

Een stiller wegdek door geoptimaliseerde textuur

Ronald van Loon
M+P – raadgevende ingenieurs bv

Rudi Dekkers
InfraLinQ/KWS Infra

Samenvatting

De oppervlaktetextuur van een wegdek heeft een directe relatie met rolgeluid van het wegverkeer. KonwéCity is een voor textuur geoptimaliseerde dunne deklaag en heeft hierdoor goede akoestische eigenschappen.

Bij een CPX-meting wordt het rolgeluid op een wegdek over de gehele lengte vastgelegd. Door gelijktijdig het hoogtepfiel van het wegdek met een laserprofilometer te meten, kan de directe relatie tussen het rolgeluid en de oppervlaktetextuur worden vastgelegd. Hiervoor zijn niet enkel de klassieke textuurparameters als *MPD* en *RMS* relevant maar wordt vooral gekeken naar de *Skewness* (scheefheid) van het textuurprofiel en het textuurspectrum. Voor het product KonwéCity is op deze manier op meerdere locaties in Nederland de relatie gelegd tussen het rolgeluid en de textuur.

Het koppelen van de textuur aan het rolgeluidniveaus biedt nog meer onderzoeksmogelijkheden. Zo kan gemonitord worden hoe slijtage van het wegdek (zoals steenverlies) van invloed is op het rolgeluid. Tevens bieden de vastgestelde textuurparameters inzicht in de rolweerstand van het wegdek. Een voor textuur geoptimaliseerd wegdek zoals KonwéCity is daardoor niet alleen een stil maar ook nog eens een energiezuinig wegdek.

stil wegdek, textuur, CPX-meting, geluidreductie

1. Inleiding

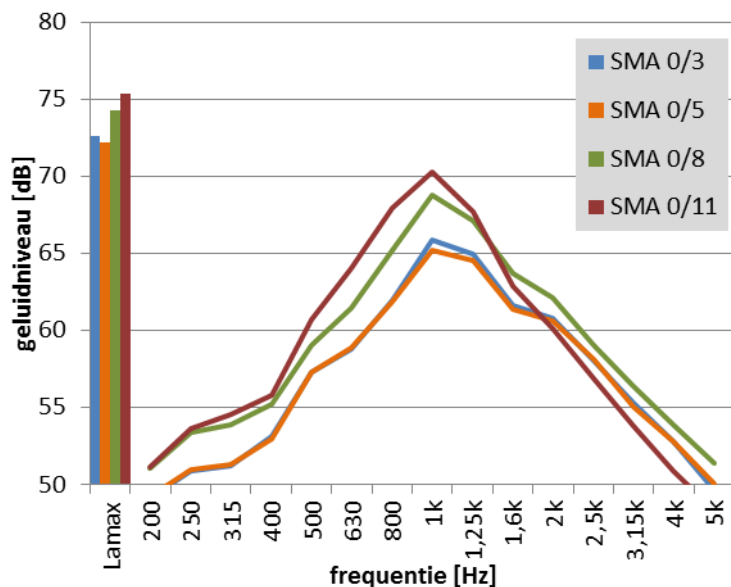
Op veel plaatsen in Nederland zijn stille wegdekken toegepast. Om een wegdek stil te maken, heeft het asfaltmengsel bij voorkeur een fijnere steengradering en is in zekere mate poreus. Het verhogen van het percentage holle ruimte van een asfaltmengsel leidt, bij de juiste laagdikte, tot meer geluidreductie. Het is zelfs zo dat een wegdek pas echt stil wordt door goede absorberende eigenschappen. ZOAB en tweelaags ZOAB zijn daar goede voorbeelden van. Echter kleven er ook nadelen aan asfaltmengsels met veel holle ruimte. Er is minder weerstand tegen wringende verkeersbelastingen en in winterse omstandigheden zijn deze wegdektypen gevoelig voor schade. Het toepassen van stille (poreuze) wegdekken leidt in de regel tot een hogere onderhoudscyclus, zeker in stedelijke toepassingen. Het is niet zo dat om die reden van een stil wegdek kan worden afgezien, want het nemen van geluidmaatregelen is niet geheel vrijblijvend. Vaak is er een wettelijke verplichting om het wegverkeersgeluid te reduceren en in Nederland heeft het reduceren van geluid bij de bron de voorkeur.

