



Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw
Samen voor duurzame wegen



11 | CPX

Instrumenten voor wegbeheerders

Geluidsmetingen volgens de *Close ProXimity* (CPX)-methode

Sinds 1952 staat het Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) als onpartijdig onderzoekscentrum ten dienste van alle partners in de Belgische wegenbranche. Duurzame ontwikkeling door innovatie is de leidraad voor alle activiteiten in het Centrum. Het OCW deelt zijn kennis met professionals uit de wegenbranche onder meer door middel van zijn publicaties (handleidingen, syntheses, researchverslagen, meetmethoden, informatiebladen, OCW Mededelingen en Dossiers, activiteitenverslag). Onze publicaties worden in het binnen- en buitenland op ruime schaal verspreid bij centra voor wetenschappelijk onderzoek, universiteiten, openbare instellingen en internationale instituten. Meer informatie over onze publicaties en activiteiten: www.ocw.be

Bericht aan de lezer

Hoewel deze publicatie met de grootst mogelijke zorg is opgesteld, zijn onvolkomenheden nooit uit te sluiten. Het OCW en de personen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, kunnen geenszins aansprakelijk worden gesteld voor de verzamelde en verstrekte informatie, die louter als documentatie en zeker niet voor contractueel gebruik is bedoeld. Deze publicatie bevat een reeks steekkaarten die de wegbeheerders uitvoerig informeren over verschillende diagnosetools en -methoden die tot objectieve en rationele onderhouds- en/of versterkingsmaatregelen kunnen leiden.

Instrumenten voor wegbeheerders (voor een objectieve en rationele totaalaanpak van wegbeheer). Steekkaart 11 CPX – Geluidsmetingen volgens de *Close ProXimity* (CPX)-methode / Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw. Brussel : OCW, 2023, 12 blz. (Synthese ; SN 48-Steekkaart 11 – rev. 2).

Wettelijk depot: D/2019/0690/4

© OCW – Alle rechten voorbehouden.

Verantwoordelijke uitgever: Annick De Swaef, Woluwedal 42, 1200 Brussel.

Steekkaart 11 – **CPX**
Geluidsmetingen volgens de *Close ProXimity*
(CPX)-methode



