

Lange-termijn ervaringen met Silent Joint voegovergang

Jan Voskuilen en Frank van Beek
Rijkswaterstaat

Bianca Baetens
SGS INTRON

Samenvatting

Omdat net als in Nederland de ervaring met bitumineuze voegovergangen in Zwitserland niet zo goed waren, zijn door de Zwitserse aannemer RSAG in de negentiger jaren van de vorige eeuw de zogenaamde Silent Joints ontwikkeld. Om de levensduur van bitumineuze voegovergangen te verbeteren worden stalen hoekprofielen op de betonnen ondergrond bevestigd, waartussen stalen veren worden aangebracht. De hoekprofielen zorgen er voor dat tussen het aangrenzende asfalt en de bitumineuze voegvullingsmassa zeer lage trekspanningen ontstaan, waardoor de hechting gewaarborgd blijft. De stalen veren dragen zorg voor een homogene spanningsverdeling in de voegvullingsmassa tussen de hoekprofielen. Door deze verbeteringen werden in Zwitserland levensduren bereikt van wel meer dan 10 jaar. Of deze levensduren in Nederland zouden kunnen worden gehaald, is de vraag want de verkeers- en klimatologische belasting in Nederland zijn anders en in tegenstelling tot Zwitserland is ZOAB in Nederland het standaard deklaagmengsel op het hoofdwegennet.

Om te onderzoeken of met Silent Joints onder Nederlandse omstandigheden ook zulke lange levensduren zijn te behalen, zijn Silent Joints in 2006 als proef ingebouwd in kunstwerken in de A18 en A58. Om de weerstand tegen permanente vervorming te onderzoeken, zijn zgn. MMLS3 (Model Mobile Load Simulator) proeven in situ uitgevoerd op de Silent Joints in de vluchtstrook. Om het gedrag te monitoren zijn in de tijd de Silent Joints visueel geïnspecteerd en zijn geluids- stroefheids- en spoordieptemetingen uitgevoerd. In deze paper wordt verslag gedaan van het uitgevoerde onderzoek in de tijd.

Steekwoorden: Silent Joint, bitumineuze voegovergang, MMLS3, SRT, geluidsmeting

1. Inleiding

Sinds 1990 is Nederland het beleid van Rijkswaterstaat (RWS) om geluidsreducerende deklagen toe te passen op het hoofdwegennet. Meestal wordt (D)ZOAB 16 toegepast en soms ZOAB 11, maar als er meer geluidsreductie nodig is, worden tweelaags ZOAB of tweelaags ZOAB fijn toegepast. Autosnelwegen zijn pas echt stil als de voegovergangen ook stil zijn, want geluidspieken worden door omwoners als zeer storend ervaren. Als er geluidsreductie nodig is, worden vaak bitumineuze voegovergangen toegepast. Deze zijn erg stil, maar hebben slechts een gemiddelde levensduur van 3 jaar, terwijl de levensduur van het omliggende asfalt meer dan 10 jaar is. Hierdoor moet gedurende de levenscyclus van de deklaag tussentijds veel onderhoud worden uitgevoerd aan de bitumineuze voegovergangen, dat door vooral de verkeersmaatregelen hoge kosten met zich meebrengt en zorgt voor verkeersstremmingen. Omdat er vanuit de markt geen of nauwelijks initiatieven kwamen om de levensduur van stille voegovergangen te verbeteren, heeft RWS in het verleden het volgende ondernomen;

In 2008 heeft RWS d.m.v. de prijsvraag Stille Duurzame Voegovergangen [1] de markt uitgedaagd om stille voegovergangen te ontwikkelen, die een ontwerp levensduur hebben van 10 jaar. Drie van de vier prijswinnaars, de prefab Silent Joint, de Brainjoint en de Prismo Joint, worden momenteel succesvol toegepast in Nederland.

Ook heeft RWS in samenwerking met de markt in 2012 de RTD 1007-4 Flexibele voegovergangsconstructies [2] uitgebracht, waarmee flexibele (bitumineus of kunststof bindmiddel) voegovergangsconstructies kunnen worden ontworpen, die stil zijn en een ontwerp levensduur van 10 jaar hebben. Men spreekt hier van voegovergangsconstructie, omdat het hier gaat over een constructie bestaande uit een flexibele voegovergang met aan beide zijden een overgangsbalk.

Al eerder kwamen vanuit Zwitserland positieve berichten over de prestaties van de in de negentiger jaren door RSAG ontwikkelde Silent Joint [3]. Om te onderzoeken of de Silent Joint een oplossing zou kunnen zijn voor de problemen met bitumineuze voegovergangen in Nederland heeft RWS in 2006 het initiatief genomen hier onderzoek naar te doen. De vraag was of in Nederland ook levensduren van meer dan 10 jaar kunnen worden gehaald met de Silent Joint, want er is een aantal verschillen tussen Nederland en Zwitserland. Zo is de verkeersbelasting in Nederland veel hoger, is het klimaat anders en worden in Nederland open deklagen toegepast in plaats van dichte deklagen.