Wegbeheerders worstelen met het kleiner worden van hun onderhoudsbudgetten aan de ene kant en aan de andere kant met de verplichting om door het aanleggen van stille wegdekken iets te doen aan de hinder van wegverkeersgeluid. Er is een sterke behoefte aan geluidarme wegdektypen waarbij het risico op voortijdig optredende schade klein is. Om die reden is het geluidarme wegdekproduct KonwéCity ontwikkeld. Dit wegdektype heeft met percentage holle ruimte van 7% een lagere porositeit dan van ZOAB of dunne geluidreducerende deklagen (>20% HR en >10% HR). De beoogde geluidwinst dient te worden behaald door de optimalisatie van de textuureigenschappen.

2. Oppervlaktetextuur en rolgeluid

2.1 Effect van de oppervlaktetextuur op het rolgeluid

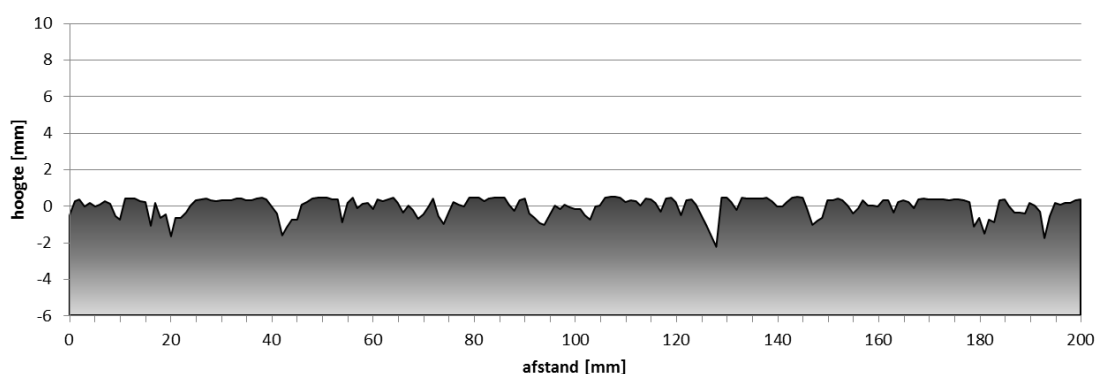
De oppervlaktetextuur van een wegdek heeft een directe relatie met rolgeluid van het wegverkeer. Hoe minder textuur aanwezig is, des te minder de banden in trilling worden gebracht en des te minder geluid de band zal afstralen. Het effect van de oppervlaktetextuur op de geluidemissie wordt bijvoorbeeld duidelijk wanneer we geluidresultaten van SMA-wegdekken van verschillende steengraderingen beschouwen. SMA is namelijk geen poreus mengsel en geluidsabsorberende effecten zijn daarmee uitgesloten. De verschillen in geluidniveau zijn direct een gevolg van de verschillende steengraderingen, ofwel verschillen in oppervlaktetextuur. Figuur 1 geeft de resultaten aan rolgeluidmetingen weer op SMA 0/3, 0/5, 0/8 en 0/11. Het SMA met de grootste steengradering (0/11) heeft de hoogste geluidniveaus. Op de graderingen 0/3 en 0/5 zijn de laagste geluidniveaus gemeten. Wat verder opvalt is dat de verschillen in geluidniveau het grootst zijn voor de frequenties beneden de 1250 Hz. Het is uit onderzoek [1] inmiddels bekend dat de textuureigenschappen enkel de geluidniveaus in het laagfrequente deel van het geluidspectrum beïnvloeden.



Figuur 1. Effect van de steengradering (textuur) op de rolgeluidniveaus.

