



Akoestische eisen aan wegverhardingen: Specificeren, meten en beoordelen

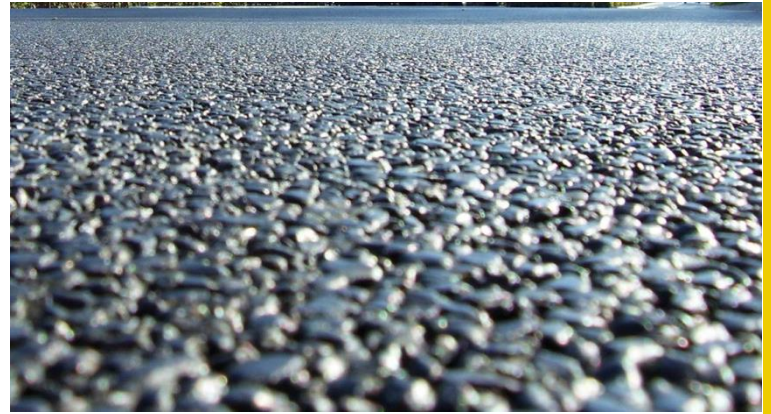
Ronald van Loon
M+P – raadgevende ingenieurs





Inleiding

- Een geluidreducerend wegdek in de regelgeving
- Specificeren
- Meten
- Beoordelen



Regelgeving

- In Nederland:

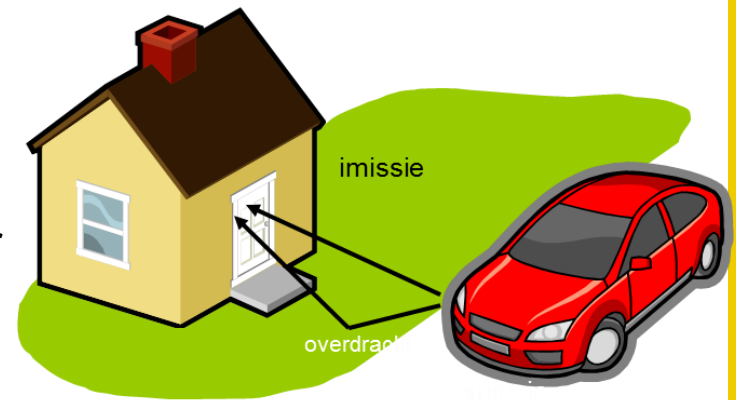
Reken- en meetvoorschrift geluid 2012

- Volgens de wet beoordeling van geluid op de gevel of imissiepunt
- Berekenen aan de hand van akoestisch model

Geluidbelasting L op een gevel:

$$L = E - D$$

- E is geluidproductie van het verkeer op een weg
- D is verzwakkingsterm (overdracht)



Het wegdekeffect in de geluidregelgeving

Geluidproductie E bestaat uit:

