidreductie als functie van de leeftijd in maanden weergegeven voor alle ZSA-SD wegdekken waaraan CPX-metingen zijn uitgevoerd. De geluidmetingen aan deze vakken zijn niet per se exact twee, vijf en acht jaar na aanleg uitgevoerd. Ook de wegvakken uit de stimuleringsregeling zijn in onderstaande figuren opgenomen.



Figuur 3: Geluidreductie bij 50 km/h als functie van de leeftijd van het wegdek



Figuur 4: Geluidreductie bij 80 km/h als functie van de leeftijd van het wegdek

Het verloop van het geluidniveau als functie van de leeftijd van het wegdek laat zich bij 80 km/h het best beschrijven met lineaire regressieanalyse. Bij 50 km/h is het verloop wederom niet met lineaire regressieanalyse te beschrijven.

In tabel 5 zijn de op basis van alle ZSA-SD vakken berekende gemiddelde geluidreducties als functie van de leeftijd weergegeven.

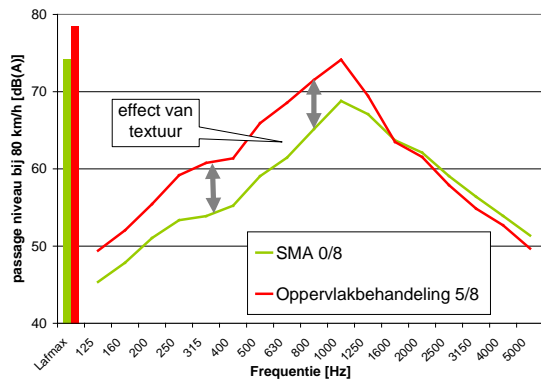
8 jaar na aanleg zijn nog een aanzienlijke hoeveelheid wegvakken aanwezig, die voldoen aan de civiel technisch eisen.

Tabel 5: Geluidreductie van ZSA-SD voor lichte motorvoertuigen als functie van de leeftijd

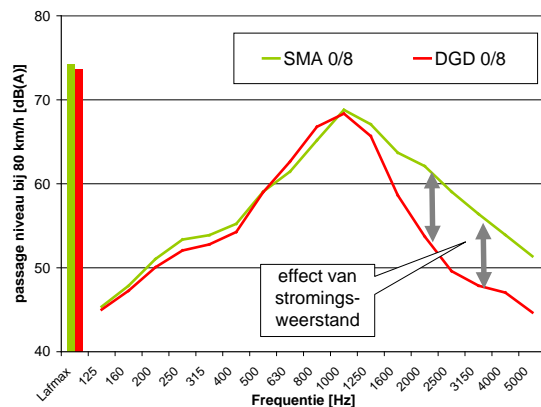
| aantal jaren na aanleg | geluidreductie [dB(A)] op basis van regressieanalyse | |
|------------------------|--|---------|
| | 50 km/h | 80 km/h |
| 0 | 4,3 | 5,5 |
| 1 | 3,6 | 5,0 |
| 2 | 3,1 | 4,5 |
| 3 | 2,5 | 4,0 |
| 4 | 2,0 | 3,6 |
| 5 | 1,6 | 3,1 |
| 6 | 1,3 | 2,6 |
| 7 | 1,0 | 2,1 |
| 8 | 0,7 | 1,6 |

4. Invloed van wegdekeigenschappen op de geluidspectra

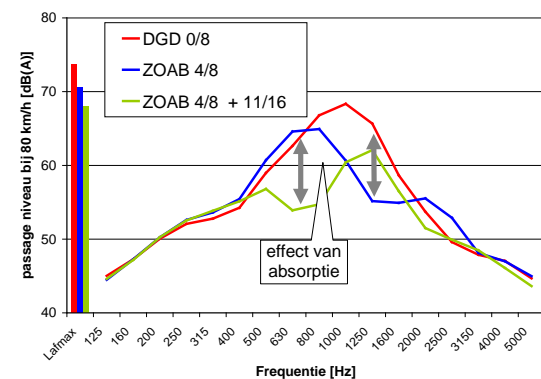
Variaties van de wegdekeigenschappen hebben logischerwijs invloed op de geluidniveaus. Afhankelijk van de wegdekeigenschap (zoals textuur, laagdikte, absorptie) manifesteert die invloed zich in verschillende frequentiegebieden. Het presenteren van de resultaten in een 1/3-octaaftandspectrum is daarmee een goede manier om inzicht te verschaffen in de wegdekeigenschappen. Een en ander wordt met voorbeelden in onderstaande figuren verduidelijkt.