TOOL



PROJECTNIVEAU



NETWERKNIVEAU



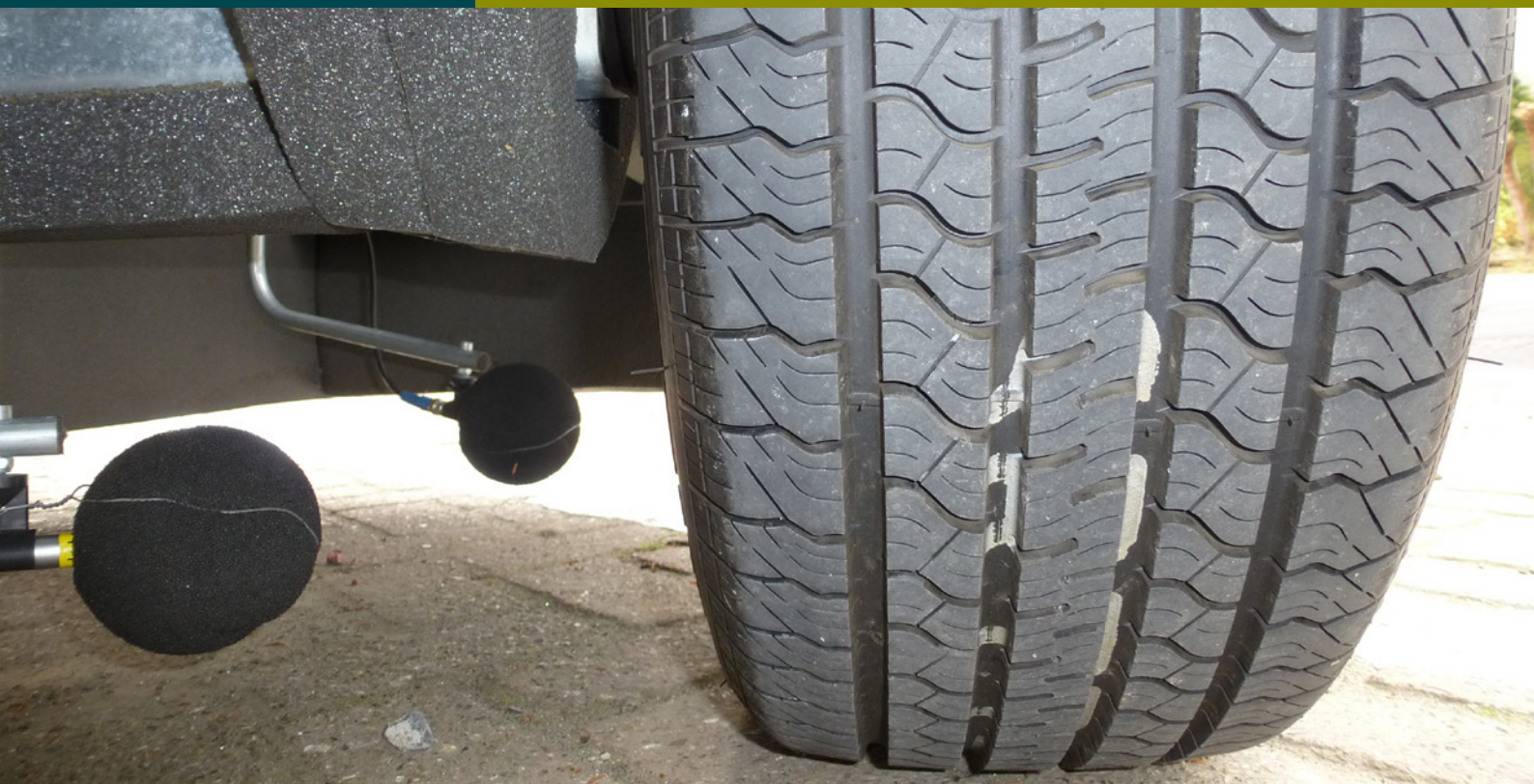
WEGOPPERVLAK

WEGOPBOUW

DOE-HET-ZELF

Contact

Anneleen Bergiers: +32 2 766 03 17;
a.bergiers@brrc.be



11 | CPX

Geluidsmetingen volgens de *Close ProXimity* (CPX)-methode

Doel

De *Close ProXimity* (CPX)-methode is een methode waarbij het band-wegdekgeluid wordt gemeten met behulp van microfoons dicht bij de band van een wiel dat over een wegdek rolt. Het hoofddoel van de CPX-methode is zowel de akoestische kwaliteit als de homogeniteit van een wegverharding over een bepaald traject te beoordelen.