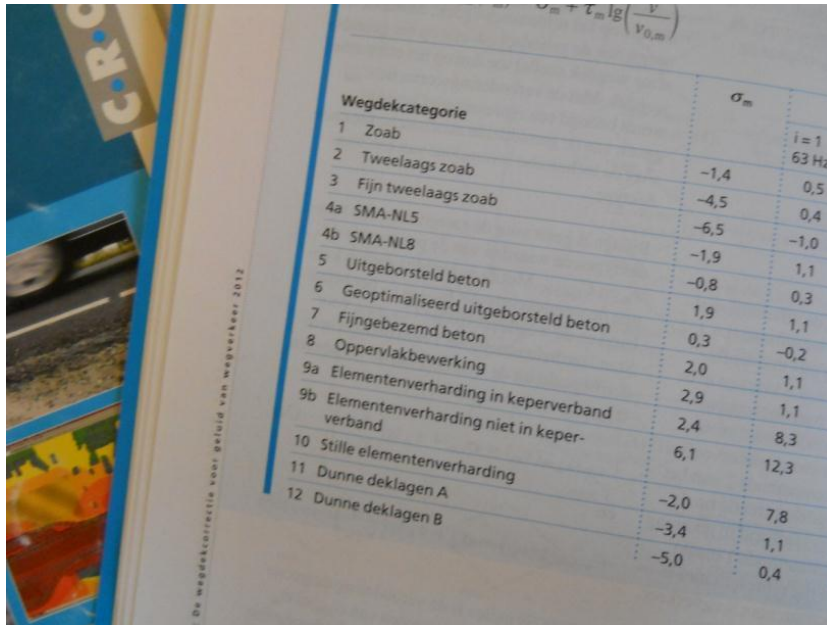
$$E = E_{voertuigen} + C_{wegdek}$$

geluidproductie van voertuigen $E_{voertuigen}$

invloed van het wegdek C_{wegdek}
(wegdekcorrectie)

Wegdekcorrectie (Cwegdek)

- 14 verschillende wegdekcategoryeën
- Effecten van 7 dB reductie tot 6 dB toeslag
- Afhankelijk van voertuigcategorye, -snelheid en **veroudering**



Wegdekcategorye	σ_m	i
1 Zoab		1,1
2 Tweelaags zoab	-1,4	63 Hz
3 Fijn tweelaags zoab	-4,5	0,5
4a SMA-NL5	-6,5	0,4
4b SMA-NL8	-1,9	-1,0
5 Uitgeborsteld beton	-0,8	1,1
6 Geoptimaliseerd uitgeborsteld beton	1,9	0,3
7 Fijngebezemd beton	0,3	1,1
8 Oppervlaktbewerking	2,0	-0,2
9a Elementenverharding in keperverband	2,9	1,1
9b Elementenverharding niet in keperverband	2,4	1,1
10 Stille elementenverharding	6,1	8,3
11 Dunne deklagen A	-2,0	12,3
12 Dunne deklagen B	-3,4	7,8
	-5,0	1,1
		0,4



Wegdekcorrectie

$C_{initieel}$

De geluidreductie of –toeslag van het nieuwe wegdek ten opzichte van het referentiewegdek

C_{tijd}

verouderingscorrectie; deze term corrigeert voor de akoestische veroudering van het wegdek in tijd

$$C_{wegdek} = C_{initieel} + C_{tijd}$$

Geluideis in het bestek/lastenboek

- Drie manieren van specificeren:
 - Vooraf aantonen
 - Wegdekcorrectie (C_{wegdek}) vereist
 - Controle achteraf
 - Geluidmetingen
 - Vooraf aantonen èn achteraf controleren
 - Meestal deze variant bij geluidarme wegdekken

Specificeren: van C_{wegdek} naar geluideis

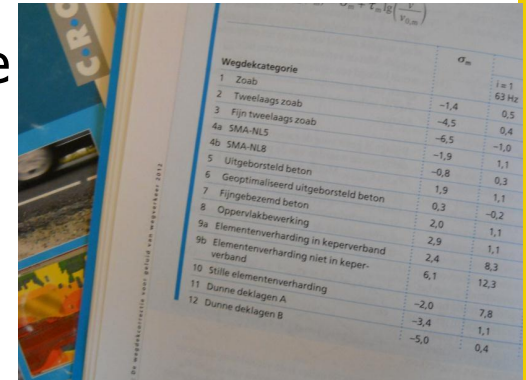
m	$\sigma_{i,m}$								T_m	snelheids- interval [km/h]
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz		
lv (m=1)	-2,0	-2,5	-1,7	-0,6	-3,2	-3,9	-4,5	-4,8	-4,0	50-80
zv (m=2,3)	-2,3	-1,9	-1,4	-1,5	-2,8	-3,0	-3,0	-3,9	-0,9	

- Van 18 coëfficiënten naar **1 geluideis**
 - Bij welke snelheid?
 - Voor welke voertuigcategorie of voertuigmix?
 - Hoe stel je de geluideis vast?

Geluideis

- Wegdekcorrectie van een wegdekategorie als geluideis?