Het effect van een eventuele verandering van textuur is laag- en middenfrequent zichtbaar.



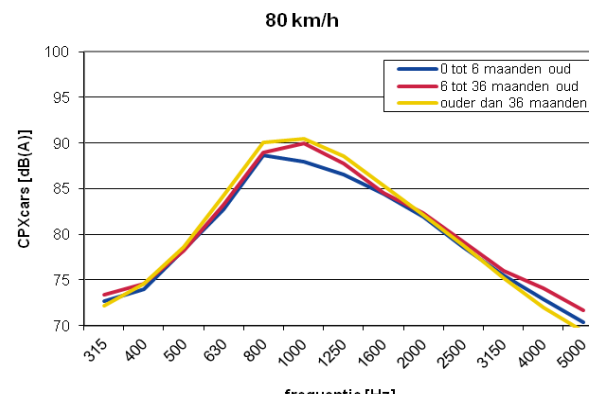
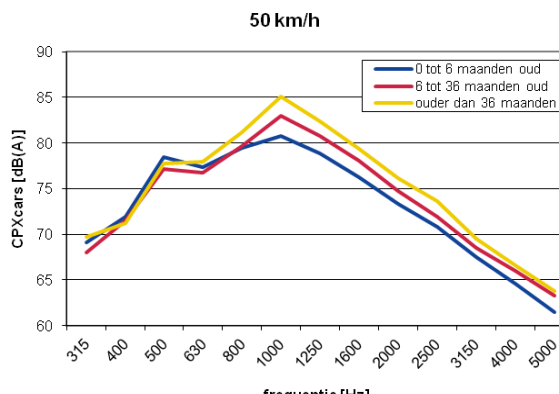
Effect van variatie in de stromingsweerstand is midden- en hoogfrequent zichtbaar.



Variatie in absorptie (=laagdikte) leidt vooral middenfrequent tot effect en binnen een relatief smalle frequentieband.

De fysische parameters welke relevant zijn voor de geluidreducerende eigenschappen van KonwéStil en ZSA-SD zijn vooral stromingsweerstand en absorptie. KonwéStil en ZSA-SD zijn beide min of meer poreus. De porositeit van de producten zorgt voor een verminderde stromingsweerstand. De absorberende eigenschappen komen tot uiting in de geluidspectra boven de 1000 Hz. Omdat de steengradering van de producten 0/6 (2/5) is, worden geen grote verschillen ten gevolge van de oppervlaktetextuur verwacht.

KonwéStil

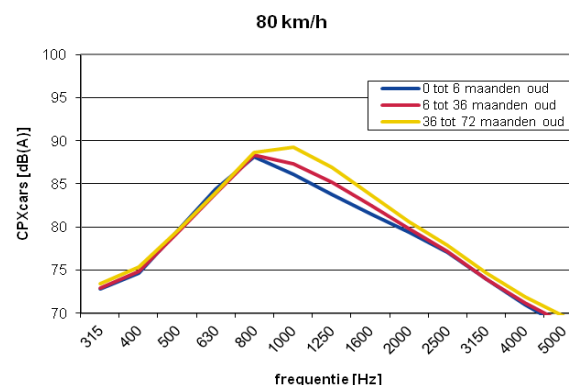
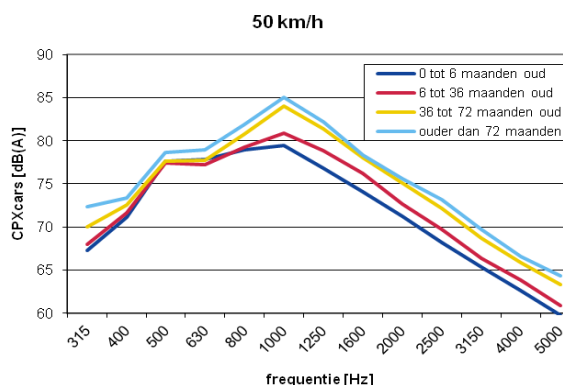


