

Ontwerpen vanuit geluidtechnische uitgangspunten levert veel stillere betonwegen op

W. van Keulen
VANKEULEN advies bv, Vlijmen

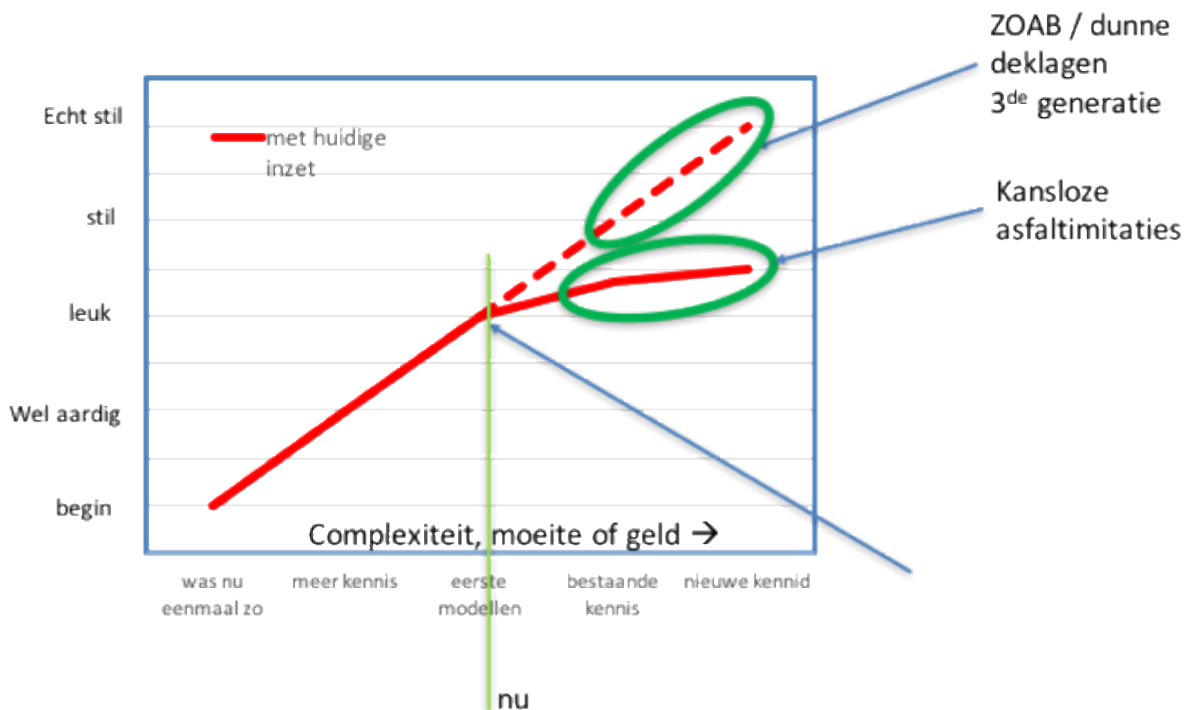
1. Inleiding

De huidige ontwikkelingen om tot stillere wegdekken in beton te komen lijken te eindigen bij een reductie van ongeveer 4 dB(A). Maar hoe zou een wegdek eruit moeten zien als het ontwerp vanuit optimale geluidreductie benaderd zou worden. Een duurzame geluidreductie van een betonnen wegdek van tot wel 10 dB(A) behoort dan tot de mogelijkheden!

Bij nieuwe ontwikkelingen in de beton wegenbouw en met name met betrekking tot geluid is er een aantal horden te nemen. Deze horden hebben veelal te maken met het onbekend zijn met een idee of constructie. De hier volgende ideeën wijken zo sterk af van standaard betonconstructies dat er bij constructeurs twijfels ontstaan over de technische haalbaarheid ervan. Deze paper presenteert geen kant en klare technische oplossingen om hoge geluidreducties te halen. Er wordt gezocht om binnen de typische karakteristieken van beton tot een concept te komen tot een hoge en duurzame geluidreductie. In een tweede paper (92) wordt zo'n concept nader geluid- en civieltechnisch uitgewerkt.