2.2 Textuurparameters

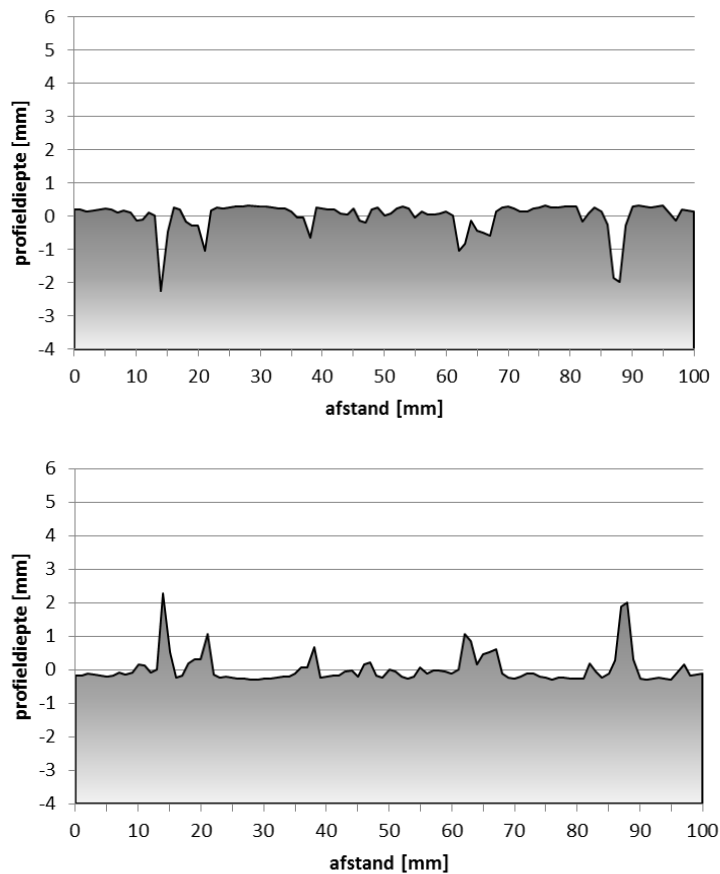
Onder de textuur of ruwheid verstaan we de oneffenheden van een wegdek waarvan de golflengten kleiner zijn dan die van het bandcontactoppervlak. De wegdekttextuur wordt meestal vastgelegd door met een laserafstandsmeter het hoogtepfiel te meten. Binnen de wegenbouw zijn de meest gangbare parameters die de textuurdiepte beschrijven de *MPD* (Mean Profile Depth) en de *RMS* (Root Mean Square) [2]. De textuurdiepte van een asfaltmengsel wordt bepaald door onder andere de steengradering, de mengselsamenstelling en kwaliteit van het aanlegproces.



Figuur 2. Het hoogtepfiel van KonwéCity (gradering 0/8) over 200 mm, gemeten met een laserafstandsmeter.

Hoewel een grovere textuur leidt tot hogere *MPD* en *RMS* en meestal dus ook tot een hoger rolgeluidniveau, beschrijven de *MPD* en *RMS* de geluideigenschappen niet afdoende. In figuur 3 is het hoogtepfiel van een wegdek en de inverse hiervan weergegeven. Een rollende band zal bij het bovenste hoogtepfiel de diepere poriën van een wegdek niet ‘voelen’. In het onderste geval leiden de pieken wel tot een effectieve aanstoting van de band en zal dus veel meer band/wegdekgeluid genereren. Hoewel er sprake is van een zelfde hoogtevariatie is er duidelijk wel een verschil in het effect op geluid. Een parameter die wel

beschrijft of een oppervlak een positieve, dan wel negatieve textuur heeft, is de *Skewness* (scheefheid). Voor een profiel met platte toppen en diepe scherpe dalen heeft de *Skewness* een negatieve waarde (zoals in het bovenste profiel). Voor een vlak profiel met scherpe opwaartse pieken is de *Skewness* positief (onderste profiel).



