

Evaluatie proefvakken, wat kunnen we daarvan leren?

Jan Voskuilen
Rijkswaterstaat

Rick de Boer
Arcadis

Harrie van den Top
Ex Rijkswaterstaat (gepensioneerd)

Samenvatting

Om innovatieve asfaltmengsels te kunnen beoordelen wordt eerst uitgebreid labonderzoek uitgevoerd. Omdat deze mengsels vaak buiten het ervaringsgebied liggen, worden meer proeven ingezet dan het standaard onderzoek om de risico's te kunnen inschatten. Indien het labonderzoek succesvol wordt afgesloten, kan eventueel eerst een semi-praktijkproef worden uitgevoerd, maar als er op basis van de resultaten van de labproeven voldoende vertrouwen is, wordt er een proefvak op het hoofdwegennet aangelegd. Om ervaring op te bouwen kan eventueel eerst een proefvak worden aangelegd op een weg met weinig verkeersbelasting en als dat goed gaat, later op een weg met meer verkeersbelasting.

Het doel van het aanleggen van een proefvak is:

- onderzoeken of het innovatieve asfaltmengsel maakbaar is. Er wordt onderzocht of de eigenschappen van een op het lab bereid innovatief asfaltmengsel wel kunnen worden gerealiseerd als het wordt geproduceerd in een asfaltmenginstallatie, wordt verwerkt met een spreidmachine en verdicht met walsen;
- omdat het voorspellend vermogen van labproeven voor praktijkgedrag niet 100% is, wordt onderzocht hoe het innovatieve asfaltmengsel presteert onder verkeers- en klimatologische belastingen. Om dit te onderzoeken worden proefvakken gemonitord in de tijd en worden metingen uitgevoerd.

Vaak komt het voor dat een werkgroep wordt opgeheven als een proefvak is aangelegd en wordt het presteren van het proefvak niet meer gevolgd. Dit is niet het geval bij Rijkswaterstaat, want alle aangelegde proefvakken worden in het zgn. proefvakkenbestand opgeslagen en worden in de tijd gemonitord (visuele inspecties en metingen). Recent is een evaluatierapport uitgebracht van verwijderde proefvakken. In deze paper wordt een samenvatting gegeven van wat we daarvan kunnen leren.

Steekwoorden: (TL)ZOAB, DGD, proefvakken, Becker, CPX, stroefheid, visuele inspecties

1. Inleiding

Proefvakken met asfaltmengsels kunnen om diverse redenen worden aangelegd. Meestal gaat het om het gedrag van asfalt onder verkeer te bestuderen, maar het kan ook zijn om de maakbaarheid in een asfaltinstallatie te beoordelen of de verwerkbaarheid te bestuderen. In Rijkswaterstaat (RWS) werken mogen alleen gevalideerde asfaltmengsels worden toegepast. In de Eisen Bovenbouw van RWS is omschreven welke asfaltmengsels RWS als standaard beschouwd en welke niet-standaard asfaltmengsels RWS als gevalideerd beschouwd. De geschiktheid van niet-standaard asfaltmengsels moet worden aangetoond d.m.v. een validatieonderzoek. Het doel van een validatieonderzoek is om aan te tonen dat het onderzochte niet-standaard asfaltmengsel minimaal gelijkwaardig presteert aan het standaard asfaltmengsel. Indien een validatieonderzoek succesvol wordt doorlopen, wordt het op de lijst gevalideerde niet-standaard asfaltmengsels geplaatst, die bijgehouden wordt door het Steunpunt Wegen en Geotechniek van RWS/GPO, en mag het als alternatief voor het standaard asfaltmengsel worden toegepast in RWS hoofdwegen.

Het proces van zo'n validatieonderzoek is beschreven in [1]. Afhankelijk van hoever buiten het ervaringsgebied wordt getreden kan een validatieonderzoek variëren van beperkt (alleen bestuderen dossiergegevens) tot zeer omvangrijk onderzoek (uitgebreid labonderzoek gericht op ingeschatte risico's en jarenlang monitoren van proefvakken). Een voorbeeld van dit laatste is de introductie van ZOAB. Het onderzoek startte in 1971, het eerste proefvak is aangelegd op een provinciale weg in 1972 het ZOAB werd vanaf 1987 beperkt toegelaten op autosnelwegen.

Een validatie onderzoek voor een innovatief asfaltmengsel bestaat naast het standaard onderzoek meestal uit een (uitgebreid) labonderzoek om de risico's te kunnen inschatten. Indien het labonderzoek succesvol wordt afgesloten, kan eventueel eerst een semi-praktijkproef worden uitgevoerd, maar als er op basis van de resultaten van de labproeven voldoende vertrouwen is, wordt er een proefvak op het hoofdwegenet aangelegd. Voorbeelden van een semi-praktijkproeven zijn de LINTRACK, STUVA en MMLS. Deze proeven hebben door simulatie van zwaar verkeer op molengemengd en walsverdicht asfalt een goed voorspellend vermogen voor het praktijkgedrag. Om ervaring op te bouwen kan eventueel eerst een proefvak worden aangelegd op een weg met weinig verkeersbelasting en als dat goed gaat, later op een weg met meer verkeersbelasting.