Om hogere geluidreducties te bereiken, moeten er nieuwe ontwikkelingen plaatsvinden gebruik makend van de bijzondere eigenschappen van beton zoals vormvastheid en duurzaamheid (m.n. met betrekking tot geluid). Met behulp van de nieuwste akoestische modellen kunnen bijzondere constructies ontworpen worden waarbij de specifieke eigenschappen van beton en asfalt optimaal worden benut. Hierbij is met name van de constructeurs enige durf vereist. In figuur 1 is dit schematisch weergegeven. De horizontale as is een niet-lineaire tijdas en de verticale as is een globale as voor geluidreductie. Tot "nu" is te zien dat betonwegen significant stiller zijn geworden. Huidige types zoals Geoptimaliseerd Uitgewassen Beton (*GUB*) kunnen zich akoestisch meten met de stillere *SMA*-wegdekken. Toepassing van *GUB* kan dan ook in vele gevallen binnen de Wet Geluidhinder.

Het is van belang de extra benodigde inspanning niet in te zetten om nieuwe asfaltimitaties te maken maar om optimaal gebruik te maken van de bijzondere eigenschappen van beton te benutten.



figuur 1: schematisch verloop van de te verwachten geluidreductie

Uit deze figuur blijkt dat het weinig zin heeft om met beton asfalt te imiteren. De te verwachten extra geluidreducties zijn dat te beperkt om echt concurrerend te kunnen zijn. In die gevallen waarin levensduur echt belangrijk is, zal dan een GUB al kunnen volstaan eventueel met aanvullende maatregelen.

Gezocht dient te worden naar betonwegen met een echt hoge geluidreductie maar dan gepaard aan gunstige eigenschappen met betrekking tot levensduur. We praten dan over 3^{de} generatie wegdektypen.

2. Parameters voor geluidreductie

Wat zijn de belangrijkste parameters die voor geluidreductie zorgen? De belangrijkste parameter hierbij is de textuur van het oppervlak van de verharding. Als eerste benadering kun je zeggen dat de autoband deze textuur scant als een oude grammofoonplaat. Hoe fijner de textuur hoe minder geluidemissie. Hierbij komt bij dat de aard van het geluid verbetert. Daarom zijn geluidreducerende wegdekken (in asfalt en beton) opgebouwd met een fijnere steenslag. Bijkomend nadeel is dat een fijner mengsel over het algemeen minder stabiel is. De tweede parameter die van belang is voor geluidreductie is de holle ruimte of porositeit. Deze heeft invloed op een aantal opwekkingsmechanismen voor geluid waarvan akoestische absorptie de bekendste is. Maar holle ruimte heeft nog meer gevolgen voor de geluidemissie. Een bekend mechanisme is de airpumping die rond het band/weg contactvlak ontstaat en aanleiding geeft tot hoogfrequentie geluiden. Algemeen gesproken is een hoog percentage holle ruimte gunstig voor de geluidsemisatie, Bijkomend significant nadeel is echter dat holle ruimte een negatieve invloed op de levensduur heeft. Hetgeen logisch is want daar waar in het wegdek lucht zit, zit geen steenslag of bindmiddel.

Gezien het voorgaande kan het dan ook niet anders dat dat het stiller maken van welk

Ontwerpen vanuit geluidtechnische uitgangspunten
levert veel stillere betonwegen op

wegdektype dan ook leidt tot een geringere levensduur van dat wegdektype. Daarom moet gezocht worden naar een optimum tussen geluidreductie en levensduur gegeven de eigenschappen van de gebruikte materialen. Dit kan alleen met gebruik van de eerdergenoemde akoestische modellen en fundamentele kennis van de bouwmaterialen.

In deze paper zijn alle genoemde geluidreducties ten opzichte van de Referentie uit CROW-publicatie 200 en niet die van publicatie 316 omdat de eerste de werkelijke gemeten geluidreducties weergeeft en de tweede kunstmatig is verhoogd met een virtuele verouderingsterm.

Ter illustratie van het rekenen met dB's: een afstandsverdubbeling tot een weg levert -3 dB op, een halvering van de verkeersintensiteit levert ook -3 dB op en tien keer minder verkeer levert -10 dB op. En -10 dB komt weer neer op een subjectieve luidheid met een factor 1/2 (dus "twee keer zo zacht").