Op twee verschillende locaties, de A58 nabij Breda met een hoge verkeersbelasting, en de A18 nabij Doetinchem, lage verkeersbelasting maar met een kruisingshoek van 45°, zijn in totaal 6 Silent Joints ingebouwd en is het gedrag in de tijd intensief gemonitord. De inbouw van de Silent Joints is intensief gevolgd en in de tijd zijn visuele inspecties uitgevoerd en zijn stroefheids-, spoordiepte en geluidsmetingen uitgevoerd. Om versneld een uitspraak te kunnen doen over de duurzaamheid en of de aansluiting op ZOAB tot problemen zou leiden, zijn direct na het inbouwen door het Zwitserse EMPA in-situ proeven uitgevoerd met de zgn. Model Mobile Load Simulator (MMLS3) bij 30°C. Omdat de A58 een veel hogere verkeersbelasting heeft dan de A18, wordt in deze paper alleen verslag gedaan van de belangrijkste bevindingen in 9 jaar tijd met de Silent Joints op de A58 en wordt ingegaan op het voorspellend vermogen van de MMLS proef voor de duurzaamheid.

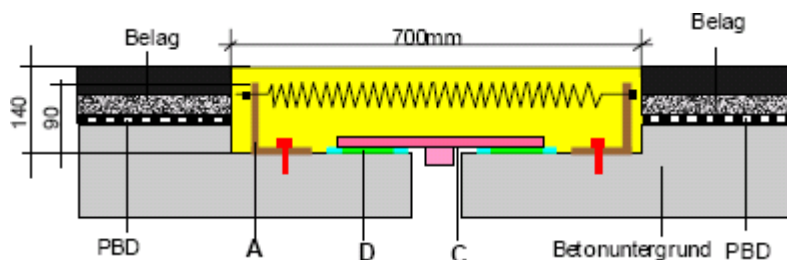
2. Beschrijving Silent Joint

De Silent Joint is een innovatieve bitumineuze voegovergang, die door de Zwitserse aannemer RSAG is ontwikkeld. Afhankelijk van de uiterste rektoestand zijn de volgende Silent Joints ontwikkeld, de Silent Joint 500, 700 en 900 van resp. 50, 70 en 90 cm breed, die horizontale rekken kunnen opnemen tot resp. 50, 70 en 100 mm. In Nederland is het patent t.b.v. Silent Joints gekocht door Salverda.

In figuur 1 is een schematische schets weergegeven van de Silent Joint 700. Tussen twee stalen L-profielen zijn stalen spiraalveren gespannen, die er voor zorgen dat de spanningen in de breedte van de voegovergang homogeen worden verdeeld. Hierdoor zal er geen scheurvorming optreden ter plaatse van de dilatatievoeg, waar de grootste rekken optreden. Door de L-profielen zullen er ook geen grote trekspanningen optreden ter plaatse van de flanken zodat daar geen onthechting zal optreden. Als aggregaat worden in de Silent Joint Electro Oven Slakken (EOS) toegepast en Villas EBD als bindmiddel. De afstrooilaag bestaat uit Basalt edelsplit 2/6.

Het inbouwproces van de Silent Joint bestaat uit de volgende stappen:

1. Indien geen nieuwbouw, wordt eerst de bestaande (oude) voegmassa uitgebroken en wordt het onderliggende beton zonodig hersteld/bijgewerkt.
2. De ondergrond wordt met hete lucht gereinigd en de stalen hoekprofielen worden maatvast gemonteerd.
3. Een stalen onderplaat wordt op de dilatatie gelegd, afgedekt met een scheidingsmat en afgegoten met rubberbitumen.
4. Aanbrengen en spannen van de spiraalveren tussen de hoekprofielen.
5. De voegvulling bestaande uit (voorumhulde) EOS en rubberbitumen wordt laagsgewijs (meestal in 3 lagen) aangebracht.
6. Het aanbrengen van een afwerklaag tot een naadloze voegovergang.
7. Als laatste wordt t.b.v. de stroefheid het oppervlak afgestrooid met Basalt edelsplit 2/6.



