



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

RWS ONGECLASSIFICEERD

«Akoestische gelijkwaardigheid deklaag»

Blauwdruk protocol aantonen akoestische gelijkwaardigheid van een nieuw asfalt deklaag mengsel

Datum 3 mei 2024
Status definitief

Colofon

Uitgegeven door	GPO
Informatie	Willem-Jan van Vliet
Telefoon	
Fax	
Uitgevoerd door	Inge van Vilsteren/WillemJan van Vliet
Opmaak	
Datum	3 mei 2024
Status	Definitief
Versienummer	versie 1.0

Inhoud

Inleiding—8

Stappenplan akoestische validatie—9

Inleiding—9
Doel—9
Structuur—9

1 Fase 1 - Inventariseren van gegevens en uitgangspunten—12

1.1 Stap 1.1 - Wat is akoestisch equivalent?—12
1.1.1 Voertuigmix en voertuigsnelheden—13
1.2 Stap 1.2 - Wegdek A en Wegdek B—13
1.2.1 Inleiding—13
1.2.2 Wegdektype A—14
1.2.2.1 Referentiewegdek ZOAB 16—14
1.2.2.2 Referentiewegdek Tweelaags-ZOAB—14
1.2.2.3 Referentiewegdek Tweelaags-ZOAB-fijn—15
1.2.3 Wegdektype B—16

2 Fase 2 - AOT-onderzoek—17

Inleiding—17
2.1 Stap 2.1 - Proefstukken—17
2.1.1 Inleiding—17
2.2 Stap 2.2 - Geschiktheid voor het onderzoek—17
2.2.1 Inleiding—17
2.2.2 Proeven ten behoeve van de beoordeling van proefstukken—17
2.2.3 Beoordeling—18
2.3 Stap 2.3 - AOT-onderzoek—18
2.4 Stap 2.4 - Go or no-go op basis van het AOT-onderzoek—18
2.4.1 Inleiding—18
2.4.2 Civieltechnische beoordeling—19
2.4.3 Geluidtechnische beoordeling—19

3 Fase 3 - Geluidmetingen op proefvakken—20

Inleiding—20
3.1 Stap 3.1 - Proefvakken—20
3.1.1 Inleiding—20
3.1.2 Beoordeling proefvakken tbv CPX en SPB—20
3.1.3 De proefvakken—21
3.2 Stap 3.2 - Geschiktheid voor het onderzoek - civieltechnisch—21
3.2.1 Inleiding—21
3.2.1.1 Proeven ten behoeve van de beoordeling van de proefvakken—21
3.2.2 Beoordeling proefvakken—21
3.3 Stap 3.3 - Beoordelen geschiktheid middels CPX metingen—22
3.4 Stap 3.4 Veldmetingen geluidreductie d.m.v. SPB metingen—22

4 Beoordeling gelijkwaardigheid—23

5 **Vervolg – de aanleg-, garantie- en onderhoudsperiode—24**

5.1 Inleiding—24

5.2 Project afspraken m.b.t. kwaliteitsborging—24

5.3 Ontwikkelingen in de tijd—24

6 **Afkortingenlijst—25**

Literatuurlijst—26

Inleiding

In de contracten van Rijkwaterstaat wordt gebruik gemaakt van meerdere typen deklagen en vooral geluidreducerende deklagen. In de contracten zijn deze deklagen beschreven als "Open Deklaag", waaronder wordt verstaan; Zeer Open Asfaltbeton, Duurzaam Zeer Open Asfaltbeton, Tweelaags ZOAB, Tweelaags ZOAB-fijn.

In de Eisen Bovenbouw is de indeling van de deklaagmengsels naar wegdek categorieën gegeven in Tabel A.5-1. Indien een voorgestelde deklaag niet voldoet aan de omschrijving van één van de overige deklagen genoemd in Tabel A.5-1, dan wordt de mogelijkheid geboden de akoestische gelijkwaardigheid te bepalen volgens het protocol 12 in Eisen Bovenbouw. Daarbij is het noodzakelijk dat van het voorgestelde product C_{wegdek} -rapporten uit referentieprojecten beschikbaar zijn conform CROW-publicatie 316 (1), wat betekent dat C_{wegdek} -getallen beschikbaar zijn (octaafbandwaarden) en dat informatie is opgenomen over de herkomst van C_{tjgd} . (voor een nadere toelichting wordt verwezen naar Akoestische gelijkwaardigheid (2))

Indien een partij een deklaagmengsel aanbiedt dat niet eerder is toegepast en/of waarvan nog geen C_{wegdek} is bepaald, dan dient dit deklaagmengsel vooraf te worden gevalideerd.

Ten behoeve van de validatie van geluidreducerende deklaagmengsels hanteert Rijkwaterstaat een Blauwdruk. Afhankelijk van het type asfaltmengsel en de mogelijke risico's worden specifieke proeven gevraagd om de kwaliteit van de deklaag te beoordelen. Dit betreffen zowel civieltechnische als ook geluid specifieke onderzoeken. In dit rapport is de blauwdruk opgenomen die gevolgd moet worden om in aanmerking te komen voor de akoestische validatie van een geluidreducerend deklaagmengsel.

Naast dit rapport is tevens een blauwdruk voorhanden, die ingaat op de civieltechnische validatie van een mengsel. Hiervoor wordt verwezen naar de nota "Valideren niet-standaard asfaltmengsels met behulp van blauwdrukken" (3). Het validatieproces wordt onder auspiciën van GPO uitgevoerd. Bij voldoende resultaat wordt het asfaltmengsel vrijgegeven voor toepassing in het hoofdwegennet. Tevens wordt het asfaltmengsel op de door het Steunpunt Wegen en Geotechniek beheerde lijst gevalideerde mengsels geplaatst.

In onderhavig rapport wordt ingegaan op het stappenplan om te komen tot de akoestische validatie van het nieuwe deklaagmengsel, waarmee de akoestische gelijkwaardigheid van het toe te passen deklaagmengsel wordt aangetoond.