Wegdekcorrectie is een gemiddelde waarde dus 50% zal niet voldoen

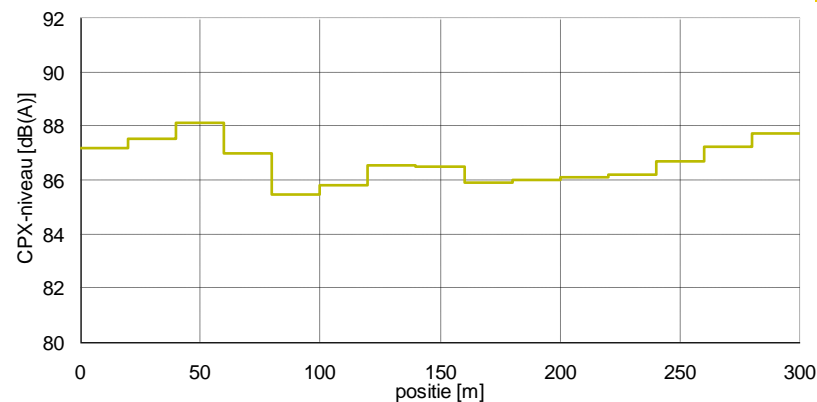
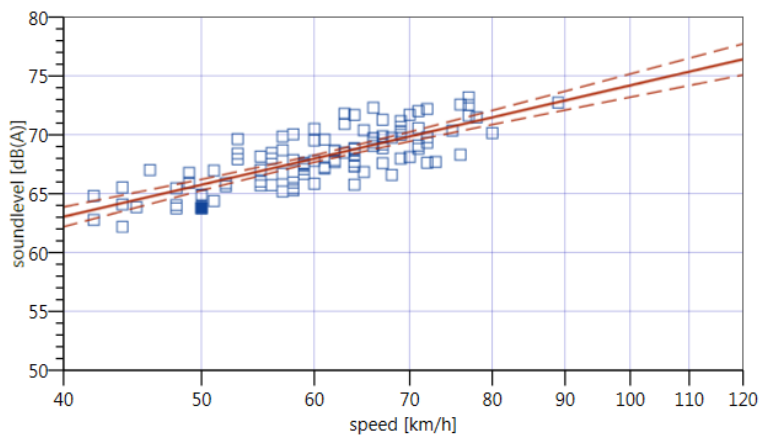
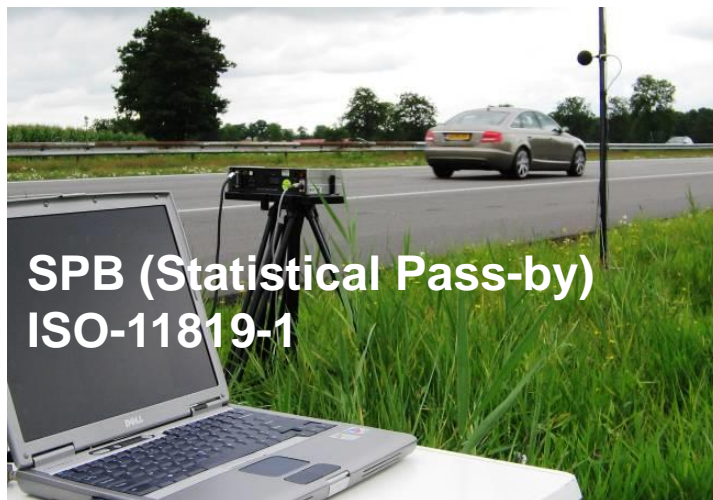


Wegdekategorie	C_{wegdek}	σ_m
1 Zoab		$i = 1$ 63 Hz
2 Tweelaags zoab	-1,4	0,5
3 Fijn tweelaags zoab	-4,5	0,4
4a SMA-NLS	-6,5	-1,0
4b SMA-NLB	-1,9	1,1
5 Uitgeborsteld beton	-0,8	0,3
6 Geoptimaliseerd uitgeborsteld beton	1,9	1,1
7 Fijngbezemd beton	0,3	-0,2
8 Oppervlakbeverking	2,0	1,1
9a Elementenverharding in keperverband	2,9	1,1
9b Elementenverharding niet in keperverband	2,4	8,3
10 Stille elementenverharding	6,1	12,3
11 Dunne deklagen A	-2,0	7,8
12 Dunne deklagen B	-3,4	1,1
	-5,0	0,4