Figuur 1. Voorbeeld van de Silent Joint

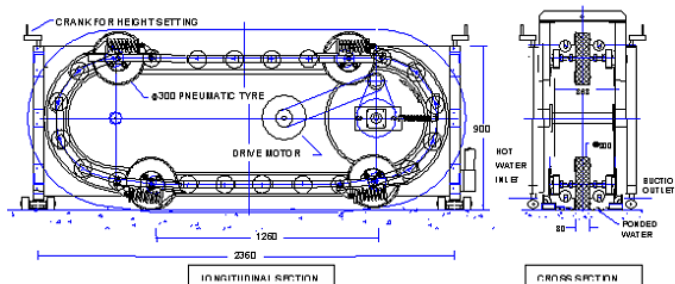
3. Onderzoeksopzet

De hogere Nederlandse verkeersbelasting zou mogelijk kunnen leiden tot teveel permanente vervorming (spoorvorming) in de Silent Joints. Ook zou het ZOAB, dat zich aan beide zijden van de Silent Joint bevindt een risico kunnen vormen. Door de verkeersbelasting zou het flexibele bindmiddel in de holle ruimte van het ZOAB kunnen dringen of zou het steenskelet van ZOAB kunnen bezwijken in de interface door ontbreken van zijdelings ondersteuning. In beide gevallen

zou er permanente vervorming kunnen ontstaan. Om deze risico's te onderzoeken en om een gevoel te krijgen over de potentiële levensduur zijn direct na inbouwen in situ proeven uitgevoerd met de MMLS3. De MMLS3 is speciaal ontwikkeld om versneld mechanische belastingen te kunnen aanbrengen op zowel bitumineuze constructies in het lab als in de praktijk. In figuur 2 is schematisch weergegeven, dat de MMLS3 bestaat uit een solide stalen frame (2400 mm x 600 mm x 1150 mm) en 4 verstelbare poten. De belasting wordt aangebracht door 4 wielen met luchtbanden (300 x 80 mm), die op een band zijn gemonteerd en in een richting worden bewogen door een ronddraaiende ketting zoals bij een kettingzaag. De snelheid van de banden is 9 km/uur. De wielbelasting kan variëren tussen 1,9 en 2,7 kN, met bandenspanningen tussen 560 en 800 kPa. In tabel 1 worden de aangehouden proefcondities weergegeven.

Tabel 1. MMLS3 proefcondities.

MMLS3 test condities Diameter wiel	300 mm
Bandenspanning	600 kPa
Aslast	2,1 kN
Proefsnellheid	78 m/s (120 wielpassages per minuut)
Versporing wielen	nee
Proeftemperatuur	30°C ± 2°C (op 20mm afstand van het oppervlak van de voegovergang)
Profiel diepte metingen	Met een profilometer op 3 verschillende locaties profiel dieptes na 0, 600, 1800, 2400, 3600, 6000 wielpassages



Figuur 2. Schematische tekening van de MMLS3

De MMLS3 metingen zijn uitgevoerd op de vluchtstroken van de A58 Daesdonk direct na het inbouwen van de Silent Joints. Zie voor meer details over de MMLS3 [4]. Om de test temperatuur op 30°C ± 2°C op 20 mm onder het voegovergangoppervlak te houden was een tent over de MMLS3 gebouwd, die werd verwarmd met een blower. De spoordiepte werd op 3 plaatsen gemeten met een zogenaamde Electronic Transverse Profilometer: in het midden van de voegovergang en 5 cm voor en na de overgang in ZOAB. De profiel dieptes werden gemeten na 0, 600, 1200, 2400, 3600, 6000 wielpassages.

4. Gegevens proeflocatie A58

4.1 Locatie A58 nabij Breda (Daesdonkbrug)

Het kunstwerk (lengte x breedte per brug is 27 m x 14,88 m) is gelegen in een 2-baans autosnelweg met 2 rijstroken en een vluchtstrook per rijbaan. De 4 voegovergangen liggen haaks op de rijrichting. Deze locatie is gekozen omdat wegens vroegtijdige schade aan de bestaande bitumineuze voegovergang bijna jaarlijks onderhoud gepleegd moest worden. Op deze locatie zijn in 2006 4 Silent Joint 500 voegovergangen ingebouwd en is voor, op en na de brug ZOAB 16 aangebracht. Om voor een oplossing te zorgen bij mogelijk vroegtijdige schade als gevolg van de interactie tussen de Silent Joint en ZOAB, is bij één voegovergang de holle ruimte van het ZOAB 2 m voor en 2 m achter de Silent Joint gevuld met een cement slurry (Densith). Het doel hiervan was om de interface tussen ZOAB en de Silent Joint robuuster te maken en het ZOAB een nog hogere weerstand tegen permanente vervorming te geven.

4.2 Verkeersbelasting op proeflocatie A58

De A58 is een van de zwaarst belaste wegen van Nederland, omdat hier veel vrachtverkeer is vanuit zowel de Rotterdamse en Antwerpse havens richting Roergebied. Ca. 15% van de voertuigen is vrachtverkeer. In tabel 2 is de verkeersbelasting voor vrachtverkeer t.p.v. Daesdonk weergegeven van 2007 t/m 2015.