Stappenplan akoestische validatie

Inleiding

Doel

Bij het aantonen van akoestische gelijkwaardigheid worden twee wegdekken beschouwd, te noemen wegdek A en wegdek B.

- Wegdek A:

De akoestische gelijkwaardigheid van een nieuw deklaagmengsel wordt getoetst aan een referentiewegdek, dit is het wegdek dat als uitgangspunt is gebruikt in akoestische berekeningen bij een wegenproject. Voor rijkswegen zal dit in veel gevallen een DZOAB of tweelaags ZOAB wegdek zijn.

De technische specificaties voor de standaard asfaltmengsels zijn gedefinieerd in de vigerende Standaard RAW bepalingen (4). De specificaties van de gevalideerde niet-standaard mengsels zijn bekend bij het Steunpunt Wegen en Geotechniek.

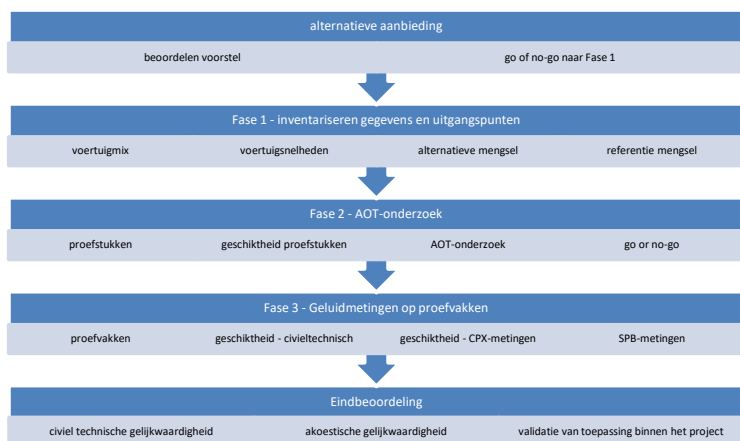
De akoestische eigenschappen van deklaagtypen zijn vastgelegd in CROW-publicatie 316 (1) als zijnde de wegdekcorrectie (C_{wegdek}).

- Wegdek B:

Dit betreft het nieuwe deklaagmengsel dat nog moet worden gevalideerd voor toepassing op het HWN. Dit is een wegdek dat niet beschreven is in de RAW-2015, niet is opgenomen in de lijst 'gevalideerde producten' of waarvan voor het relevante toepassingsgebied nog geen wegdekcorrectie bekend is.

Structuur

Om te komen tot een beoordeling van de akoestische gelijkwaardigheid worden in totaal 3 fases doorlopen, onderverdeeld in meerdere stappen. Deze stappen zijn per fase in de volgende hoofdstukken nader uitgewerkt. In het volgende schema zijn de fasen op hoofdlijnen beschreven.



Per fase is er sprake van meerdere stappen. Deze zijn weergegeven in het volgende schema.

Fase 1 – Inventariseren van gegevens en uitgangspunten		
Stap 1.1	Wat is akoestisch equivalent?	De eis in het contract wordt omgezet naar een eis t.a.v. de geluidreductie die gesteld wordt aan de deklaag. De geluidreductie wordt bepaald bij een vooraf vastgelegde <u>voertuigmix</u> (verhouding tussen lichte en zware motorvoertuigen) en (gemiddelde) <u>voertuigsnelheden</u> .
Stap 1.2	Wegdek A en wegdek B	Specificatie van het asfaltmengsel dat als uitgangspunt is genomen, als <u>referentie</u> (wegdek A), Vastleggen van de uitgangspunten en specificatie voor het <u>nieuwe asfaltmengsel</u> (wegdek B).
Fase 2 – AOT-onderzoek ten behoeve van eerste geluid-indicatie		
Stap 2.1	Proefstukken	Vervaardigen van proefstukken in laboratorium conform specificaties
Stap 2.2	Geschiktheid voor het onderzoek	Beoordelen van de proefstukken m.b.t. civieltechnische parameters; Verificatie of het proefstuk voldoet aan de specificatie
Stap 2.3	AOT-onderzoek	De geluidemissie wordt berekend voor beide wegdekken A en B op basis van de oppervlakte-textuur, akoestische absorptie en stromingsweerstand
Stap 2.4	Go/no go	Afhankelijk van het resultaat van deze AOT-fase wordt de procedure voortgezet. In de opvolgende fase wordt de akoestische gelijkwaardigheid op basis van SPB-metingen aan een of meerdere proefvakken aangetoond.
Fase 3 – Geluidmetingen op proefvakken		
Stap 3.1	Proefvakken	Toets op geschiktheid van de proefvaklocatie voor het uitvoeren van SPB geluidmetingen en <u>aanleggen van referentiewegvak(ken)</u>

Stap 3.2	Geschiktheid voor het onderzoek	Beoordelen van de proefvakken m.b.t. civiel-technische parameters; Verificatie of het proefvak voldoet aan de specificatie.
Stap 3.3	Veldmetingen - geschiktheid	CPX-metingen t.b.v. beoordeling van homogeniteit de proefvakken
Stap 3.4	Veldmetingen - geluidreductie	SPB-metingen t.b.v. bepaling geluidreductie
Eindbeoordeling		
	Eindbeoordeling	Eindbeoordeling die al dan niet leidt tot validatie van toepassing binnen het project
Vervolg		
	Aanleg	Projectafspraken ten behoeve van de aanleg van het <u>nieuwe mengsel</u> (wegdek B) in het project inclusief te hanteren toleranties
	Metingen	Uitvoeren van veldmetingen t.b.v bepaling $C_{initieel}$ en C_{tijd}

Voor de vaststelling van de akoestische gelijkwaardigheid aan het referentiemengsel is het uitgangspunt dat het bovenstaande stappenplan wordt gevolgd. Bij uitzondering kan hiervan worden afgeweken, mits dit is onderbouwd en in overleg met RWS is besloten.