Figuur 3. Beide hoogteprofielen hebben dezelfde hoogtevariaties maar een verschillende Skewness (scheefheid).

In het onderzoek naar de textuuroptimalisatie zijn op diverse locaties in Nederland proefvakken aangelegd. Op een aantal van deze locaties zijn naast de geluidmetingen ook textuurmetingen uitgevoerd. Aansluitend op het voor textuur geoptimaliseerde wegdek lag er op twee locaties ook een ander (geluidreducerend) wegdektype. Op proeflocatie 1 betreft het asfaltmengsels met een steengradering 0/5. Op proeflocatie 2 gaat het om mengsels met een 0/8 steengradering.

Tabel 1. De traditionele textuurparameters voor verschillende wegdektypen

	wegdektype	MPD [mm]	RMS [mm]	Skewness [-]
Proeflocatie 1	standaard dunne deklaag	0,71	0,57	-1,51
	dunne deklaag geoptimaliseerd voor textuur	0,55	0,44	-1,62
Proeflocatie 2	geluidreducerend SMA-NL 8	1,26	1,00	-1,12
	dunne deklaag geoptimaliseerd voor textuur	0,77	0,67	-1,60

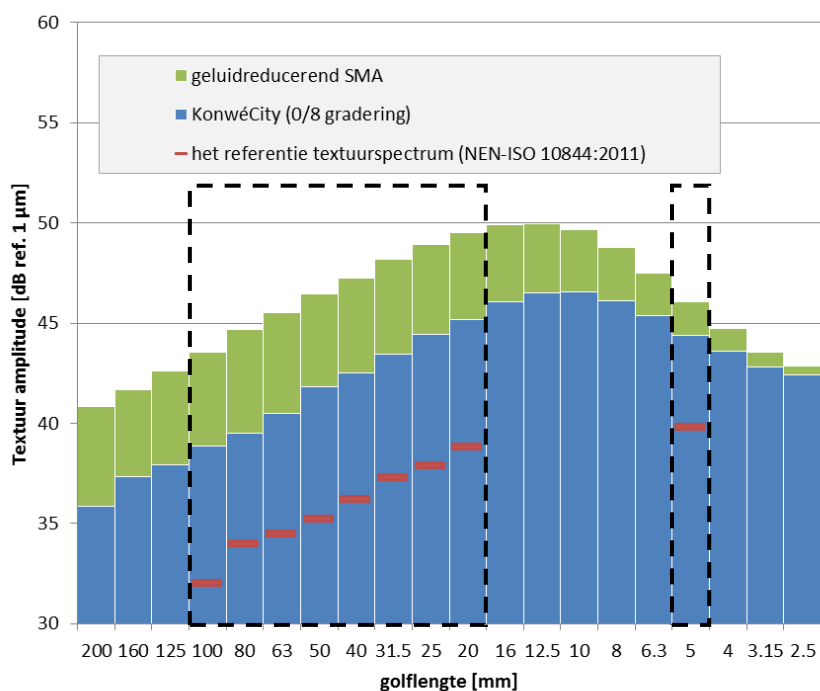
Uit de tabel valt op te maken dat de proefvakken met textuuroptimalisatie ook daadwerkelijk betere textuurparameters kan overleggen ten aanzien van de geluideigenschappen. De MPD, RMS en de *Skewness* heeft voor het proefvak steeds de laagste waarde in vergelijking tot het aanliggende standaard wegdektype. Toch is het geluideffect op basis van deze getallen niet te kwantificeren. Om op basis van textuurvariaties een geluideffect te berekenen, is de zogenaamde END_T bepaald. De berekeningsmethode is omschreven in Annex A van ISO-norm 10844:2011 [3]. Voor proeflocatie 2 is deze berekening in de komende paragrafen verder uitgewerkt.