Tabel 2. Verkeersbelasting A58 Daesdonk in de periode van 2007 t/m 2015.

Jaar	HR Links		HR Rechts	
	Gem. Aantal zware vrachtvoertuigen per weekdag	Aantal zware vrachtvoertuigen per jaar (Nobs)	Gem. Aantal zware vrachtvoertuigen per weekdag	Aantal zware vrachtvoertuigen per jaar (Nobs)
2007	4888	1784120	4511	1646515
2008	4917	1794705	4531	1784120
2009	6264	2286360	7853	2866345
2010	5179	1890335	6263	2285995
2011	6671	2434915	6521	2380165
2012	6218	2269570	6366	2323590
2013	6292	2296580	5977	2181605
2014	5741	2095465	5674	2071010
2015	5890	2149850	6032	2201680
gemiddeld	5784	2111322	5970	2193447

5. Uitgevoerde metingen en visuele inspecties

Op het kunstwerk Daesdonk zijn in de tijd de volgende metingen uitgevoerd:

1. MMLS3 metingen direct na inbouwen op de vluchtstrook op zowel de normale Silent Joint en ZOAB als op de Silent Joint en het ZOAB, waarbij het ZOAB was gevuld met cement slurry.

2. Geluidsmetingen op dezelfde wijze als de RTD 1007-3 na inbouwen, na een half jaar, na een jaar en na 5 en na 9 jaar. De RTD 1007-3 bestond toen nog niet.
 3. Spoordieptemetingen met laser (zie [4]) in de Silent Joint en in het ZOAB 5 cm voor en na de Silent Joint
 4. Stroefheidsmetingen met de Skid Resistance Test (SRT) na 5 en 9 jaar.
 5. Visuele inspecties zijn uitgevoerd na het inbouwen, na een half jaar, na 1, 2, 5 en 9 jaar.
- Ook zijn het eerste jaar temperatuurmetingen in de Silent Joints uitgevoerd en zijn bewegingen van het kunstwerk in XYZ richting gemeten, zie voor info [5].

6. Resultaten

6.1 MMLS3 in situ metingen

Voor uitgebreidere resultaten betreffende de MMLS3 metingen wordt verwezen naar [4]. In tabel 3 worden als voorbeeld de gemeten gemiddelde spoordieptes weergegeven na 6000 wielpassages van de 2 Silent Joints op zuidelijke rijbaan van de A58, waar bij één Silent Joint de holle ruimte van het ZOAB 2 m voor en na de voegovergang was gevuld met cement slurry. De resultaten op de noordelijke rijbaan waren in dezelfde orde van grootte.

Tabel 3. Resultaten MMLS3 metingen zuidelijke rijbaan, rechter rijstrook.

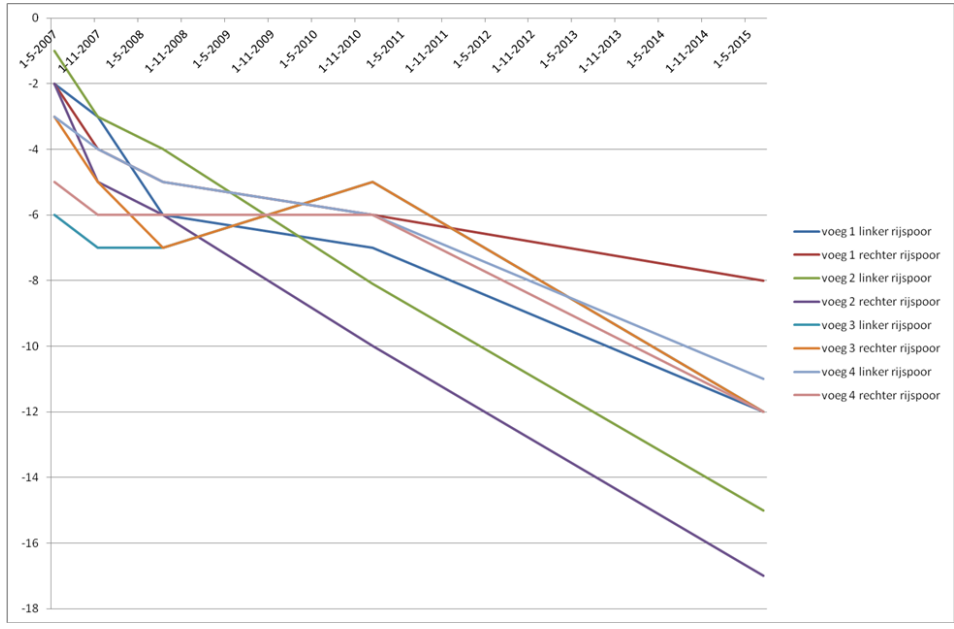
Maximum spoordiepte na 6000 wielpassages (mm) (n=4)					
Silent Joint (SJ)			Silent Joint, waarbij ZOAB is gevuld met cement slurry		
Midden in SJ	In SJ 7 cm voor flank	In ZOAB 7 cm achter flank	Midden in SJ	In SJ 7 cm voor flank	In ZOAB 7 cm achter flank
-2,91 mm	-3,08	-1,26	-3,20	-3,41	-0,62