1 Fase 1 - Inventariseren van gegevens en uitgangspunten

1.1 Stap 1.1 - Wat is akoestisch equivalent?

Contracteisen door specificeren naar eisen aan de deklaag

Veelal zijn in het contract eisen gesteld aan de geluidreductie van het wegdek. Deze zijn bijvoorbeeld als volgt geformuleerd:

"De Infrastructuur RWS dient, op de weggedeelten zoals in het Tracébesluit vastgesteld, op de Beschikbaarheidsdatum en steeds wanneer er een nieuwe verharding wordt aangebracht akoestisch minimaal te voldoen aan de eisen voor (meerlaags) ZOAB, zoals vermeld in de CROW publicatie 316 'De wegdekcorrectie voor geluid van wegverkeer 2012' (1)". Deze functionele eis is in algemene termen opgesteld en dient verder te worden uitgewerkt om in de praktijk te kunnen worden geverifieerd.

Daarnaast kan het ook zijn dat in het contract specifiek gevraagd wordt om een bepaald wegdektype met een beoogde minimale geluidreductie uitgedrukt in dB.

Voorafgaand aan alle onderzoeken naar een nieuw deklaagmengsel wordt eerst vastgelegd wat de eisen zijn waaraan het toe te passen deklaag moet voldoen. Eén van die eisen aan het toe te passen deklaag is de geluidreductie.

Geluidreductie in akoestische modellen

De geluidreductie van een wegdek wordt in rekenmodellen in rekening gebracht met de zogenoemde wegdekcorrectiefactor die wordt bepaald met de methode C_{wegdek} . Deze methode beschrijft de geluidreductie van een wegdek als een verandering van de geluidemissie ten opzichte van het referentiewegdek in het Reken- en Meetvoorschrift geluid – bijlage 3 "wegverkeersgeluid" (AC_surf in gemiddelde onderhoudstoestand).

In de bepalingmethode C_{wegdek} 2012 wordt voor de wegdekcorrectie niet langer van een initiële geluidprestatie uitgegaan, maar van een "levensduurgemiddelde" waarde. Het gedrag van de geluideigenschappen in de tijd wordt daarmee in de C_{wegdek} -waarde meegenomen.

Ten eerste is de geluidreductie afhankelijk van het wegdektype. Daarnaast is de geluidreductie afhankelijk van:

- De voertuigmix (verhouding van aantallen lichte en zware motorvoertuigen). De geluidreductie wordt uitgedrukt in een reeks coëfficiënten voor lichte motorvoertuigen (lmv), en een reeks coëfficiënten voor zware motorvoertuigen (zmv). Deze coëfficiënten zijn frequentieafhankelijk, maar niet afhankelijk van de snelheid.
- De (gemiddelde) voertuigsnelheden. De snelheidsafhankelijkheid wordt met een enkele aparte coëfficiënt beschreven.

Geluidreductie en een akoestisch equivalent wegdektype

Een aangeboden wegdektype (deklaagmengsel) is exact akoestisch equivalent met het contract-wegdektype als de C_{wegdek} coëfficiënten van het aangeboden wegdektype overeenkomen met de C_{wegdek} coëfficiënten van het contract wegdek. In de praktijk is dit echter niet altijd te realiseren en tevens is dit ook niet noodzakelijk. De nauwkeurigheid van de bepalingmethode van de geluidreductie moet namelijk worden meegenomen in de verificatie. Verder is het wenselijk om ook enige vrijheid te bieden om daarmee innovatie mogelijk te maken.

In deze blauwdruk is om deze redenen het uitgangspunt aangehouden dat een wegdek akoestisch equivalent is wanneer het aangeboden wegdektype dezelfde of een verbeterde "initiële" geluidreductie heeft als het contract-wegdektype (de referentie). De terugloop van de geluidreductie door veroudering is een aandachtspunt bij het monitoren van de deklaageigenschappen in de gebruiksfase.

De eis ten aanzien van de "initiële" geluidreductie wordt daarbij uitgedrukt in een één-getalswaarde in dB. Daarbij moeten dan altijd randvoorwaarden worden meegegeven om de omstandigheden het wegdektype te beschrijven waarbij de betreffende geluidreductie van toepassing is. Het gaat dan onder andere om de beschrijving van de voertuigmix en van toepassing zijnde voertuigsnelheden.

1.1.1 Voertuigmix en voertuigsnelheden

Bij het specificeren van de eis ten aanzien van de geluidreductie van de toe te passen deklaag, en bij de verificatie aan deze eis moet een keuze gemaakt worden voor de te hanteren voertuigsnelheden en de verkeerssamenstelling voor lichte - en zware motorvoertuigen (lmv en zmv).

Deze gegevens kunnen worden herleid uit het akoestisch onderzoek bij het tracé besluit. Het uitgangspunt is dat de voertuigsnelheid en -samenstelling van het wegverkeer van het wegvak overeenkomstig het akoestisch onderzoek wordt toegepast.

Het specificeren van de toe te passen typen deklagen en de voertuigsnelheden en de verkeerssamenstelling is een verantwoordelijkheid van de opdrachtgever, over het algemeen de projectleider van Rijkswaterstaat, die verantwoordelijk is voor de aanbesteding. Bij voorkeur worden de eisen ten aanzien van de geluidreductie opgenomen in de eisen bij de aanbesteding of worden de relevant van toepassing zijnde documenten (akoestisch rapport) van het besluit toegevoegd. Dit is de verantwoordelijkheid van de opdrachtgever (RWS).

De opdrachtnemer (aannemer) heeft alleen de verantwoordelijkheid om bij het ontbreken van deze gegevens, de gegevens op te vragen bij RWS.

Indien de gegevens niet beschikbaar zijn, dan kan als handreiking gebruik worden gemaakt van de uitgangspunten die worden gehanteerd in bijlage CSB 13 van de Eisen, zoals hieronder zijn overgenomen (Appendix 5 Geluidreductie deklagen).