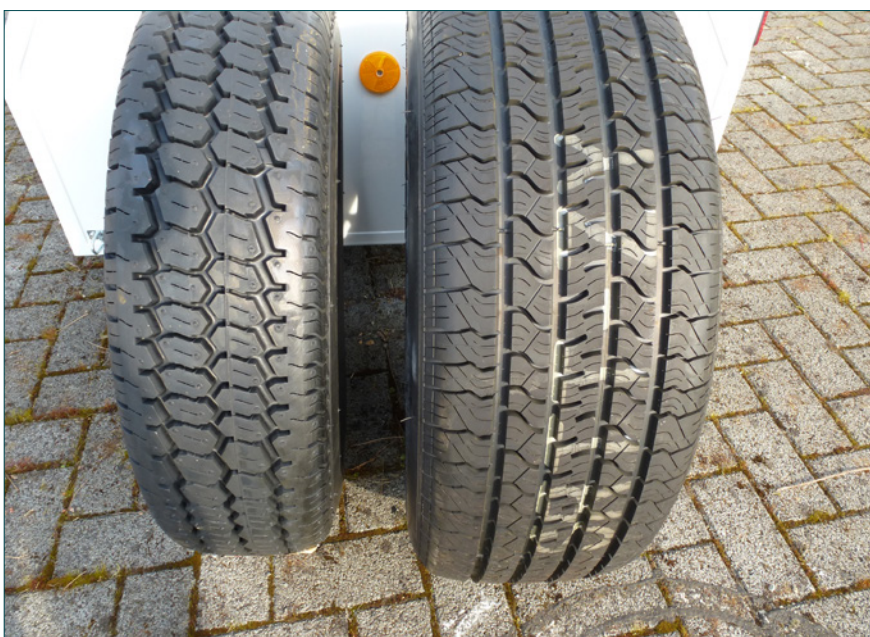
De CPX-methode wordt onder andere gebruikt voor de classificatie van wegdekken naar akoestische kwaliteit, voor de beoordeling van de invloed van een bepaalde ingreep in de wegverharding op de geluidsproductie, voor het volgen van de akoestische kwaliteit van een wegdek in de tijd en bij de initiële akoestische keuring naar aanleiding van de oplevering van wegdekken.

Werkingsprincipe – Methodiek

Bij deze methode bevinden zich dus microfoons dicht bij de band van een wiel dat over het te testen oppervlak rijdt. In tegenstelling tot de *Statistical Pass-By* (SPB)-methode, waarbij de meting in het “verre veld” plaatsvindt, wordt hier in het “nabije veld” gemeten. Het wiel kan ofwel verwerkt zitten in een speciaal voor dit doel ontworpen aanhangwagen, zoals bij de CPX-trailer van het OCW, ofwel gewoon deel uitmaken van het testvoertuig. De microfoons worden op een twintigtal centimeters van de flank van de band geplaatst. Deze methode vergt de allergrootste zorg om te vermijden dat de meting verstoord wordt door lawaai afkomstig van storende geluiden zoals luchturbulenties, structuurgeluiden van de aanhangwagen, de motor of uitlaat van het testvoertuig, enz.

De specificaties van deze methode zijn vastgelegd in ISO-norm 11819-2, in het bijzonder ook de microfoonposities. Deze blijken immers een grote invloed uit te oefenen op de meetresultaten.

De CPX-meetaanhangwagen rijdt over het te meten wegvak met een referentiesnelheid van 50, 80 of 110 km/h. De metingen worden uitgevoerd met twee soorten referentiebanden: de P1-band en de H1-band, respectievelijk kenmerkend voor de geluidsproductie van personenwagen- en vrachtwagenbanden (figuur 1). Deze referentiebanden worden beschreven in ISO/TS 11819-3.



Figuur 1 – Referentiebanden (links: H1, Rechts: P1)

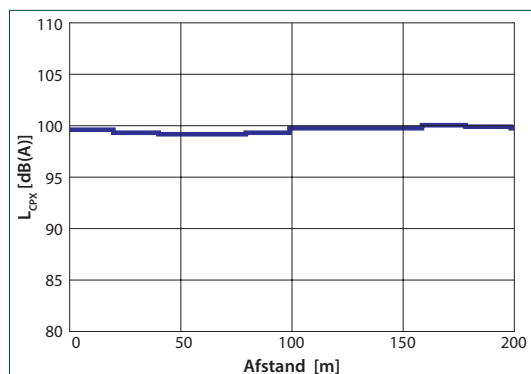
Er wordt een correctie voor de luchttemperatuur uitgevoerd, die afhankelijk is van het type wegdek. De procedure voor temperatuurcorrectie staat beschreven in ISO/TS 13471-1.