6.2 Spoordieptemetingen in de praktijk

In figuur 3 zijn de gemeten spoordiepten in de linker en rechter rijspoor weergegeven van de 4 voegovergangen. In tabel 4 zijn als voorbeeld de gemeten gemiddelde spoordiepten weergegeven van het ZOAB in de rijsporen van de rechterrijstrook en van de Silent Joints op de zuidelijke rijbaan van de A58.

Tabel 4. Resultaten spoordieptemetingen in mm van Silent Joints en ZOAB op zuidelijke rijbaan.

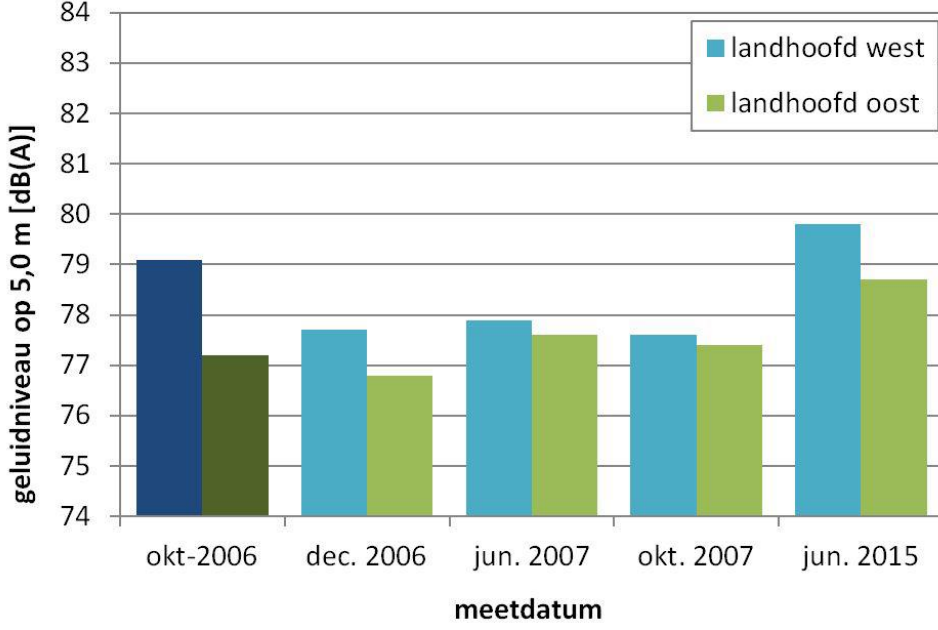
	Silent Joint met onge vulde ZOAB				Silent Joint met gevulde ZOAB			
	Silent Joint		ZOAB		Silent Joint		Gevulde ZOAB	
	Dal	piek-dal	dal	piek-dal	dal	piek-dal	dal	piek-dal
Mei 2007	5	9	5	10	6	10	5	8
Nov 2007	6	9	3	8	7	10	5	10
Aug 2008	6	10	4	8	7	8	4	9
Jan 2011	6	11	4	9	5	7	5	10
Juli 2015	12	12	12	12	12	12	8	11



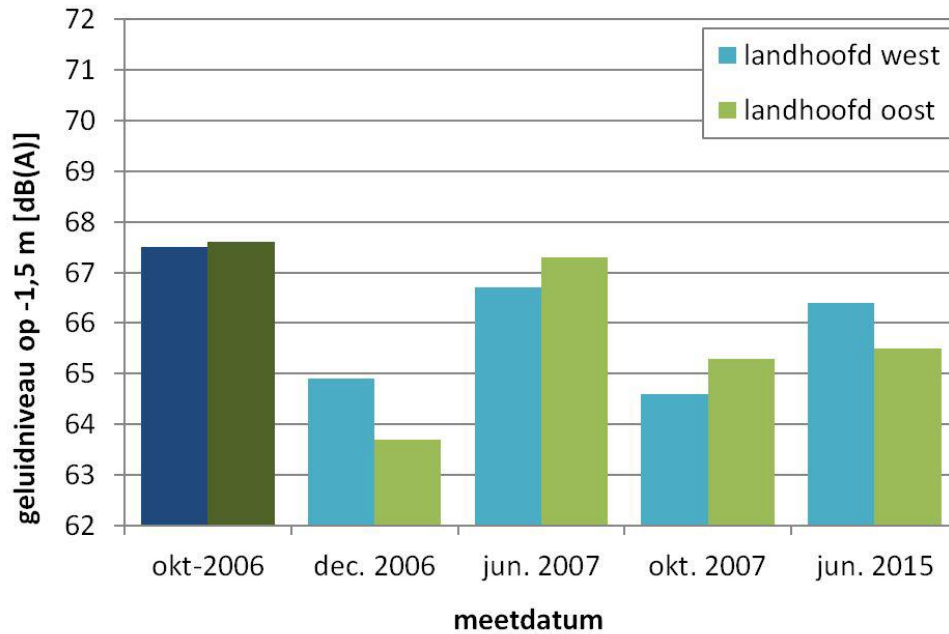
Figuur 3. Resultaten van spoordieptemetingen in de tijd.