Standaard rekensnelheid en samenstelling verkeer	niet auto(snel)wegen		auto(snel)wegen	
lichte motorvoertuigen	80 km/u	90 %	115 km/u	70 %
zware motorvoertuigen	70 km/u	10 %	85 km/u	30 %

1.2 Stap 1.2 - Wegdek A en Wegdek B

1.2.1 Inleiding

Om een nieuw deklaagmengsel (wegdek B) te kunnen beoordelen wordt dit vergeleken met het type deklaag zoals aangegeven in het contract (wegdek A). Het wegdek A zijn de reeds bekende wegdektypen, waarin over het algemeen wordt verwezen in het contract. Voor rijkswegen zal dit in veel gevallen een duurzaam ZOAB, tweelaags ZOAB of tweelaags-ZOAB-fijn wegdek zijn. De technische specificaties van deze wegdektypen zijn gedefinieerd in de standaard RAW

bepalingen, de akoestische eigenschappen, zijnde de wegdekcorrectie (C_{wegdek}) zijn gepubliceerd op de site van Infomil.

In deze stap in het onderzoek wordt eenduidig vastgelegd welk type wegdek als referentie zal dienen, het zogenaamde wegdek A. Daarbij wordt naast de samenstelling van het asfaltmengsel, tevens de laagdikte(n), de streefdichtheid en het percentage holle ruimte in het mengsel of mengsels vastgelegd. Dit zijn de eisen die Rijkswaterstaat stelt aan het toe te passen wegdek A in het contract.

Vervolgens zijn ook de eisen om een nieuw toe te passen wegdek te kunnen beschrijven, het zogenaamde wegdektype B, vastgelegd. Denk hierbij aan een beschrijving van het asfalt mengsel en de eigenschappen van het aan te brengen wegdek B, zoals laagdikte, holle ruimte en streefdichtheid, maar ook relevante aspecten bij de verwerking van het wegdek zoals bijvoorbeeld de methode van verwerken en verdichten.

1.2.2 Wegdektype A

Van de asfaltmengsels die Rijkswaterstaat standaard toepast is de C_{wegdek} bepaald en is tevens de laagdikte en het percentage holle ruimte bekend dat hoort bij deze C_{wegdek} . Een proefvak dat wordt gebruikt als referentie dient te worden aangelegd met dezelfde laagdikte en holle ruimte. Om te komen tot een goed resultaat voor de gemiddelde geluidreductie van het proefvak is het noodzakelijk dat binnen het proefvak weinig fluctuaties aanwezig zijn in laagdikte en/of percentage holle ruimte. Zodoende dat een homogeniteitseis wordt aangehouden.

1.2.2.1. Wegdektype ZOAB 16

Wanneer het referentievak een ZOAB 16 deklaag betreft dan zal de productie en aanleg hiervan moeten voldoen aan de Specificaties Ontwerp Asphaltverhardingen (SOA) (5).

Proefstukken en proefvakken die worden gebruikt als referentie moeten tevens voldoen aan de onderstaande parameters.

Mengsel	ZOAB 16+	
Laagdikte	Gemiddeld:	55,0 mm
	Tolerantie op gemiddelde ($n > 9$)	-2mm/ +2mm
	Tolerantie individueel monster	-5mm/ +5mm
Percentage holle ruimte	Gemiddeld:	20,6 %
	Tolerantie op gemiddelde ($n > 9$)	-2,5%/ +3%
	Tolerantie individueel monster	-5%/ +5%

1.2.2.2. Wegdektype Tweelaags-ZOAB

Wanneer het referentievak een tweelaags zeer open asfalt deklaag betreft dan zal de productie en aanleg hiervan moeten voldoen aan de Specificaties Ontwerp Asfaltverhardingen (SOA) (5). Proefstukken en proefvakken die worden gebruikt als referentie moeten voldoen aan de onderstaande parameters.

Mengsel	2L-ZOAB: onderlaag 11/16 en toplaag 4/8	
Totale laagdikte	Gemiddeld:	75 mm
	Tolerantie op gemiddelde (n≥5)	-2mm/ +2mm
Toplaag 4/8		
Laagdikte	Gemiddeld:	27 mm
	Tolerantie op gemiddelde (n>9)	-2mm/ +2mm
	Tolerantie individueel monster	-5mm/ +5mm
Percentage holle ruimte	Gemiddeld:	24,5 %
	Tolerantie op gemiddelde (n>9)	-2,5%/ +5%
	Tolerantie individueel monster	-5%/ +5%
Onderlaag		
Laagdikte	Gemiddeld:	48,0 mm
	Tolerantie op gemiddelde (n>9)	-2mm/ +2mm
	Tolerantie individueel monster	-5mm/ +5mm
Percentage holle ruimte	Gemiddeld:	23,0 %
	Tolerantie op gemiddelde (n>9)	-2,5%/ +5%
	Tolerantie individueel monster	-5%/ +5%

Gebaseerd op Eindrapportage Zebravakken [xxx]

Met opmerkingen [J.L.M.1]: De gevraagde laagdiktes van zijn gebaseerd op waarnemingen uit IPG proefvakken. Zijn op basis hiervan de Cw destijds op bepaald? Als er ook andere wegvakken zijn betrokken bij de bepaling van Cw, moet de laagdikte en holle ruimte van deze deklagen worden gecheckt

1.2.2.3. Wegdektype Tweelaags-ZOAB-fijn

Wanneer het referentievak een tweelaags ZOB fijn deklaag betreft dan zal de productie en aanleg hiervan moeten voldoen aan de Specificaties Ontwerp Asfaltverhardingen (SOA) (5). Proefstukken en proefvakken die worden gebruikt als referentie moeten voldoen aan de onderstaande parameters.