3. Stille betonconcepten

3.1 Textuuroptimalisatie

Een typisch eigenschappen van beton, de vormvastheid, maakt het mogelijk bijzondere vormvaste oppervlakten te ontwerpen zoals het toepassen van een stille textuur, geperforeerde lagen of grinden: het frezen van fijne sleuven. Hiermee kunnen bestaande luide betonwegen veel stiller gemaakt worden, maar ook voor nieuwe wegen kan deze techniek geoptimaliseerd worden. Dat laatste wordt al met goede resultaten toegepast in België en de VS. Een voorbeeld van een berekende textuur staat in links in figuur2 en een gefreesd ("ground") betonoppervlak staat rechts.



figuur 2: links een berekende en rechts een gefreesde textuur voor geluidreductie

3.2 Textuur- en porositeitoptimalisatie

Een andere nieuwe mogelijkheid is een hybride constructies van beton en asfalt. Deze hebben veel potentie qua geluidreductie en duurzaamheid omdat verschillende functies verticaal en lateraal gescheiden kunnen worden. De noodzakelijke fijne textuur is bijvoorbeeld alleen daar nodig waar de banden contact maken met het wegdek. Daarbuiten hoeft dat niet en is zelfs minder gewenst vanwege de grotere stromingsweerstand van fijnere mengsels wat weer van invloed is op de verticale waterafvoer en vervuiling.

Ontwerpen vanuit geluidtechnische uitgangspunten levert veel stillere betonwegen op

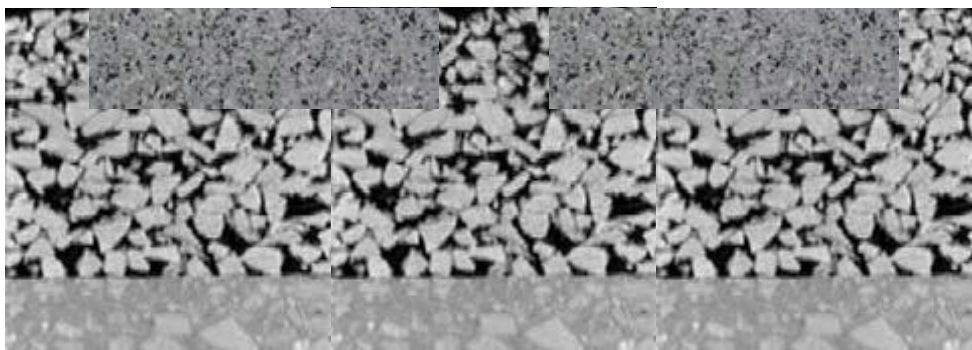
Een voorbeeld van een hybride wegdekdek met een laterale functionele differentiatie is open of semidichte bitumineuze inlays in (grof open, doorgaand gewapend) beton. In figuur 3 staat een globale schets hiervan. In dit voorbeeld is gekozen voor een door-en-door zeer open beton (*ZOB*) maakt dat zou ook een *CRCP* kunnen zijn. De inlays zijn aangebracht in de rijsporen en zorgen voor een goede textuur. De porositeit van inlays en hoofdpakket zorgt voor akoestische absorptie en onderdrukking van airpumping. Door de beton significant grover te maken dan de inlay ontstaat er tevens een soort “lane departure” waarschuwing.



figuur 3: bitumineuze inlays in een betonnen hoofdpakket

Er zijn reducties van 5 - 7 dB(A) afhankelijk van de snelheid met een functionele levensduur van de inlays van 7 tot 13 jaar, afhankelijk van de gewenste geluidreductie. De levensduur van het hoofdpakket zal 30 jaar of meer kunnen zijn.

Een tweede voorbeeld met een hybride inlay is eigenlijk het omgekeerde van het vorige: betonnen inlays met een geoptimaliseerde textuur en porositeit in asfalt. Deze inlays of *UTWT* (eigenlijk grote betontegels) kunnen prefab gemaakt worden. In figuur 4 staat een schets hiervan. Dit concept is goed toepasbaar bij bestaande (*ZOAB*) wegdekken met ernstige oppervlakte rafeling maar die verder constructief nog voldoen.