6.3 Geluidsmetingen

In de figuren 4 en 5 zijn de resultaten van de geluidsmetingen in de tijd op de noordelijke rijbaan weergegeven voor resp. lichte en zware motorvoertuigen. De geluidsniveaus zijn gemeten op 5,0 m boven het wegdek voor lichte motorvoertuigen (110 km/u) en 1,5 m onder het brugdek voor zware motorvoertuigen (80 km/u). Er zijn telkens 2 Silent Joints. In 2006 is de geluidsreductie van de oude bitumineuze voegovergangen gemeten.



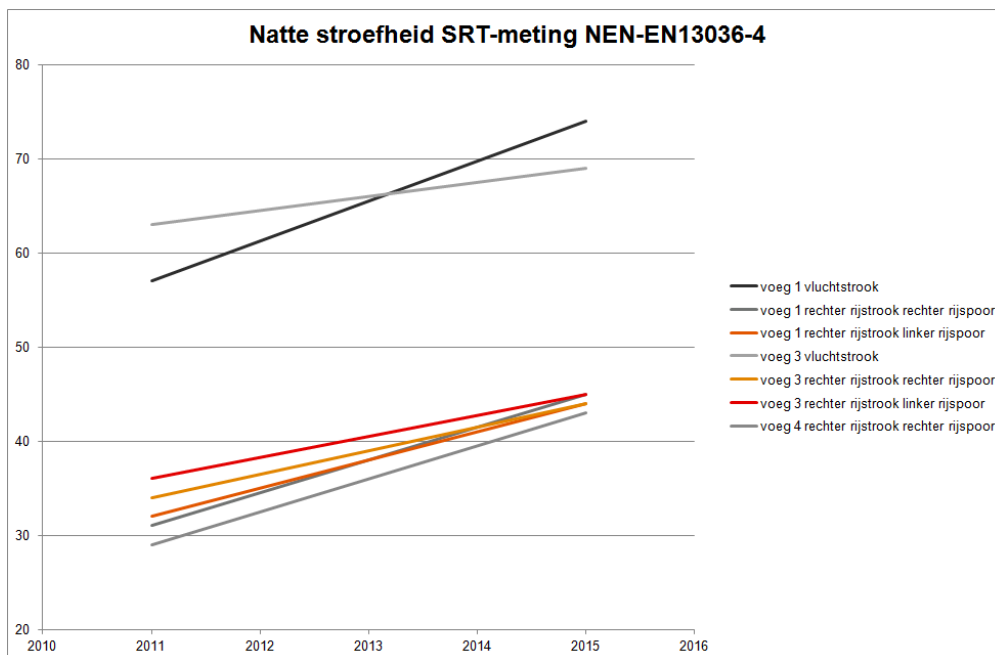
Figuur 4. Geluidsniveaus van Silent Joints in westelijke richting voor lichte motorvoertuigen.



Figuur 5. Geluidsniveaus van Silent Joints in westelijke richting voor zware motorvoertuigen.

6.4 Stroefheid

In 2011 en 2015 is met SRT de stroefheid van de Silent Joints gemeten. De resultaten zijn weergegeven in figuur 6.



Figuur 6. Resultaten van SRT stroefheidsmetingen in de tijd.

6.5 Visuele inspecties

Tot 2014 was er niets bijzonders te vermelden n.a.v. de visuele inspecties. In 2015 zijn bij de visuele inspecties van de 4 Silent Joints op de A58 de volgende schadebeelden geconstateerd. Bij de voegovergangen 1 en 2 (noordzijde A 58) zijn de voegflanken intact en is onder strijklicht de spoorvorming beter zichtbaar dan in 2011. Lokaal is er bitumen uit de voegovergang gereden.