Mengsel	2L-ZOAB: onderlaag 11/16 en toplaag 2/6	
Totale laagdikte	Gemiddeld:	76 mm
	Tolerantie op gemiddelde (n≥5)	-2mm/ +2mm
Toplaag 2/6		
Laagdikte	Gemiddeld:	24 mm
	Tolerantie op gemiddelde (n>9)	-2mm/ +2mm
	Tolerantie individueel monster	-5mm/ +5mm
Percentage holle ruimte	Gemiddeld:	22,0 %
	Tolerantie op gemiddelde (n>9)	-2,5%/ +3%
	Tolerantie individueel monster	-5%/ +5%
Onderlaag 11/16		
Laagdikte	Gemiddeld:	52,0 mm

Met opmerkingen [J.L.M.2]: Is dat representatief voor TLZOAB (fijn)? Het waren relatief korte vakjes en de aannemers hadden nog niet veel ervaring met TLZOAB (fijn).

	Tolerantie op gemiddelde (n>9)	-2mm/ +2mm
	Tolerantie individueel monster	-5mm/ +5mm
Percentage holle ruimte	Gemiddeld:	24,0 %
	Tolerantie op gemiddelde (n>9)	-2,5%/ +3%
	Tolerantie individueel monster	-5%/ +5%

Gebaseerd op Eindrapportage Zebravakken [xxx]

1.2.3

Wegdektype B

Ook het nieuwe wegdektype B zal eenduidig moeten worden omschreven. Hierbij dienen vergelijkbare parameters vooraf te worden vastgelegd om het mengsel te definiëren. Afhankelijk van het type mengsel kan het nodig zijn om ook andere parameters vast te leggen om het mengsel goed te karakteriseren.

Mengsel	Nieuwe PA-deklaag		
Laagdikte	Gemiddeld:		mm
	Tolerantie op gem.:		mm
Percentage holle ruimte	Gemiddeld:		
	Tolerantie op gem.:		
Type materialen + percentages	Steen		%
	Zand		%
	Vulstof		%
	Bindmiddel		%
	Afdruipremmer		%
	Additieven		%
Streefdichtheid			Kg/m ³
Dichtheid mengsel			Kg/m ³
Korrelverdeling			
R&K, Pen, Penetratie-index			

2 Fase 2 - AOT-onderzoek

Inleiding

Met behulp van de AOT (Acoustic Optimisation Tool) kan de geluidemissie voor de voertuigmix uit paragraaf 1.1.1 worden berekend voor de twee wegdektypes: Wegdek B en de referentie deklaagmengsel Wegdek A. Indien de geluidemissie van wegdek B minimaal gelijkwaardig is aan die van het referentie wegdek A, dan wordt wegdek B als akoestisch gelijkwaardig (equivalent) beschouwd.

Van een of meerdere proefstukken worden de relevante invoerparameters voor AOT (oppervlaktetextuurprofiel, akoestische absorptie en stromingsweerstand) bepaald. Op basis van deze invoerparameters wordt met het AOT-model een voorspelling gedaan van het geluidniveau van de wegdekken A en B. Door het resultaat van wegdek B te vergelijken met die van wegdek A wordt de akoestische gelijkwaardigheid wel of niet aangetoond.

2.1 Stap 2.1 - Proefstukken

2.1.1 Inleiding

Ten behoeve van het onderzoek met AOT worden boorkernen gebruikt. Deze boorkernen kunnen worden verkregen uit de weg of uit de in een laboratorium vervaardigde platen.

Voorafgaand aan het vervaardigen van deze platen dient door het instituut, dat het AOT-onderzoek uitvoert, moeten worden nagegaan aan welke eisen de proefstukken moeten voldoen. Het minimum aantal proefstukken dat met AOT onderzocht moet worden is vijf. Van elk van de proefstukken dienen tevens de civieltechnische parameters te worden bepaald. Dit laatste is beschreven in de blauwdruk die ingaat op de civieltechnische validatie van een mengsel.

In algemeenheid geldt dat de monsters van het referentie wegdek die onderzocht worden moeten overeenkomen met de eisen aan het mengsel zoals deze zijn vermeld in paragraaf 1.2.2.

2.2 Stap 2.2 - Geschiktheid voor het onderzoek

2.2.1 Inleiding

Er moeten civieltechnische proeven uitgevoerd worden om te beoordelen of de proefstukken voldoen aan de specificaties, zowel van de referentie als ook van het nieuwe mengsel. Indien de proefstukken van voldoende kwaliteit zijn, kan het onderzoek verder doorgezet worden. Indien dit niet het geval is, zal een nieuwe set proefstukken gemaakt moeten worden die wel aan de specificaties voldoen.

2.2.2 Proeven ten behoeve van de beoordeling van proefstukken

Om vast te stellen of de proefstukken geschikt zijn voor het onderzoek zijn de onderstaande proeven noodzakelijk ter beoordeling dat het beoogde mengsel cq. type deklaag is gerealiseerd:

-Visuele beoordeling van het oppervlak

- Bepaling van de laagdikte
- Bepaling van het percentage holle ruimte (per wegdektype) ter beoordeling dat het beoogde proefstuk is gerealiseerd en of de beoogde akoestische absorptie kan worden gerealiseerd.
- Daadwerkelijke korrelverdeling ter beoordeling dat het beoogde mengsel is gerealiseerd en of de juiste korrelstapelning kan worden bereikt (gericht op oppervlaktetextuur).

2.2.3 *Beoordeling*

Bij de beoordeling van de proefstukken van het nieuwe wegdekmengsel (B) zal door de aannemer zelf afgewogen moeten worden of de resultaten voldoende vertrouwen geven om deze proefstukken te gebruiken bij de AOT-berekeningen. Indien ook van de referentie deklaag (A) proefstukken beschikbaar zijn voor de AOT-analyse, dan moeten de resultaten van de bovenstaande proeven overeenkomen met de eisen uit paragraaf 1.2.2. Indien de proefstukken voldoen aan de gestelde eisen, dan kunnen deze als referentie voor het onderzoek worden gebruikt.