2.3 Textuurspectrum en de END_T

Om te bepalen of een wegdek een ‘stille’ of ‘lawaaige’ textuur heeft, wordt een hoogteprofiel omgerekend in een textuurspectrum. Met behulp van een Fourieranalyse wordt het profiel van de textuur verdeeld over een reeks opeenvolgende golflengtebanden, het textuurspectrum.

Het textuurspectrum geeft weer wat voor de verschillende golflengtes het aandeel is in het textuurniveau. Het textuurniveau is een maat voor de ruwheid van het wegdekoppervlak, uitgedrukt in decibel ten opzichte van $1 \mu\text{m}$. De piek van het textuurspectrum is bij wegdekoppervlakken sterk gerelateerd aan steengradering. Voor een 0/5 mengsel ligt de piek bij een golflengte rond de 8 mm. Bij een 0/8 gradering is dat bij een golflengte van 12,5 mm.

De textuurniveaus zijn slechts binnen een bepaald golflengtegebied relevant voor rolgeluid. Deze ligt grofweg tussen de 100 en 20 mm. Buiten dit golflengtegebied is er nauwelijks een relatie tussen geluid- en textuurniveau.



Figuur 4. Textuurspectra van de wegvakken op proeflocatie 2. De relevante golflengtegebieden (100-20 mm en 5 mm) voor het berekenen van de END_T zijn omkaderd.

Een vergelijking van het gemeten textuurspectrum en het spectrum van het referentiewegdek, leidt na een berekening (Annex A van de ISO 10844:2011) tot de vaststelling van een END_T (Expected Noise level Difference from Texture level variation of road surface). Het referentiewegdek is een relatief glad en volledig dicht wegdek. Voor de gangbare wegdekken in Nederland zal het textuurspectrum hogere waarden hebben dan die van het referentiespectrum.

In de berekening worden de textuurniveaus van het golflengtegebied 100-20 mm en de golflengteband van 5 mm gebruikt. De END_T geeft een schatting in het verschil van rolgeluidniveau tussen het gemeten wegdek en het referentiewegdek, enkel op basis van textuureigenschappen. Wanneer het textuurspectrum hoger ligt dan het referentiespectrum, dan zal de END_T meer dan 0 dB bedragen, wat betekent dat de rolgeluidniveaus voor deze locatie hoger zullen liggen dan op het referentiewegdek. Op basis van de textuurspectra in figuur 4 mag dus verwacht worden dat de END_T voor beide wegvakken groter is dan 0 dB.

Andere akoestische parameters zoals stromingsweerstand en geluidabsorptie worden in deze berekening niet meegenomen. Het resultaat van de END_T representeert alleen de textuureigenschappen.

3. Koppeling van textuur- en geluidmetingen

Een veel gebruikte meetmethode voor de bepaling van de geluidseffecten van wegdekken is de Close-Proximity (CPX) methode [4]. Bij deze methode wordt in een meettrailer op korte afstand het geluid van een set banden gemeten wanneer deze over het wegdek rolt. Op deze manier wordt inzicht verkregen over het verloop van het geluidsniveau over het wegvak. De methode schrijft voor dat er voor elke weglengte van 20 m een gemiddeld geluidniveau wordt bepaald.