figuur 4: betonnen inlays in een bitumineus hoofdpakket

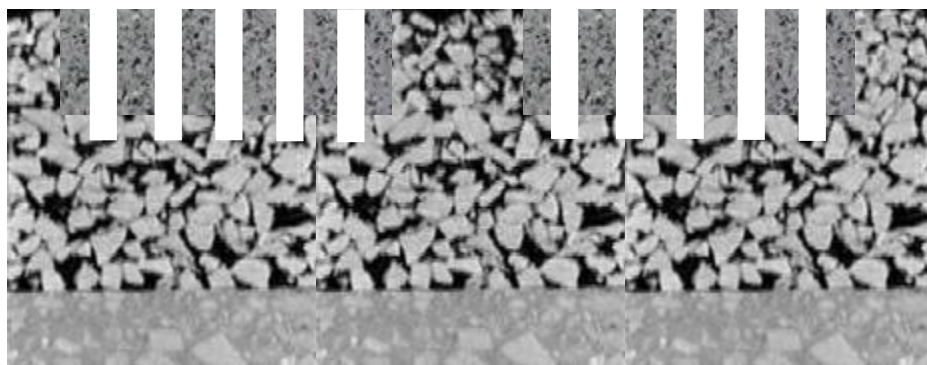
De teruggang van de geluidreductie in de de tijd is zeer laag zoals gebruikelijk bij alle betonwegen. De geluidreductie bedraagt ongeveer 6 – 7 dB(A) afhankelijk van de snelheid, met een functionele levensduur van de inlays ongeveer 15 jaar. De levensduur van het hoofdpakket zal 15 jaar of meer kunnen zijn.

Het derde voorbeeld gaat nog een stapje verder. Reeds in de jaren 90 zijn proeven uitgevoerd met resonatoren (“bierflesjes”) in het wegdek in het kader van Wegen naar de Toekomst. Resonatoren zorgen voor een geluidabsorptie maar kunnen ook air-pumping onderdrukken. In figuur 5 staat een voorbeeld hiervan: de Zeer Stille Geluidmodule met zogenaamde Helmholtzresonatoren in combinatie met een dunne deklaag.



figuur 5: prefab betonnen elementen met Helmholtzresonatoren.

Nu is de kennis op dit gebied veel verder en is het mogelijk om kleine buisjes in de betonnen inlays aan te brengen. Deze buisjes worden $\frac{1}{4}\lambda$ resonatoren (ofwel half-open pijpen zoals onze gehoorgang) genoemd en lijken op Helmholtzresonatoren maar ze zijn veel eenvoudiger aan te brengen. In figuur 6 staat een voorbeeld. Uiteraard kunnen deze resonatoren niet in asfalt (-inlays) worden aangebracht vanwege de visco-elastische eigenschappen ervan.



figuur 6: betonnen inlays met $\frac{1}{4}\lambda$ resonatoren in een bitumineus hoofdpakket.

Met deze hybride constructie kunnen geluidreducties van meer dan 10 dB(A) gehaald worden

afhankelijk van de snelheid. De functionele levensduur van de inlays zal naar schatting 7 jaar zijn.

4. Conclusies

Door gebruik te maken van de eigenschappen van beton in plaats van er bang voor te zijn kunnen concepten bedacht worden die een hoge geluidreductie combineren met een lange levensduur. Naast de beschreven ideeën zijn er natuurlijk nog veel meer mogelijkheden om beton en asfalt in hybride oplossingen toe te passen. Ook kunnen veel meer functionele eigenschappen en functies worden beschouwd en toegevoegd. Een belangrijke andere functie hierbij is bijvoorbeeld stroefheid en remvertraging.

Uitgaande van de gestelde technische en gebruikerseisen wordt dan een constructie samengesteld waarbij ieder onderdeel ervan is geoptimaliseerd met betrekking tot materiaal- en constructie-eigenschappen per functie of functionele eigenschap. Dit alles mogelijk ook nog eens tijd- en temperatuurafhankelijk. Dit is alleen mogelijk indien niet van een specifieke bouwstof wordt uitgegaan maar simultaan van de gewenste eigenschappen van verschillende bouwstoffen. Zonder twijfel levert een dergelijke aanpak veel betere optimalisaties op dan monochromatische oplossingen van alleen zwart asfalt of alleen wit beton. Hiermee wordt het scala van oplossingen veel groter en wordt dimensioneren niet eng maar ongelooflijk boeiend en uitdagend.