2.3 **Stap 2.3 - AOT-onderzoek**

De procedure voor de AOT-berekeningen is als volgt:

1. Met AOT-berekeningen wordt de geluidemissie voor lichte motorvoertuigen(lmv) en zware motorvoertuigen(zmv) bepaald.
2. Op basis van proefplaten/gerealiseerde wegdekken worden de AOT-invoerparameters voor het wegdektypen A en B gemeten en bepaald.
3. Het verschil in geluidemissie tussen referentie A en wegdek B wordt bepaald voor lichte- en zware motorvoertuigen (ΔL_{lmv} en ΔL_{zmv}).
4. Voor parameters waar geen wijziging plaatsvindt, kan gebruik gemaakt worden van bestaande gegevens. Een voorbeeld is oppervlaktetextuur van tweelaags ZOAB, deze wijzigt niet zolang gebruik wordt gemaakt van de standaard toplaag van TLZOAB met een 4/8 gradering. Ook indien referentie A en Wegdek B beide hetzelfde type steen en gradering toepassen, mag worden uitgegaan van identieke oppervlaktetextuur.
5. Met behulp van een Standaard-rekenmethode 1 (SRM1) berekening wordt de geluidemissie van het wegdek B bepaald voor de vastgestelde voertuigmix en snelheden $L_{wegdekB}$.
6. Daarnaast wordt met een vergelijkbare SRM1 berekening de totale geluidemissie van de referentie A bepaald voor dezelfde voertuigmix en snelheden. $L_{wegdekA}$.
7. Als eis geldt: $L_{wegdekB} \leq L_{wegdekA}$.

2.4 **Stap 2.4 – Go/no go op basis van het AOT-onderzoek**

2.4.1 *Inleiding*

Op basis van de uitkomsten van AOT wordt aangetoond of het nieuwe asfaltmengsel een realistische kans heeft om zich in de praktijk te bewijzen. Van het asfaltmengsel worden de geluid- en civieltechnische beoordelingscriteria gepresenteerd aan een expertteam van Rijkswaterstaat.

Op basis van consensus in het expertteam wordt een keuze gemaakt voor het al dan niet doorgaan naar fase 3 en (indien van toepassing) met welk(e) asfaltmengsel(s) dit zal plaatsvinden.

2.4.2 *Civiltechnische beoordeling*

Aanbevolen wordt om in deze fase van het project ook de civiltechnische aspecten te beoordelen en vast te leggen. Voorkomen moet worden dat het mengsel niet voldoet aan de gestelde civiltechnische aspecten, en daardoor niet geschikt wordt geacht voor toepassing in autosnelwegen.

2.4.3 *Geluidtechnische beoordeling*

Door het AOT resultaat van het nieuwe asfaltmengsel (B) te vergelijken met die van de referentie (A) kan de akoestische gelijkwaardigheid worden aangetoond. Wanneer de geluidemissie van wegdek B voldoet aan de eis: $L_{\text{wegdekB}} < L_{\text{wegdekA}}$ of $L_{\text{wegdekB}} = L_{\text{wegdekA}}$, dan is er voldoende zekerheid om door te gaan naar de volgende fase. Dit betreft dan het realiseren van proefvakken (A en B), en het uitvoeren van geluidmetingen op deze proefvakken.

3 Fase 3 – Geluidmetingen op proefvakken

Inleiding

De geschiktheid van het beoogde nieuwe asfaltmengsel als akoestisch gelijkwaardig alternatief wordt in deze fase vastgesteld door vergelijkingsmetingen uit te voeren aan een proefvak met het nieuwe asfaltmengsel (wegdek B) en een nieuw aangelegd referentievak (wegdek A).

De proef- en referentie-vakken worden aansluitend achter elkaar aangelegd op een nader te bepalen snelweglocatie waar geen beperkingen zijn voor het uitvoeren van SPB-geluidmetingen. Een belangrijke randvoorwaarde voor de keuze van het wegdek is, een voldoende aanbod van zware motorvoertuigen (zwaar wegverkeer). Het mag echter ook weer niet te druk zijn, omdat er dan sprake kan zijn van een te hoog achtergrondniveau. Hierdoor is het lastig om een correcte geluidmeting uit te voeren. De geschiktheid van een proeflocatie moet in overleg met de geluidexpert van RWS worden afgestemd.

Indien met het beoogde nieuwe asfaltmengsel, wegdek B, dezelfde of een betere initiële geluidreductie wordt behaald als op het referentievak, wegdek A, dan wordt het nieuwe asfaltmengsel gezien als een akoestisch gelijkwaardig alternatief.

3.1 Stap 3.1 - Proefvakken

3.1.1 Inleiding

Voor de daadwerkelijke geluidmetingen zijn proefvakken op een nader te bepalen wegdek van een rijksweg van belang. In de volgende paragrafen is aangegeven aan welke eisen dergelijke proefvakken moeten voldoen.

3.1.2 Beoordeling proefvakken ten behoeve van CPX- en SPB-metingen

De oorspronkelijke C_{wegdek} van de referentie (deklaagtype A) is bepaald op basis van minimaal 5 verschillende wegvakken. Onderling kunnen deze wegvakken enigszins verschillen. Ook kan de laagdikte en het percentage holle ruimte binnen een wegvak enigszins variëren, zij het binnen grenzen.

Van de asfaltmengsels die Rijkswaterstaat standaard toepast is de C_{wegdek} bepaald en is tevens de laagdikte die hoort bij deze C_{wegdek} bekend. Een wegvak dat wordt gebruikt als referentie zal, om geschikt te zijn als referentie, aangelegd moeten worden met dezelfde laagdikte en holle ruimte. Uiteraard is het onmogelijk om wederom exact dezelfde minimale, maximale en gemiddelde laagdikte te bereiken. Zodoende wordt gewerkt met streefwaarden voor de gemiddelde laagdikte en holle ruimte die in het proefvak moeten worden gerealiseerd.