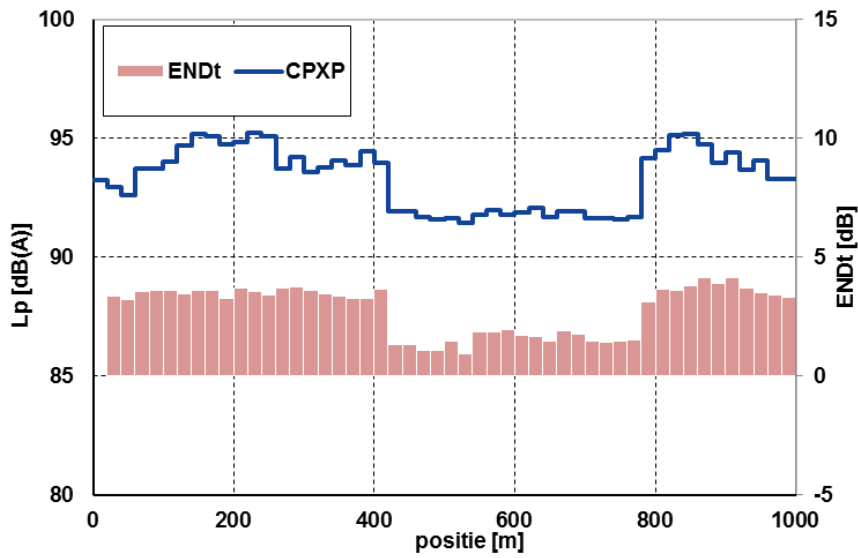
Gelijktijdig met de CPX-metingen wordt met een laserhoogtemeter een langsprofiel bepaald van het wegdek. De horizontale resolutie is afhankelijk van de rijsnelheid, maar is ten minste 1 sample per mm. Om de koppeling tussen de geluid- en de textuurmeting te kunnen maken, moeten de textuurgegevens worden bewerkt tot een getalswaarde per 20 m.



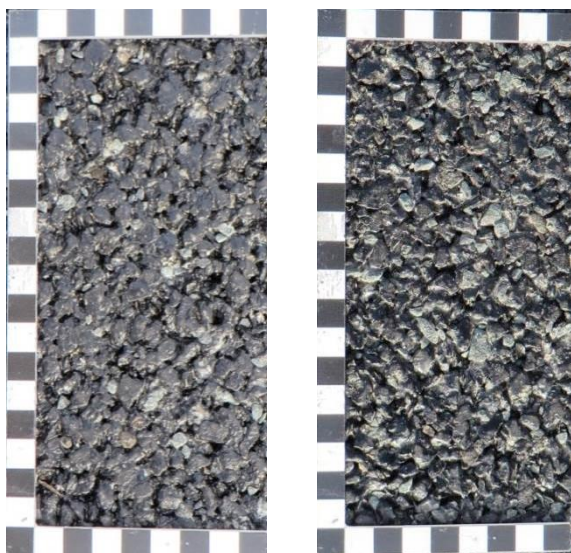
Figuur 5. Links de CPX-meetaanhanger in bedrijf, rechts een laserhoogtemeter gemonteerd op het voertuig

De gemeten textuurprofielen zijn voor deze bewerking opgesplitst in opeenvolgende secties van 20 m. Voor elk van deze secties is het textuurspectrum bepaald en vervolgens de END_T berekend.

In onderstaand figuur is voor een wegvak van 1 km lengte voor elke sectie van 20 m het CPX-niveau en de END_T vastgesteld. Het betrof een wegvak met geluidreducerend SMA-NL 8, onderbroken door het voor textuur geoptimaliseerde wegdek, KonwéCity.