- Voorstel:

$$\text{Geluideis} = C_{wegdek} + \text{marge (bijv. 0,5 dB)}$$

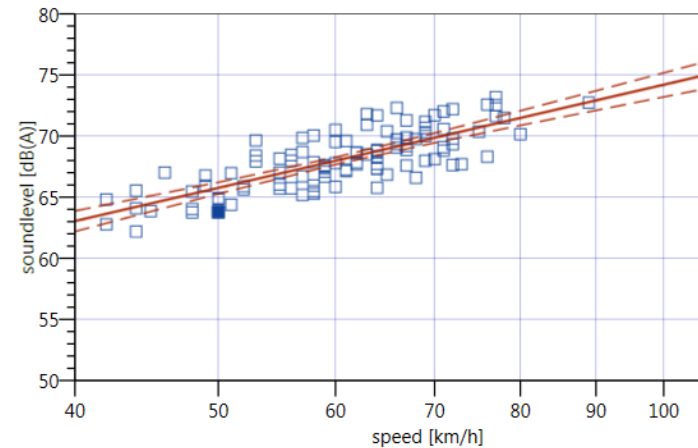
Geluid meten aan wegdekken



SPB-methode

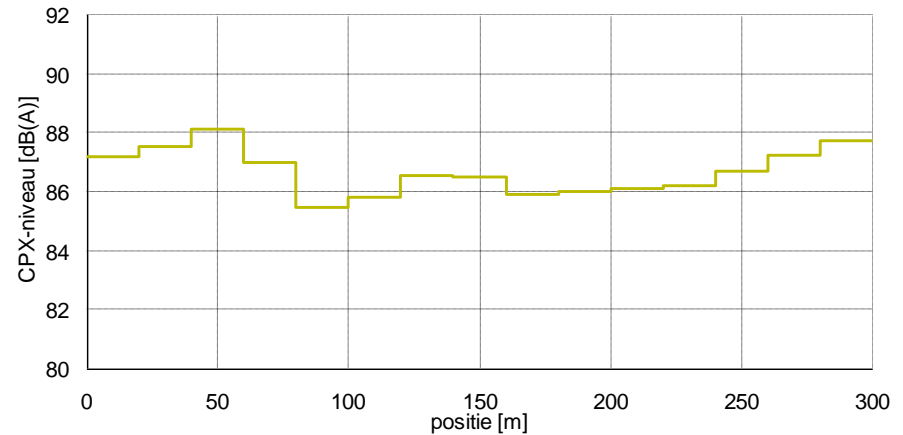
- Voordelen
 - Meet aan alle voertuigcategorieën
 - Snelheidsafhankelijkheid
 - Koppeling naar C_{wegdek}

- Nadelen
 - Arbeidsintensief (ong. 1 meting per dag)
 - Meet maar op 1 positie langs het traject
 - Gevoelig voor stoorlawaai