In algemeenheid geldt dat de monsters van de referentie (Wegdektype A), die onderzocht worden, moeten overeenkomen met de specificaties van het referentiemengsel zoals deze zijn vermeld in paragraaf 1.2.2.

Het is van belang voor de nauwkeurigheid dat de proefvakken homogeen worden aangelegd. Beoordeling van de akoestische geschiktheid vindt plaats met CPX metingen, conform de methode die is beschreven in het EU-project SILVIA. Als de proefvakken niet homogeen zijn, dan moeten er meerdere SPB-metingen worden uitgevoerd.

De homogeniteitseis is daarmee van belang voor het kunnen toetsen van de geluidreductie.

3.1.3 De proefvakken

Lijst met eisen ten aanzien van de proefvaklocatie:

- a. De proefvakken (met wegdek A en B) hebben elk een minimale lengte ¹ van 120 m¹. Aanbevolen wordt een wegvaklengte van minimaal 200 m aan te houden.
- b. De vakken worden aangebracht op minimaal de rechter rijstrook en de vluchtstrook (RR en VL), en op een vlakke ondergrond. Dat kan zijn een nieuwe tussenlaag of een fijn gefreesd oppervlak (vlak in dwars- en langsrichting).
- c. Beide vakken worden civieltechnische beoordeeld aan de hand van boorkernen. Bij vakken met een lengte van 120 m worden elke 20 m minimaal op 2 posities kernen genomen (RR en VL, op totaal minimaal 10 posities). Bij lange proefvakken wordt minimaal op 10 posities kernen genomen en altijd minstens twee per 2000 m². Het doel is om binnen de lengte van het proefvak de variatie in laagdikte en holle ruimte te bepalen. De boorkernen worden genomen in en direct naast de te onderzoeken (rechter) rijstrook, waarbij de monsters verspringend over het wegvak worden genomen, hierbij rekening houdend dat in de rijsporen en 0,5 meter uit de sporen geen boorgaten gemaakt worden om verstoring van de geluidsmeting en vroegtijdige schade te voorkomen.
- d. De wegdekeigenschappen (textuur, absorptie, stromingsweerstand) van beide proef- en referentievak worden gemeten (rondom de beoogde SPB-locatie) om de conformiteit van de proef- en referentievakken met de ontwerpspecificaties vast te stellen.

3.2 Stap 3.2 - Geschiktheid voor het onderzoek - civieltechnisch

3.2.1 Inleiding

Er moeten civieltechnische proeven uitgevoerd worden om te beoordelen of de proef- en referentievakken voldoen aan de eisen. Het onderzoek met geluidmetingen kan pas verder doorgezet worden na goedkeuring van de vakken. (eventueel nieuwe proef- en/of referentievakken aanleggen).

3.2.1.1. Proeven ten behoeve van de beoordeling van de proef- en referentievakken
Ten behoeve van de beoordeling van de geschiktheid van de proef- en referentievakken zijn 3 parameters maatgevend:

1. Laagdikte (gemiddelde laagdikte + variatie rond het gemiddelde) ten behoeve van de beoordeling van homogeniteit en vaststelling dat de wegvakken zijn gerealiseerd zoals beoogd was.
2. Bepaling van het percentage holle ruimte ter beoordeling dat het beoogde mengsel is gerealiseerd en de beoordeling van homogeniteit.
3. Daadwerkelijke korrelverdeling in de proefvakken ter beoordeling dat het beoogde mengsel is gerealiseerd en of de juiste korrelstapelings kan worden bereikt.

3.2.2 Beoordeling proefvakken

¹ Bij het bepalen van de homogeniteit van het wegvak wordt uitgegaan van een minimale wegvaklengte van 120 meter. Voor de homogeniteit is minstens 100 meter vereist. De eerste 20 meter van een wegvak worden niet worden meegenomen voor de homogeniteit. Aanbevolen wordt een wegvaklengte van minimaal 200m.

Bij de beoordeling van de proefvakken voor wegdektype B zal door de aannemer zelf moeten worden afgewogen of de resultaten voldoende vertrouwen geven om deze proefvakken te gebruiken bij de geluidmetingen. Voor het referentiewegdek, wegdek type A, moeten de resultaten van de civieltechnische proeven voldoen aan de eisen uit paragraaf 1.2.2.

Het daadwerkelijk aantonen van de akoestische gelijkwaardigheid wordt gedaan met SPB-metingen. Voorafgaand aan de SPB-metingen wordt allereerst met CPX-metingen bepaald of het proefvak voldoende homogeen is qua geluidreductie.

3.3 Stap 3.3 – Beoordelen geschiktheid middels CPX metingen

Om de homogeniteit van de geluidreductie vast te stellen wordt een CPX-meting uitgevoerd op zowel wegdek A als wegdek B.

De CPX-metingen moeten voldoen aan de volgende eisen:

- Het CPX-instrument moet voldoen aan eisen uit norm ISO/DIS 11819-2 en hebben deelgenomen aan het meest recente ringvergelijk CPX (CROW).
- De CPX-meting wordt uitgevoerd met meetbanden SRTT (L+R) en AVON-AV4 (L+R) bij 80 km/h. Het meetresultaat per 20m lengte moet worden bepaald door middeling over linker en rechter wielspoor, en totaal over een minimale evaluatielengte van 100 m.
- Per 20 meter mag het CPX resultaat maximaal 0,5 dB afwijken van het gemiddelde CPX resultaat. Het wegvak wordt als homogeen beschouwd wanneer 90% van de 20 meter segmenten binnen aan deze eis valt.

3.4 Stap 3.4 Veldmetingen geluidreductie door middel van SPB-metingen

De akoestische gelijkwaardigheid dient te worden aangetoond met SPB-metingen.