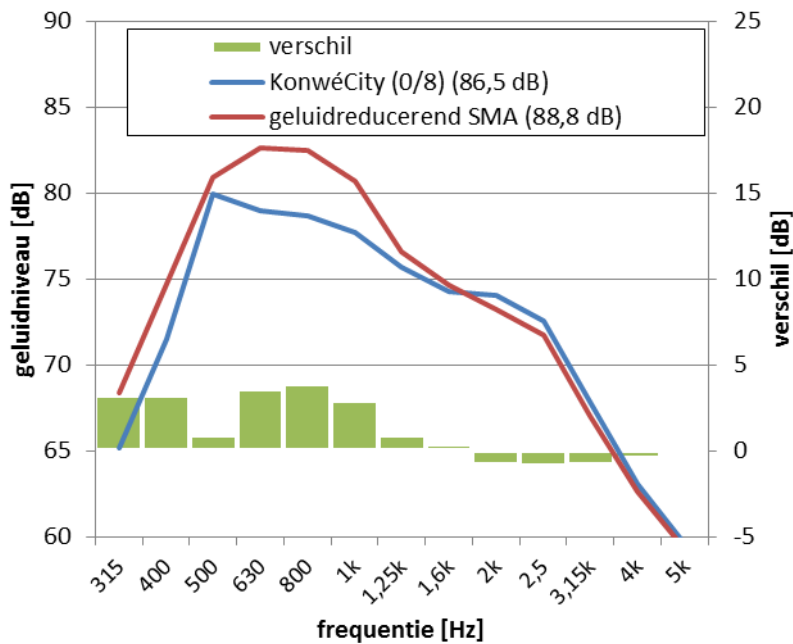


Figuur 6. Het geluidniveau als functie van de afstand (blauw) en de bijbehorende END_T (in rood) voor het geluidreducerend SMA-NL 8 en het voor textuur geoptimaliseerde KonwéCity mengsel (tussen 420 m en 780 m) (rood).



Figuur 7. Links een detailfoto van het voor textuur geoptimaliseerde 0/8 mengsel KonwéCity, rechts het geluidreducerende SMA-NL 8.

De lagere rolgeluidniveaus op het KonwéCity zijn volgens de bepaling van de END_T volledig toe te schrijven aan de goede textuureigenschappen. Om deze constatering te kunnen onderschrijven is bij de CPX-resultaten tevens gekeken naar de spectrale verdeling van de geluidniveaus. In figuur 8 zijn de gemiddelde 1/3 octaafbandspectra weergegeven van de CPX-meting aan beide wegvakken. De verschillen in geluidniveau manifesteren zich in het frequentiegebied tot 1250 Hz. Dit is het frequentiegebied waar de geluidniveaus sterk beïnvloed worden door textuureigenschappen. In het hoogfrequente deel van het spectrum zijn de geluidniveaus nagenoeg hetzelfde voor beide wegdektypen. Dit onderschrijft de conclusie dat de textuuroptimalisatie heeft geleid tot meer geluidreductie.



Figuur 8. 1/3 octaafbandspectra van CPX-metingen aan het geluidreducerend SMA en het KonwéCity.

4. Conclusies

Door de oppervlaktetextuur van een asfaltverharding te optimaliseren voor geluid kan een significante geluidreductie worden behaald. Het voordeel hiervan is dat het niet per sé noodzakelijk is dat een stil wegdek altijd een hoog percentage holle ruimte heeft. Een dergelijk wegdek is daarmee minder gevoelig voor schade en de geluidreducerende werking is daarmee minder onderhevig aan vervuiling en dichtslibben van de poriën. Mogelijk kan hiermee een duurzame geluidreducerende werking worden bewerkstelligd.

Het berekenen van een END_T uit de textuurmetingen geeft een goed inzicht in de invloed van de textuur op het rolgeluid en deze analysemethode biedt nog meer onderzoeksmogelijkheden. Zo kan gemonitord worden hoe slijtage van het wegdek (zoals steenverlies) van invloed is op het rolgeluid.

De vastgestelde textuurparameters zijn ook bruikbaar voor het vaststellen van de rolweerstand van het wegdek. In de paper “KonwéCity: Onderzoek functionele eigenschappen” [5], wordt hier nader op ingegaan. Een voor textuur geoptimaliseerd wegdek, zoals het KonwéCity, is daardoor niet alleen een stil maar ook nog eens een energiezuinig wegdek.

5. Literatuur

- [1] CROW-publicatie 287 Stille wegdekken, Juni 2010;
- [2] ISO-13473-4, “Characterization of pavement texture by using surface profiles – Part 4: Spectral analysis of texture profiles”;
- [3] ISO 10844, 2014 “Acoustics – Specification of test tracks for measuring noise emitted by road vehicles and their tyres”;
- [4] ISO/DIS 11819-2, 2012 “ Acoustics - Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2: The Close-Proximity (CPX) method”.
- [5] “KonwéCity: Onderzoek functionele eigenschappen”, Rudi Dekkers (InfraLinQ / KWS Infra), Ronald van Loon (M+P) – CROW Infradagen 2016