Het doel van het aanleggen van een proefvak is:

- onderzoeken of het innovatieve asfaltmengsel maakbaar is. Er wordt onderzocht of de eigenschappen van een op het lab bereid innovatief asfaltmengsel wel kunnen worden gerealiseerd als het wordt geproduceerd in een asfaltmenginstallatie, wordt verwerkt met een spreidmachine en verdicht met walsen
- omdat het voorspellend vermogen van labproeven voor praktijkgedrag niet 100% is, wordt onderzocht hoe het innovatieve asfaltmengsel presteert onder verkeers- en klimatologische belastingen. Om dit te onderzoeken worden proefvakken gemonitord in de tijd en worden metingen uitgevoerd.

Proefstukken genomen op verschillende tijdstippen in de tijd kunnen worden onderzocht op functionele eigenschappen, om het gedrag van het innovatieve asfaltmengsel te kunnen volgen. Na verloop van tijd, als zowel de labproeven als het praktijkgedrag, voldoende vertrouwen geven, dat het onderzochte niet-standaard mengsel minstens dezelfde functionele eigenschappen heeft en dezelfde levensduur als het standaard asfaltmengsel, wordt besloten om het niet-standaard mengsel vrij te geven voor toepassing in RWS werken. De proefvakken worden door RWS tot einde levensduur gevolgd om te verifiëren of de verwachte levensduur wordt gerealiseerd en de verwachte functionele eigenschappen overeenkomen met wat er van

verwacht werd. Proefvakken kunnen op initiatief van RWS of van de aannemer worden aangelegd.

1.1 Afbakening

Alle aangelegde proefvakken worden in het zgn. proefvakkenbestand van RWS/GPO opgeslagen en worden in de tijd gemonitord door het uitvoeren van visuele inspecties en metingen van oppervlakeigenschappen. Ook worden soms proefstukken uit proefvakken gehaald voor labonderzoek. Alle proefvakken worden gevolgd tot ze worden verwijderd om wat voor een reden ook. Als einde levensduur bij verwijdering nog niet is bereikt, wordt de restlevensduur ingeschat en een geprognostiseerde levensduur bepaald.

Recent is een evaluatierapport [2] uitgebracht van verwijderde proefvakken. Deze proefvakken hebben werkelijk einde levensduur bereikt of moesten worden verwijderd om andere redenen, b.v. door reconstructie van weg.

In deze paper wordt een samenvatting gegeven van relevante informatie van de verwijderde (tweelaags) ZOAB proefvakken en wat er geleerd kan worden van deze proefvakken. Tevens worden op basis van de bevindingen aanbevelingen gedaan.

1.2 Proeven

Standaard worden op alle proefvakken ook de zgn. MeerJarenPlanningVerhardingsonderhoud (MJPV) metingen uitgevoerd. Dit zijn de ARAN metingen (Automatic Road Analyzer) (o.a. spoordiepte), Laser Crack Measurement System-metingen (LCMS) om de mate van rafeling op ZOAB wegvakken te bepalen, stroefheidsmetingen en worden visuele inspecties uitgevoerd. Op de proefvakken, waar voornamelijk innovatieve open deklaagmengsels worden onderzocht, worden meestal in de tijd waterdoorlatendheids- (Becker) en geluidsmetingen (SPB en CPX) uitgevoerd en worden visuele inspecties uitgevoerd. Afhankelijk van het beschikbare budget en noodzaak wordt de monitoring jaarlijks uitgevoerd of anders.

Ook zijn (tweelaags) ZOAB proefvakken aangelegd met het doel te onderzoeken hoe de aanvangsstroefheid en –remvertraging zijn te verbeteren. Op deze proefvakken zijn voor openstelling stroefheidsmetingen en remproeven uitgevoerd. Deze metingen zijn na openstelling herhaald in de eerste periode om vast te stellen of de bereikte verbeteringen duurzaam waren in de tijd. Daarna is de levensduur van deze proefvakken gevolgd totdat deze zijn verwijderd om vast te stellen of de toegepaste verbeter technieken invloed hadden op de levensduur.

2. Beschouwde proefvakken

In [2] is een overzicht gegeven van de verwijderde proefvakken, die zijn beschouwd. In deze paper zijn tevens de DZOAB proefvakken van de CROW werkgroep ZOAB Levensduur beschouwd. Na het aanleggen van de proefvakken is de werkgroep opgeheven en heeft RWS de proefvakken gemonitord tot gerealiseerde einde levensduur.

2.1 Verbetering levensduur standaard ZOAB

Standaard ZOAB staat al vanaf 1990 in de RAW Bepalingen en in de loop der tijd is er een aantal pogingen gedaan om de levensduur ervan te verbeteren. In 2.1.1 zijn modificaties van bindmiddelen onderzocht en in 2.1.2 en 2.1.3 is de invloed van groevemateriaal onderzocht.