De SPB-metingen moeten voldoen aan de volgende eisen:

- Indien het wegdek als homogeen mag worden beschouwd kan worden volstaan met één SPB-meting per proefvak. De SPB-meting wordt uitgevoerd in het midden van het wegvak van 100 meter.²
- De SPB-metingen worden conform ISO 11819-1 uitgevoerd. De metingen vinden gelijktijdig/ simultaan/gecorreleerd plaats op de beide proefvakken om verschillen in geluidreductie als gevolg van verschillen in voertuigsamenstelling zoveel mogelijk te minimaliseren. (Gepaard meten zwaar verkeer is meest relevant).
- De SPB-metingen wordt uitgevoerd op 3 m en 5 m hoogte.
- Het SPB-resultaat wordt bepaald bij de relevante snelheden (voor lichte motorvoertuigen en zware motorvoertuigen).
- De toets wordt uitgevoerd na middeling van de SPB waarden op 3 m en 5 m hoogte.
- Met behulp van een SRM1 berekening wordt de geluidemissie van het wegdek B bepaald voor de vastgestelde voertuigmix en snelheden ($L_{\text{alternatief}}$).
- Daarnaast wordt met een vergelijkbare SRM1 berekening de geluidemissie van wegdek A bepaald voor dezelfde voertuigmix en snelheden ($L_{\text{referentie}}$).
- Tot slot wordt getoetst aan de eis: $L_{\text{alternatief}} - L_{\text{referentie}} \leq 0$ dB

² Indien het wegvak niet als homogeen mag worden beschouwd moeten er 2 SPB metingen per wegvak worden uitgevoerd met een minimale onderlinge afstand van 25m. Het SPB resultaat is dan het gemiddelde van de 2 SPB metingen.

4 Beoordeling gelijkwaardigheid

De uiteindelijke beoordeling of het voorgestelde asfaltmengsel (akoestisch) gelijkwaardig is, wordt uitgevoerd door Rijkswaterstaat. Dit wordt gedaan zowel op basis van (alle) gegevens uit de civieltechnische onderbouwing als ook (alle) gegevens uit de akoestische onderbouwing. Deze twee samen moeten Rijkswaterstaat voldoende vertrouwen geven voor de toepassing van het asfaltmengsel op het hoofdwegennet, zowel bij aanleg als ook in de beheer- en onderhoudsfase.

5 Vervolg – de aanleg-, garantie- en onderhoudsperiode

5.1 Inleiding

Indien in fase 3 besloten is dat het nieuwe asfaltmengsel als deklaag toegepast mag worden binnen het contract, zal tevens moeten worden afgesproken hoe om te gaan met de kwaliteitsborging.

Wanneer de akoestische gelijkwaardigheid is aangetoond op basis van de metingen in fasen 2 en 3, geldt dit uiteraard alleen voor de initiële geluidreductie van het nieuwe wegdek binnen het proefvak. Om de equivalentie aan de C_{wegdek} aan te tonen, is er kennis over de akoestische ontwikkeling in de tijd noodzakelijk.

5.2 Project afspraken met betrekking tot de kwaliteitsborging

Bij de standaard deklagen ZOAB en tweelaags ZOAB is er voldoende ervaring vanuit het verleden beschikbaar waardoor kan worden verwezen naar de Standaard RAW Bepalingen 2015 en naar de Richtlijn tweelaags ZOAB van Bouwend Nederland (6).

Voor het nieuwe deklaagmengsel (wegdek B) zijn dergelijke ervaringen niet voorhanden en zal zodoende een projectspecifiek kwaliteitsdocument moeten worden opgesteld.

Vanuit de projectuitvoering zal tevens voorafgaand aan de aanleg van de deklaag van de weg afgestemd moeten zijn welke toleranties worden geaccepteerd voor de nieuwe deklaag na aanleg. Daarbij dient tevens te worden vastgelegd welke acties benodigd zijn bij eventueel niet voldoen aan deze toleranties.

5.3 Ontwikkelingen in de tijd

Het ontbreken van de C_{tijd} is een risico bij de acceptatie van het nieuwe deklaagmengsel. Relevant is dat de geluidreductie gemiddeld over de levensduur van de deklaag gelijk is aan die van de referentie.

Na acceptatie en realisatie van het nieuwe deklaagmengsel is het daarom verplicht om de akoestische prestatie van het wegdek te monitoren in de tijd. Het wegdek wordt gemeten 2, 5, 8 en 11 jaar na aanleg.

Uiteraard zal ook in deze fase wederom gelijktijdig een civieltechnisch onderzoek worden uitgevoerd. Te denken valt aan de controle van de stroefheid, spoordiepte en waterdoorlatendheid als ook een visuele inspectie ten behoeve van de beoordeling van aanwezigheid van schades (rafeling/ scheurvorming/vervorming). De mate van rafeling en scheurvorming in de tijd kan worden vastgesteld door jaarlijks Laser Crack Measurement System (LCMS) metingen uit te voeren.

6 Definities en Afkortingenlijst

SRM1	
SPB	
CPX	
AOT	
lvm	
zvm	
LCMS	

7 Literatuurlijst

1. De wegdekcorrectie voor het geluid van wegverkeer 2012. *CROW-publicatie 316*. sl : CROW, september 2012.
2. Akoestische gelijkwaardigheid. *Toelichting protocol akoestische gelijkwaardigheid voor gebruik bij Componentspecificatie Bovenbouw*. sl : Rijkswaterstaat, december 2012.
3. Valideren niet-standaardasfaltmengsel met behulp van blauwdrukken.
4. Standaard RAW Bepalingen 2015. Ede : CROW, 2015.
5. Specificaties Ontwerp Asfaltverhardingen. sl : Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Dienst Grote Projecten en Onderhoud, oktober 2014.
6. Richtlijn Tweelaags ZOAB. Zoetermeer : Bouwend Nederland, Vakgroep Bitumineuze Werken (VBW), januari 2016.
7. De methode Cwegdek 2002 voor wegverkeersgeluid. *CROW-publicatie 200*. sl : CROW, april 2004.
8. Componentspecificatie Bovenbouw versie 1.9. sl : Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Dienst Grote Projecten en Onderhoud, 21 oktober 2014.