Gemiddelde CPX-spectra van KonwéStil bij 50 km/h (links) en 80 km/h (rechts) kort na aanleg en tijdens de monitoringsmetingen

De toename van de geluidniveaus treedt voor de wegvakken bij 50 km/h vooral op voor alle 1/3 octaafbanden boven de 1000 Hz. Hierbij is dus sprake van veranderingen door een combinatie van absorptie en stromingsweerstand.

Verder valt op dat bij 80 km/h de toename voor de tertsband bij 1000 Hz significant groter is dan van de andere frequenties. Dit wordt dus voornamelijk veroorzaakt door een afnemende absorptie.

ZSA-SD



Gemiddelde 1/3-octavebandspectra van de CPX_{cars} voor ZSA-SD als functie van de leeftijd. Links: resultaten bij 50 km/h. Rechts: resultaten bij 80 km/h.

De toename van de geluidniveaus bij de monitoringsmetingen treedt op voor alle 1/3 octaafbanden boven de 800 Hz. Beneden de 1000 Hz zijn de verschillen structureel kleiner tussen de metingen kort na oplevering en de monitoringsmetingen.

Net als bij KonwéStil worden de veranderingen bij ZSA-SD bij 50 km/h vooral veroorzaakt door de combinatie van absorptie en stromingsweerstand. Wel zijn er bij ZSA-SD grotere verschillen zichtbaar, dan bij KonwéStil. Waarschijnlijk komt dit doordat het percentage holle ruimte van ZSA-SD hoger is en door vervuiling en dichtslibben meer terugloopt.

De toename bij 315 Hz en 400 Hz, bij de 50 km/h spectra, hebben nauwelijks invloed op het overall geluidniveau en zijn dus nauwelijks relevant.

5. Civieltechnische eigenschappen

Regelmatig voert KWS Infra inspecties uit om de onderhoudstoestand van KonwéStil en ZSA-SD vast te stellen. Net als voor ZOAB lijkt rafeling het maatgevende schadebeeld voor deze DGAD.

De ernst en omvang van rafeling van DGAD is echter moeilijk in een hard cijfer uit te drukken, omdat onduidelijk is bij welke categorie asfaltmengsels DGAD moeten worden ingedeeld. Worden de DGAD gezien als Steenmastiëkasfalt, dan moeten ze worden beoordeeld met de inspectiemethodiek volgens CROW-publicatie 146; worden de DGAD gezien als ZOAB-achtige producten, dan kunnen ze beter beoordeeld worden volgens de methodiek uit modelbestek Rijkswaterstaat.

Aangezien KonwéStil en ZSA-SD in het verleden vooral op 50 km/h wegen zijn aangelegd, heeft de beoordeling tot dusver plaatsgevonden volgens de inspectiemethodiek van CROW.

KonwéStil

Wanneer de aangelegde wegvakken met KonwéStil worden beoordeeld, dan is er op geen van de tot dusver aangelegde wegvakken sprake van structurele rafeling. Wel komt op enkele oude wegvakken van meer dan 10 jaar oud, lokaal zeer lichte tot matige rafeling voor in een kleine omvang; vooral bij kruisingsvlakken en zijwegen, waar sprake is van veel wringend verkeer.

Anders dan werd verwacht, blijkt tijdens de uitgevoerde inspecties, dat eventuele reparatie of vervanging van KonwéStil wegvakken nodig is door andere oorzaken dan rafeling.

In deze gevallen is meestal sprake van scheurvorming, als gevolg van scheurdoorgroei vanuit de onderliggende oude asfaltverharding. Omdat veelal onvoldoende herstel van onder- en tussenlagen wordt verricht en het vaak alleen gaat om het aanbrengen van de DGAD op een gefreesd oppervlak.