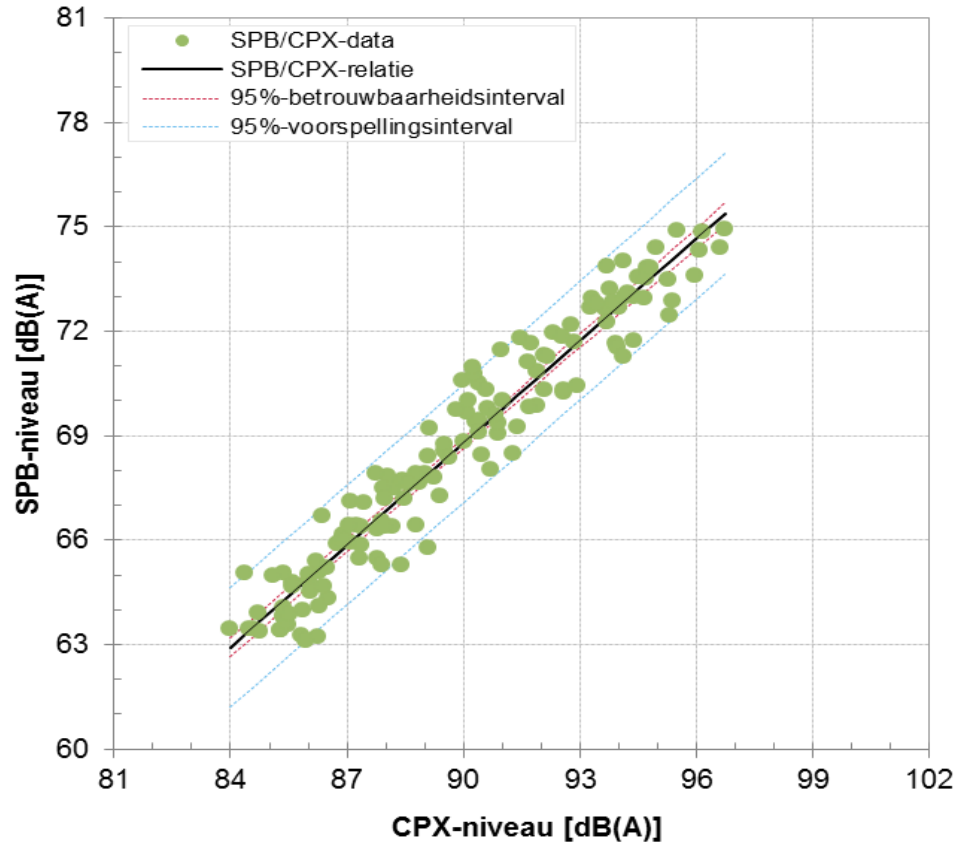
CPX-methode

- Voordelen:
 - Meet over de hele wegvaklengte
 - Bijna overal toepasbaar



- Nadeel
 - Geen directe relatie met C_{wegdek}
 - Geluideigenschappen bij 1 snelheid bepaald