Resultaten

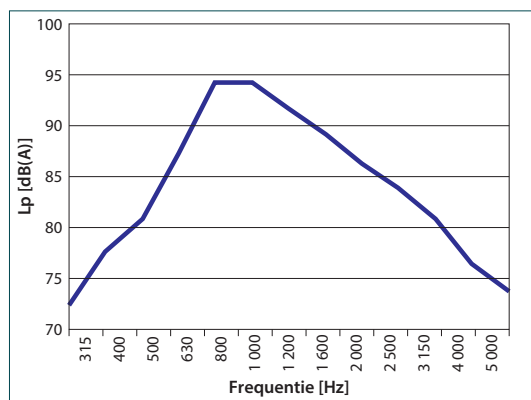
Het verkregen resultaat is een CPX-geluidsniveau, dat het totale opgemeten wegvak karakteriseert voor lichte voertuigen ($L_{CPX:P}$) en voor zwaar verkeer ($L_{CPX:H}$). Hieruit kan de CPX-index $L_{CPX:I}$ worden berekend, als gewogen gemiddelde van het CPX-geluidsniveau voor lichte voertuigen ($L_{CPX:P}$) en het CPX-geluidsniveau voor zwaar verkeer ($L_{CPX:H}$).

Ook het geluidsniveau per 20 m weglengte (L_{CPX}) en het tertsbandspectrum van het totale opgemeten wegvak kunnen worden weergegeven (315 – 5 000 Hz). Deze resultaten worden weergegeven in een grafiek. De meetmethode geeft dus ook een beeld van de homogeniteit van het wegdek over de gemeten lengte. De figuren 2 en 3 tonen het resultaat van een CPX-meting over een lengte van 200 m op SMA-C van twee jaar oud (maximale korrelgrootte 10 mm), bij 80 km/h uitgevoerd met de P1-band.

Desgewenst kan het geluidsniveau ook per 100 m weglengte worden berekend. Het resultaat wordt in tabelvorm weergegeven.



Figuur 2 – CPX-geluidsniveau per 20 m weglengte



Figuur 3 – Tertsbandspectrum

Acceptatiegrenzen

Als er specifieke acceptatiegrenzen zijn, worden ze in het bestek vermeld. Er bestaat echter nog geen classificatie van wegdekken volgens akoestische kwaliteit. De hiernavolgende classificatie is gebaseerd op meetervaringen van het Vlaams Agentschap Wegen en Verkeer en kan ter indicatie worden gebruikt voor metingen bij 80 km/h met een P1-band. Dezelfde classificatie wordt momenteel in Wallonië gebruikt door de *Service Public de Wallonie* (SPW) voor metingen met P1-band en H1-band bij 80 km/h.

Rolgeluidsniveau CPX	Klasse
$\leq 96,0$ dB(A)	Zeër stil
$> 96,0$ dB(A) $\leq 98,0$ dB(A)	Stil
$> 98,0$ dB(A) $\leq 100,0$ dB(A)	Normaal
$> 100,0$ dB(A) $\leq 102,0$ dB(A)	Luid
$> 102,0$ dB(A)	Zeër luid

Vlaanderen

Metingen en proeven

Het Vlaamse standaardbestek SB 250 beschrijft de meting van het rolgeluid met de CPX-methode in Hoofdstuk 14 paragraaf 4.23.4:

Het rolgeluid wordt gemeten met de CPX-methode volgens ISO/CEN 11819-2:

- gemeten met twee SRTT-banden, één in elk wielspoor;
- de trailer is van het gesloten type;
- de meetsnelheid is 80 km/h;
- bij een luchttemperatuur tussen de 5 °C en 30 °C.

Het rolgeluid wordt gemeten per 20 m en herleid tot de temperatuur van 20 °C.

Het gemiddelde rolgeluid per hm CPX_m is het gemiddelde van de 20 m-resultaten.