Uit deze constatering kan worden geconcludeerd dat KonwéStil beter te vergelijken is met Steenmastiëkasfalt dan met ZOAB.

ZSA-SD

Bij beoordeling van schade aan wegvakken met ZSA-SD, blijkt dat rafeling in de meeste gevallen wel de maatgevende schade is. Door een hoger percentage holle ruimte van ca. 13%, is ZSA-SD gevoeliger voor het ontstaan van rafeling dan KonwéStil. Deze heeft een percentage holle ruimte van ca. 9%.

In overeenstemming met het hogere percentage holle ruimte van ZSA-SD is ook de geluidreductie ca. 1 dB(A) hoger dan die van KonwéStil.

Bij de inspecties van de ZSA-SD wegvakken is gebleken, dat er een relatie is tussen de initiële geluidreductie en de mate van rafeling. De wegvakken waarbij de initiële geluidreductie hoger was dan gemiddeld, laten na 5 jaar vaak meer rafeling zien dan de wegvakken waarop een lagere geluidreductie is gemeten.

Ook mag geconcludeerd worden, dat in het grensgebied van de semi-dichte (HR 9-13%) en half open DGAD (HR 14-19%) de gevoeligheid voor het ontstaan van rafeling toeneemt.

6. *Bevindingen monitoring DGAD*

- De monitoringsmetingen voor KonwéStil zijn uitgevoerd gedurende een periode van zeven jaar. Uit deze meetgegevens blijkt dat de afname van de geluidreductie niet snelheidsafhankelijk is en zich lineair lijkt te gedragen. De gemiddelde afname van de geluidreductie per jaar bij 50 en 80 km/h bedraagt ca. 0,5 dB(A).
- Van ZSA-SD zijn veel monitoringgegevens van totaal acht jaar beschikbaar. Uit de langjarige gegevens kan de conclusie worden getrokken, dat de afname van de geluidreductie sneller gaat in de eerste jaren na aanleg dan in de periode daarna. De afname is dus niet lineair. Net als voor KonwéStil bedraagt de gemiddelde afname van de geluidreductie in de periode van 8 jaar, ca. 0,5 dB(A) per jaar, zowel bij 50 en 80 km/h.
- Uit de resultaten van de monitoringsmetingen op KonwéStil en ZSA-SD blijkt de gemiddelde afname van de geluidreductie 0,5 dB(A) te bedragen, ongeacht of er wel of geen rafeling op het wegvak te zien is. De oorzaak van de afname van de geluidreductie ligt dus niet aan het mengsel, maar zal door andere factoren worden veroorzaakt, die buiten de invloedssfeer van de opdrachtnemer vallen.
Gezien de verminderde absorptie in de tijd moet de belangrijkste oorzaak worden gezocht in vervuiling, in het dichtslibben van de poriën van de DGAD.
- Uit de resultaten van geluidmetingen op oude ZSA-SD wegvakken blijkt, dat ook bij gerafelde wegvakken nog steeds sprake is van geluidreductie ten opzichte van het referentiewegdek (nieuw dicht asfaltbeton / AC11 surf). Bovendien neemt het geluidsniveau van het referentiewegdek, enige jaren na aanleg, toe met 1 à 2 dB(A). Daardoor blijft het geluidreducerend effect van ZSA-SD gehandhaafd tot het einde van de civiel technische levensduur.
- KonwéStil heeft weliswaar een lagere initiële geluidreductie dan ZSA-SD, maar door de hogere weerstand tegen rafeling heeft KonwéStil een langere civieltechnische levensduur. Aanbevolen wordt dan ook om in stedelijk gebied, bij toepassing van een DGAD met een geluideis van 3 dB(A) reductie, voor KonwéStil te kiezen in plaats van ZSA-SD (geluidreductie resp. 3,4 dB(A) en 4,3 dB(A) bij 50 km/h). Dus kies zo mogelijk de gulden middenweg!