Beoordelen met alleen CPX: SPB/CPX-relatie



Regressieanalyse

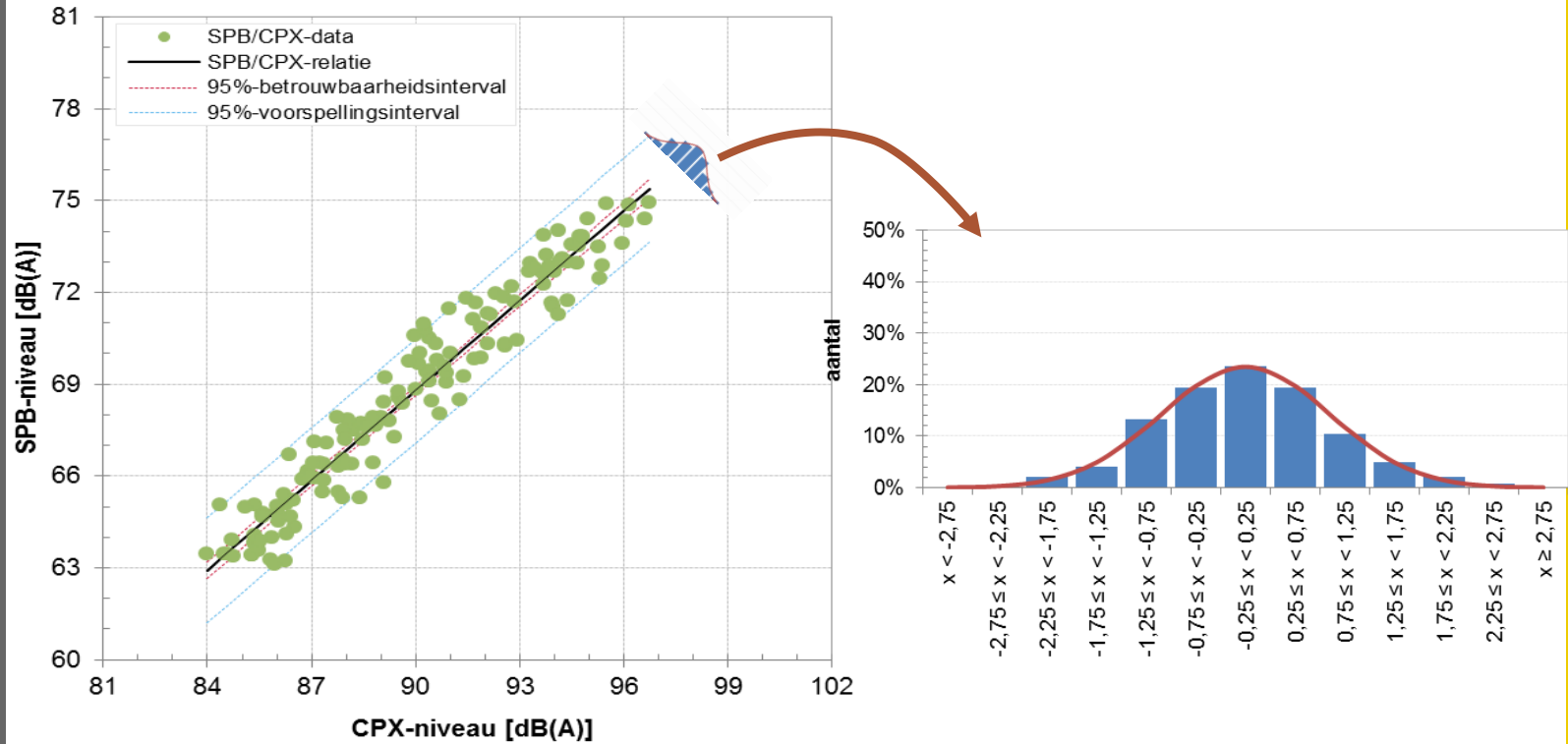
Op basis van een CPX-waarde kan een SPB-niveau worden berekend