Cementbetonverhardingen

Standaardbestek SB 250 beschrijft in Hoofdstuk 6 paragraaf 1.6.3.10.D de eisen die worden gesteld bij de controle van het rolgeluid op verhardingen die aangelegd zijn met een tweelaags beton voor bouwklasse B1-B5: het gemiddelde rolgeluid per hm voldoet aan $CPX_m \leq CPX_{m,max} = 99,0$ dB(A).

Bitumineuze verhardingen

Standaardbestek SB 250 beschrijft in Hoofdstuk 6 paragraaf 2.6.2.6.D de eisen bij rolgeluidscontroles op verhardingen met een geluidarme toplaag (AGT). Deze geluidarme toplagen worden ingedeeld in twee klassen (klasse I = stil, klasse II = heel stil). Ook de eisen bij voorlopige oplevering op verhardingen met een toplaag SMA-D zijn opgenomen.

Het gemiddelde rolgeluid CPX_m per hm voldoet bij de voorlopige en de definitieve oplevering aan de eisen van de volgende tabel:

Meetmoment		SMA-D	AGT klasse I	AGT klasse II
Voorlopige oplevering	CPX _{m, max}	96,0 dB(A)	96,0 dB(A)	93,0 dB(A)
Definitieve oplevering				
1 jaar	CPX _{m, max}	–	97,0 dB(A)	95,0 dB(A)
2 jaar	CPX _{m, max}	–	98,0 dB(A)	97,0 dB(A)
3 jaar	CPX _{m, max}	–	99,0 dB(A)	98,0 dB(A)
5 jaar	CPX _{m, max}	–	(*)	(*)

(*) te bepalen in de opdrachtdocumenten

Korting wegens minderwaarde

In SB 250 staan in Hoofdstuk 6 paragrafen 1.7.10.4 en 2.7.6.4, respectievelijk voor cementbetonverhardingen en bitumineuze verhardingen, kortingen wegens minderwaarde beschreven aan de hand van een refactieformule, wanneer het gemiddelde rolgeluid per hm CPX_m groter is dan het toegelaten gemiddelde rolgeluid CPX_{m, max} en kleiner dan CPX_{m, max} + 3 dB(A).

Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Geen vermelding in het Typebestek (TB).

Wallonië

Hoewel er momenteel nog geen vermelding is in *CCT Qualiroutes*, is er bij *Service Public de Wallonie* (SPW) wel al sprake van om dit in de toekomst ook op te nemen.

Prestaties

Capaciteit

Metingen over langere afstand zijn mogelijk. Zo kan de rechthoekstrook van een volledige autosnelweg op enkele uren tijd continu worden opgemeten.

Snelheid tijdens metingen

De referentiesnelheid tijdens de uitvoering bedraagt 50, 80 of 110 km/h. Andere snelheden zijn ook mogelijk als dat om technische of veiligheidsredenen nodig is, maar zijn niet conform de aanbevolen referentiesnelheden beschreven in ISO 11819-2.

Meting

Metingen met de CPX-aanhangwagen zijn herhaalbaar en reproduceerbaar.

Beperkingen

- Gezien de omvang, het gewicht en de vereiste constante snelheid tijdens de uitvoering kan de CPX-aanhangwagen niet op alle locaties worden ingezet.
- Het wegdek moet droog zijn.
- Tijdens de metingen moet de luchttemperatuur tussen 5 en 30 °C liggen.
- De windsnelheid mag niet hoger zijn dan 10 m/s.
- Het geteste wegdek moet minstens 20 m lang zijn en is bij voorkeur langer dan 100 m.
- Het geteste wegdek vertoont geen bocht met een straal kleiner dan 250 m bij 50 km/h en kleiner dan 500 m bij 80 km/h, aangezien dit de meetresultaten beïnvloedt.
- Er dient voorzichtig te worden omgegaan met metingen in tunnels vanwege mogelijke geluidreflecties, en bij opwaartse hellingen steiler dan 1:20 vanwege een mogelijke invloed van het motorgeluid op het meetresultaat.
- Bij metingen over langere afstand (zoals op een autosnelweg) wordt de meting soms verstoord door specifieke verkeerssituaties zoals lawaaiige motorfietsen en obstructies zoals invoegende voertuigen en vrachtwagens die verhinderen dat er met een continue snelheid kan worden gemeten. Hierdoor ontbreken in dit geval soms enkele honderden meters meting.
- Aanwezigheid van verkeersremmende maatregelen zoals verkeersplateaus kan de metingen bemoeilijken. Ze kunnen zelfs schade veroorzaken aan de CPX-aanhangwagen aangezien deze laag bij de grond hangt.