Bij de voegovergangen 3 en 4 (zuidzijde A 58) zijn lokaal de voegflanken onthecht. Bij voegovergang 4 is op circa 5 cm in de voegovergang vanaf de flank een scheur zichtbaar. Dit is ter plaatse van het hoekprofiel van de Silent Joint. Deze scheur leidde tot lekkage.

Door de geconstateerde schade is geen direct gevaar ontstaan, maar maatregelen op korte termijn zijn gewenst.

7. Interpretatie meetresultaten

7.1 MMLS3 metingen

Uit de in situ uitgevoerde MMLS3 proeven uitgevoerd direct na het inbouwen van de Silent Joints blijkt dat de spoordiepte in gevuld ZOAB na 6000 wielpassages iets minder is dan die van gevuld ZOAB. Het vullen van de holle ruimte van ZOAB met cement slurry levert dus in eerste instantie een verbetering op van de weerstand tegen permanente vervorming. Uit spoordiepte metingen na 9 jaar, blijkt dat de spoorvorming van het gevulde ZOAB op hetzelfde niveau zit als het ongevulde ZOAB. Mogelijk komt dit omdat de ontwerp holle ruimte van ZOAB 16-20% is terwijl het ZOAB voor een combinatiedeklaag een ontwerp holle ruimte moet hebben van 25%. Uit CT scans is gebleken dat door de lagere holle ruimte het ZOAB niet geheel is gevuld met cement slurry (zie figuur 7). De holle ruimte (zwart in CT scans) in de hoogte varieerde van 1 tot 13%. Mogelijk zijn door verkeersbelasting de cement hechtbruggetjes in de tijd gebroken en heeft dit geen bijdrage kunnen leveren aan het verbeteren van de weerstand tegen permanente vervorming.



Figuur 7. CT scans van gevulde ZOAB. Van links naar rechts: 0, 5, 10, 20, en 30 mm onder het oppervlak van ZOAB.

De Silent Joints op de A58 locatie hebben in de in situ uitgevoerde MMLS3 metingen spoordiepten tussen de 2,91 en 3,20 mm. Tijdens de MMLS3 metingen is vastgesteld dat er naast de spoorvorming in de interface tussen ZOAB en Silent Joints geen andere schade is opgetreden.

7.2 Spoordieptemetingen in de praktijk

Het is bijzonder dat na 9 jaar de Silent Joints op zo'n zwaarbelaste weg nog steeds voldoen aan de eis van maximaal 18 mm spoordiepte. Op minder zwaarbelaste wegen, zal ook de spoordiepte minder zijn.

7.3 Relatie tussen MMLS3 en spoordieptemetingen

Door interpolatie van de gemeten spoordieptes in 9 jaar tijd met de gevonden spoordiepte in de MMLS3 proef, kan worden vastgesteld met hoeveel jaar praktijkgedrag 6000 wielovergangen bij 30°C met de MMLS3 overeen komt. Dit levert een grove indicatie op, want de MMLS3 metingen zijn uitgevoerd op vers materiaal, terwijl het bindmiddel in de praktijk verouderd onder invloed van UV en chemische processen (oxidatie). Ook is er een verschil in temperatuur, de MMLS3 proeven worden bij een constante temperatuur uitgevoerd, terwijl de temperaturen in de praktijk sterk kunnen variëren per 24 uur en seizoen. Onder deze condities komen 6000 MMLS3 wielbelastingen grofweg overeen met nog geen jaar praktijkbelasting.

7.4 Geluidsmetingen

De geluidsproductie mag conform de eisen uit de RTD 1007-3 voor lichte motorvoertuigen bij 110 km/uur boven het wegdek 85 dB(A) zijn en voor zware motorvoertuigen bij 80 km/uur onder het brugdek 73 dB(A). Uit de resultaten van de geluidsmetingen blijkt dat zelfs na 9 jaar de gemeten geluidsniveaus van de Silent Joints voegovergangen ruim aan de geluidseisen voldoen.

7.5 Stroefheid

Er zijn geen stroefheidsmetingen beschikbaar van direct na aanleg en de eerste jaren, maar uit ervaring met de Prijsvraag Stille Duurzame Voegovergangen bleek dat de prefab Silent Joint inbouwen een SRT waarde had van gemiddeld 84. Na 1 jaar was de stroefheid gedaald tot 45 en na 2 jaar was de stroefheid gemiddeld 48 (gemeten in rechter rijspoor). Uit metingen van 2011 op de A58 Silent Joints bleek dat deze niet meer aan de minimale eis van 45 voor de stroefheid voldeden. Vanaf 2011 tot 2015 stijgt de stroefheid weer naar een waarde van ca. 45. Een mogelijke verklaring hiervoor is als volgt; Bij aanvang is de stroefheid zeer hoog als gevolg van het afstrooien van de afwerklaag. In de loop der tijd wordt het afstrooimateriaal onder invloed van verkeer in de Silent Joint gedrukt of onthecht. Door het verdwijnen van het afstrooimateriaal en de slijtage van de afwerklaag daalt de stroefheid in de eerste jaren na aanbrengen. Op een bepaald moment rijdt het verkeer weer over het afstrooimateriaal en/of de electro oven slakken en wordt de Silent Joint weer stroever. Bij het meeste grove toeslagmateriaal neemt de stroefheid af door polijsten, maar hier speelt kennelijk een ander mechanisme een rol.