Vanuit een SPB-niveau wordt de geluidreductie bepaald

144 locaties waar zowel een SPB- als een CPX-meting zijn uitgevoerd

Nauwkeurigheid

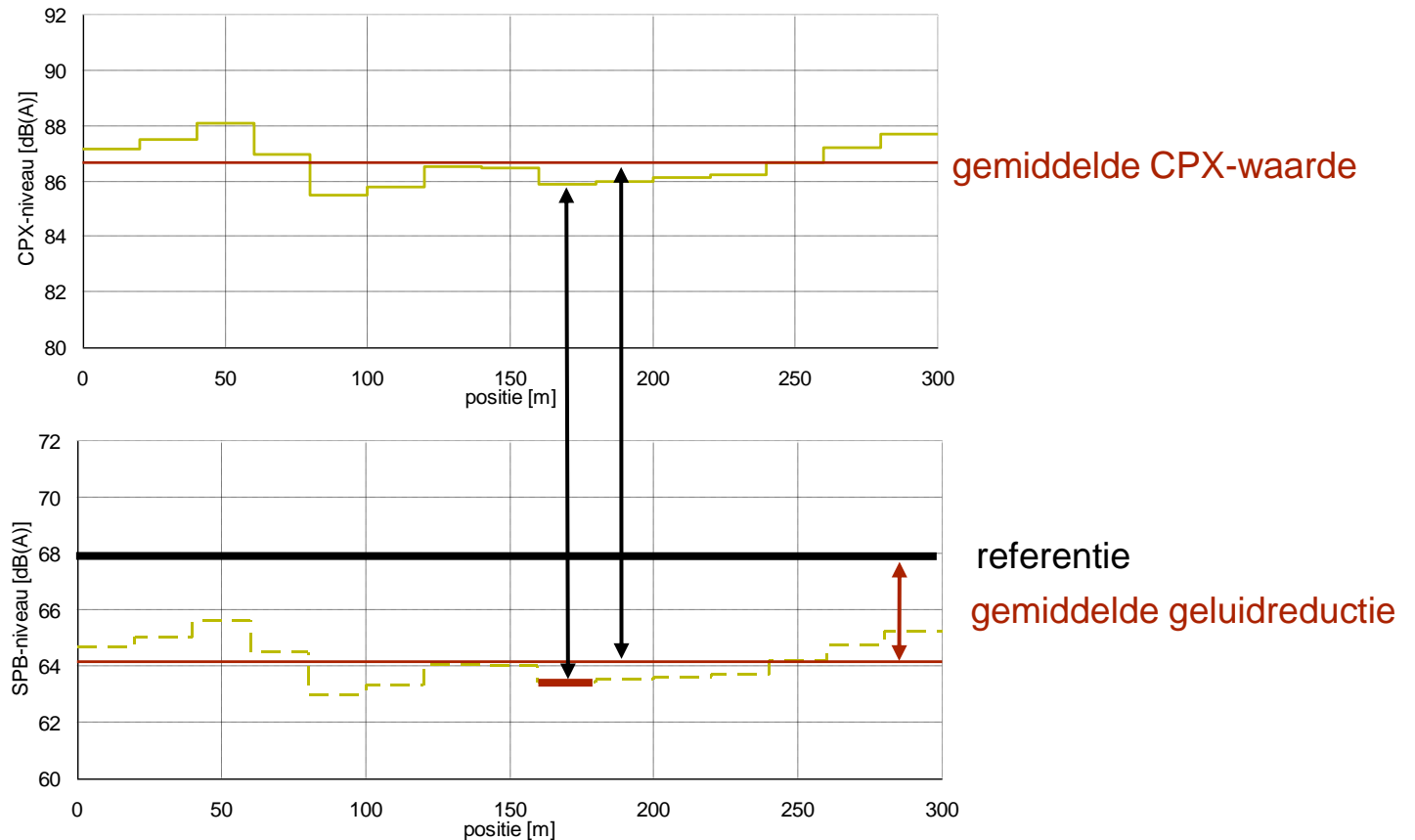
- Nauwkeurigheid van de meetmethoden
- Nauwkeurigheid van de SPB/CPX-relatie



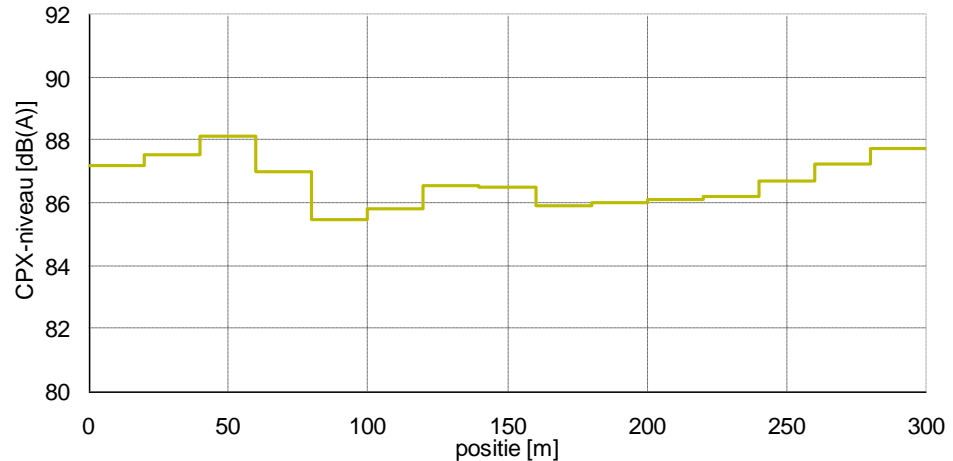
Toetsen op basis van CPX-meting

- Onnauwkeurigheid in de bepaling geluidreductie is groter bij uitvoeren van alleen CPX-meting
- Daarom bij de beoordeling rekening houden met extra marge 0,5 dB
- Extra marge vervalt bij uitvoeren zowel SPB-als CPX-meting