Complementariteit van de meetresultaten

Het kan nuttig zijn de resultaten van CPX-metingen te toetsen aan die van technieken of methoden voor de bepaling van andere oppervlakkenmerken, aangezien deze de akoestische kwaliteit van het wegdek beïnvloeden:

- textuurmetingen;
- absorptiemetingen;
- metingen van de mechanische impedantie.

Het is mogelijk de IMAJBOX® van het OCW op het meetvoertuig te monteren (figuur 4), om geolokaliseerde foto's te maken die vervolgens aan de metingen kunnen worden gekoppeld.



Figuur 4 – IMAJBOX® van het OCW

Verwante technieken en methoden

SPB-geluidsmetingen

Op te merken valt dat absolute waarden van CPX-metingen niet vergeleken kunnen worden met absolute waarden van SPB-metingen. CPX-metingen omvatten enkel het lawaai afkomstig van de interactie tussen band en wegdek, terwijl SPB-metingen het volledige voertuiglawaai in rekening brengen. CPX-meetresultaten zijn veel hoger, omdat er zo dicht bij de geluidsbron (de band) gemeten wordt. De CPX-methode is minder gevoelig voor de absorberende eigenschappen van het wegdek. Bij de SPB-methode wordt het meetresultaat beïnvloed door absorptie- en voortplantingseffecten. In het Europese KP7-project ROSANNE werd een

uitgebreide studie gedaan naar de correlatie tussen SPB- en CPX-metingen. Als resultaat werden enkele formules gedefinieerd om van SPB- naar CPX-meetresultaat om te rekenen en vice versa. Dit introduceert echter steeds een extra onzekerheid.

Geluidsmetingen volgens de OBSI-methode

In de Verenigde Staten wordt de *On-Board Sound Intensity* (OBSI)-methode gebruikt. De resultaten van de CPX- en OBSI-methode zijn niet rechtstreeks vergelijkbaar, aangezien ze op verschillende meetprincipes en andere microfoonposities zijn gebaseerd. Er wordt ook bij andere referentiesnelheden gemeten. Bij de CPX-methode wordt de geluidsdruk gemeten, bij de OBSI-methode de geluidsintensiteit. Deens onderzoek toonde wel aan dat er een goede correlatie is tussen de meetresultaten.

Toepassing

Wegsoort	Projectniveau	Netwerkniveau
Autosnelwegen en hoofdwegen	✓	✓
Gemeente- en stedelijke wegen	✓	✓
Voetpaden		
Fietspaden		
Parkeervoorzieningen		
Private wegen	✓	✓
Haventerreinen	✓	✓
Vliegveldbanen	✓	✓

Het meetvoertuig is goed zichtbaar en uitgerust met de reglementaire signalering (zebrastrepen, zwaailicht, enz.) van het gewest of land waar de metingen worden verricht. Extra maatregelen zijn meestal niet nodig wanneer de snelheid tijdens de uitvoering met die van de andere weggebruikers overeenstemt.

Wanneer er metingen worden gevraagd bij een snelheid die niet overeenstemt met die van de andere weggebruikers (bv. een CPX-meting bij 80 km/h op de snelle linker- of middelste rijstrook van een autosnelweg) of op een locatie waar onder normale omstandigheden geen verkeer rijdt (bv. op de vluchtstrook), dient in de nodige signalering te worden voorzien om de veiligheid van het meetvoertuig te garanderen.