7.6 Combinatiedeklaag

Ter plaatse van een Silent Joint op locatie Daesdonk is het standaard ZOAB 2 m voor en 2 m na de voegovergang gevuld met een cement slurry uit voorzorg voor mogelijke problemen in de interface Silent Joint/ ZOAB. Op deze wijze is een soort combinatiedeklaag verkregen, die bij aanvang stabiel is. Uit het onderzoek bleek deze zorg voor schade ongegrond, want uit zowel MMLS3 metingen als uit visuele inspecties van praktijkgedrag zijn geen problemen naar voren gekomen.

Op de lange termijn bleek de gevulde ZOAB net zo spoorvormingsbestendig als de niet-gevulde ZOAB, dus het vullen van de holle ruimte van ZOAB 16 op deze wijze heeft geen meerwaarde. Om toch een positief effect te bereiken, zou een echte combinatie deklaag moeten worden aangebracht, waarbij het te vullen ZOAB een ontwerp holle ruimte heeft van 25%. Ook zijn met de prijsvraag Stille Duurzame Voegovergangen goede ervaringen opgedaan gietasfalt overgangsbalken.

7.7 Visuele inspecties

Uit visuele inspecties is gebleken dat er na 9 jaar wel enige schade is ontstaan in de vorm van beperkte flankschade en een scheur in de Silent Joint. Deze schade belemmert echter niet het functioneren van de Silent Joints en heeft geen gevolgen voor de veiligheid. Bovendien is deze schade reparabel. De scheur kan ter plaatse worden verwijderd en er kan nieuw voegvulmateriaal worden teruggebracht. Ook kan de bovenste 2 cm van de Silent Joints worden afgefreesd en kan weer 2 cm nieuwe voegvulmassa worden teruggebracht. Door deze reparatie zouden de Silent Joints nog jarenlang weer goed kunnen presteren. Met deze reparatie worden de flanken hersteld, kan de scheur worden gerepareerd en voldoet de Silent Joint weer aan de stroefheidseis.

8. Conclusies en aanbevelingen

8.1 Conclusies

Na 9 jaar onder zware verkeersbelasting voldoen de onderzochte Silent Joint voegovergangen ruim aan de geluidseisen.

Op basis van de Zwitserse ervaringen, de MMLS3 metingen en de gemeten spoorvorming in 9 jaar en de visuele inspecties mag verwacht worden dat de onderzochte Silent Joints een levensduur hebben van 10 jaar, wat veel langer is dan de gemiddelde levensduur van bitumineuze voegovergangen.

De MMLS3 en spoordieptemetingen in de tijd laten zien dat:

- het ZOAB een goede weerstand heeft tegen permanente vervorming
- het ZOAB gevuld met cement slurry in het begin iets beter acteert maar later hetzelfde
- er geen schade is geconstateerd in de interface tussen ZOAB en voegovergang.

Grofweg komen 6000 wielovergangen met de MMLS3 bij 30°C overeen met nog geen jaar praktijkbelasting.

8.2 Aanbevelingen

Voer tussentijds onderhoud uit aan de Silent Joints door 2 cm van de bovenzijde van de Silent Joint te vervangen.

Pas mogelijk een ander afstrooi- en/of grof toeslagmateriaal of een andere toplaag toe om de stroefheid gedurende de gehele levensduur te verbeteren.

Referenties

1. Booij N, Elbersen B, Prost A. en Voskuilen J. RWS rapportnr. DVS 0612VH2164. Stille Duurzame Voegovergangen, Resultaten van de prijsvraag, juni 2012
2. RTD 1007-4. Richtlijn voor flexibele voegovergangsconstructies, 2012
3. M. Partl, S. Hean en L. Poulikakos. Asphaltic Plug Joint Characterization and Performance Evaluation. 9th ISAP Conference, Kopenhagen 2002
4. Voskuilen J, Booij N. en Baetens B. Paper CROW Infradagen 2008: Ervaringen met Silent Joint voegovergangen in Nederland
5. M. Eijssen en B. Baetens. Eindrapport Monitoring van 'Silent Joints' en bitumineuze voegovergangen op de A18 & A58. INTRON 2008.