Bepalen van de geluidreductie SPB- en CPX-meting

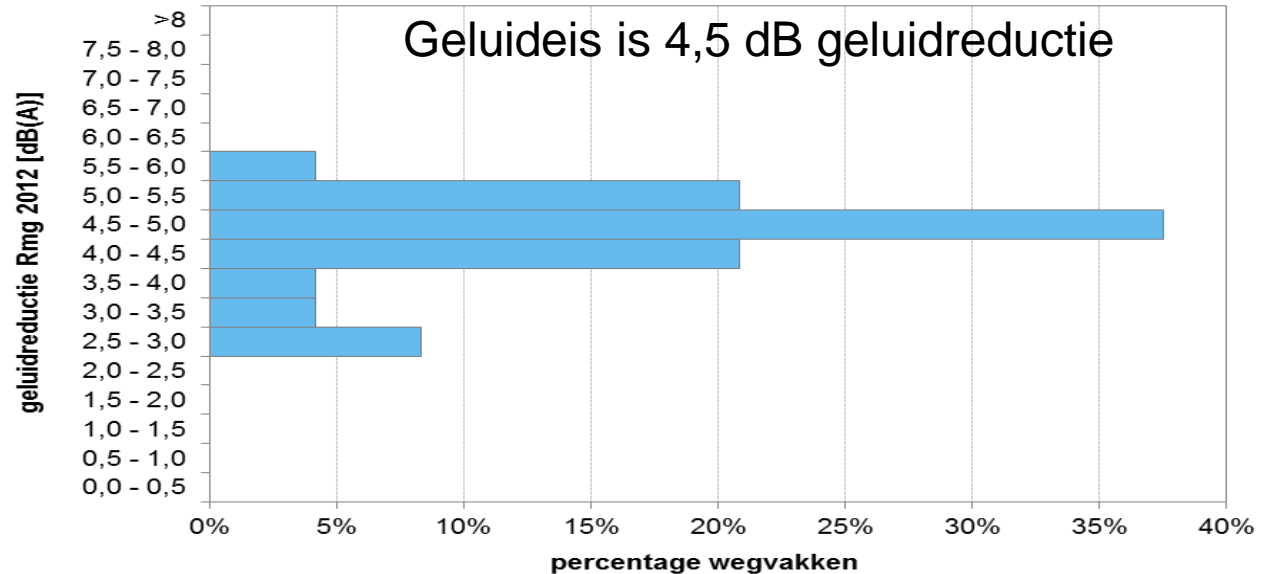


Toetsen van de geluidreductie



- Gemiddelde waarde
- Spreiding over de wegvaklengte
 - Beoordelen per wegsegment (100m)
 - Beneden 1 km wegvaklengte geen beoordeling per wegsegment

Beoordelen op gemiddelde of per segment van 100 m?



Bij een gemiddelde geluideis van 4,5 dB: 0% afkeur

Bij een geluideis 4,5 dB per 100 m: 36% afkeur

Advies: Stel een maximum aan de spreiding

Gemiddelde $\geq 4,5$ dB, 90% vd 100 m vakken $\geq 3,0$ dB



Voorbeeldteksten op website Silentroads

SILENT ROADS

- SYMPOSIUM
- SYMPOSIUM ARCHIEF
- OVER STILLE WEGDEKKEN
- DOWNLOADS
- WIE ZIJN WU?

Contracten

Geluidseisen in bestekken

Voor veel stille wegdekken kennen de Standaard RAW Bepalingen geen standaardspes geluidreductie en de wijze waarop de geluidreductie van het geleverde wegdek moet bestekken en niet specifiek gemaakt zijn voor de situatie waarin het wegdek wordt t onrealistische eisen zijn geformuleerd.

Voorbeeldbestek

Met de tool [Bestekseisen voor geluideigenschappen van wegdekken](#) kan op eenv





Vragen



M+P - raadgevende ingenieurs
ronaldvanloon@mp.nl