Nationaal Bureau voor Normalisatie (2001)

NBN EN ISO 11819-1 : Akoestiek : meting van het wegoppervlak op het verkeerslawaaï. Deel 1, methode voor de statistische bepaling van het geluid van voorbijrijdende voertuigen.
Brussel : NBN.

Nationaal Bureau voor Normalisatie (2017)

NBN EN ISO 11819-2 : Acoustics : measurement of the influence of road surfaces on traffic noise. Part 2, the close-proximity method.
Brussel : NBN.

International Organisation for Standardization (2017)

ISO/TS 11819-3 : Acoustics : measurement of the influence of road surfaces on traffic noise. Part 3, reference tyres.
Genève : ISO.

International Organisation for Standardization (2017)

ISO/TS 13471-1 : Acoustics : temperature influence on tyre/road noise measurement. Part 1, correction for temperature when testing with the CPX method.
Genève : ISO.

Vlaamse Overheid – Agentschap Wegen en Verkeer (2019)

Standaardbestek 250 voor de wegenbouw [versie 4.1]. Hoofdstuk 6, Hoofdstuk 14.
Brussel : AWV.

European Commission (s.d.)

Rosanne-project : rolling resistance, skid resistance, and noise emission measurement standards for road surfaces.
Brussels : EC. <http://rosanne-project.eu/> Laatst geraadpleegd 30/04/2019.

Kragh, J. (ed.) (2014)

ROSANNE. Deliverable D2.3, report on the analysis and comparison of existing noise measurement methods for noise properties of road surfaces.
Brussels : European Commission (EC). <http://www.rosanne-project.eu/documents?id=7299> Laatst geraadpleegd 30/04/2019.

American Association of State Highway and Transportation Officials (2015)

AASHTO TP 76 : standard method of test for measurement of tire/pavement noise using the on-board sound intensity (OBSI) method.
Washington : AASHTO.

Oddershede, J., Bendtsen, H., Kragh, J., Sohaney, R. & Rasmussen, R. (2013)

CPX – OBSI relation in tyre/road noise measurement results.
In : Noise control for quality of life : proceedings of the 42nd international congress and exposition on noise control engineering (INTERNOISE), Innsbruck, Austria, September 15-18, 2013.
S.I. : International Institute of Noise Control Engineering (I-INCE) ; Innsbruck : Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung (ÖAL).

Lijst van de steekkaarten

1. **APL** – Meting van de langsvlakheid van wegen
2. **Cartografie** – Voor een heldere diagnose
3. **FPP** – Meting van de langsvlakheid van fietspaden
4. **FWD** – Meting van structurele kenmerken van wegen
5. **GPR** – Radiografie van wegconstructies
6. **SKM** – Meting van de stroefheid van wegen
7. **Qualidimsoftware** – Berekening van de restlevensduur van wegen
8. **Visuele inspectie voor het beheer van stedelijke en gemeentelijke wegennetten**
9. **Structurele prestatie-indicatoren voor wegbeheer**
10. **ViaBEL** – Software voor wegbeheer
11. **CPX** – Geluidsmetingen volgens de *Close ProXimity* (CPX)-methode
12. **Meting van de macro- en megatextuur van wegdekken met de laserprofielmeter**
13. **Waarneming van verkeer en conflicten met camera's**
14. **Verkeersanalyse met pneumatische telslangen**
15. **Geometrische controle van verhoogde inrichtingen op de openbare weg: verkeersdrempels en verkeersplateaus**
16. **Verkeersanalyse met dopplerradar**
17. **Meting van de stroefheid met de *Skid Resistance Tester* (SRT-slinger)**
18. **Meetstoel** – Instrument voor de beoordeling van het comfort van voetgangersverhardingen
19. **Fast-FWD** – Meting van structurele kenmerken van wegen