2.1.1 DZOAB proefvakken A10

In het kader van de CROW werkgroep ZOAB Levensduur zijn in 1990 op de noordelijke ringweg A10 Amsterdam 19 (D)ZOAB proefvakken aangelegd met het doel om de levensduur te verbeteren. Naast het standaard ZOAB (toen met 4,2% (in) bitumen 80/100) werden 9 gemodificeerde ZOAB mengsels in duplo aangelegd. Zo werden SBS-, EVA- en rubbergemodificeerde bindmiddelen toegepast en werd een ZOAB mengsel met gemodificeerde gradering toegepast. Het was destijds gebruikelijk om, als er polymeerbitumen (PMB) in ZOAB werd toegepast, er vanwege de hogere viscositeit het bindmiddelgehalte met 1% te verhogen. Om te onderzoeken of een eventuele levensduurverlenging het gevolg is van het toepassen van een PMB of door het verhoogde bindmiddelgehalte zijn naast ZOAB proefvakken met 4,2% “in” ook proefvakken aangelegd met DZOAB met 5,2% bitumen “in”. Om afdruipt van bitumen 80/100 bij de mengsels met 5,2% “in” zoveel mogelijk te voorkomen zijn proefvakken aangelegd met zowel organische als anorganische afdruiptremmers. De proefvakken zijn tot einde levensduur gevolgd en op basis daarvan is geconcludeerd dat de levensduur van DZOAB met 2 tot 3 jaar is te verlengen als er 5,2% “in” bindmiddel wordt toegepast ongeacht het type bindmiddel [3]. De aanvangstroefheid en –remvertraging gemeten zijn in dit onderzoek helaas niet gemeten, omdat problematiek met aanvangstroefheid in 1990 nog onbekend was. Later was aanvullend onderzoek (zie paragrafen 2.1.4, 2.2.2.2 en 2.2.2.3) nodig om de aanvangstroefheid en –remvertraging van (tweelaags) ZOAB mengsels duurzaam te verbeteren. Op basis van de resultaten van het onderhavige en aanvullend onderzoek naar verbetering van de aanvangstroefheid en –remvertraging heeft RWS besloten om DZOAB vanaf 2007 toe te passen als het standaard deklaagmengsel bij rijbaanbreed onderhoud op het hoofdwegenet. Mede op basis van de RWS bevindingen is DZOAB in 2015 opgenomen in de RAW Bepalingen 2015.

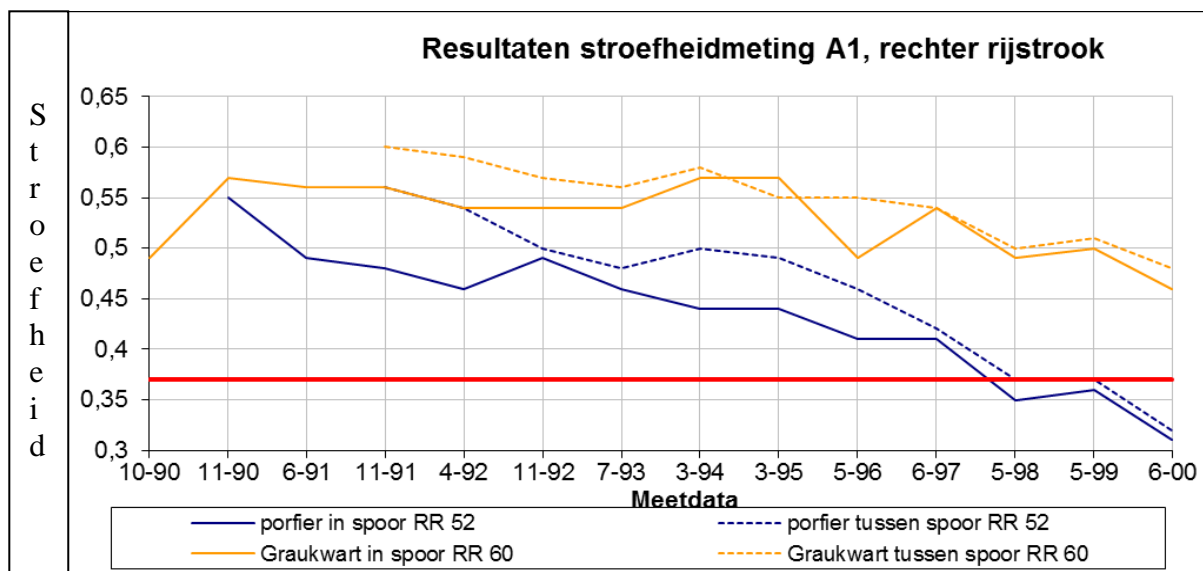
2.1.2 ZOAB proefvakken A12

In 1988 zijn op de A12 nabij Nootdorp standaard ZOAB 16 proefvakken aangelegd met Nederlandse steenslag en porfier. Uit visuele inspecties is gebleken dat de rafelingsweerstand van ZOAB 16 met porfier veel beter was dan die van ZOAB 16 met Nederlandse steenslag. Een mogelijke verklaring hiervoor is het basische karakter van porfier. Hierdoor wordt een betere binding verkregen met het zwak zure bitumen. Een andere mogelijk oorzaak is de mindere verbrijzelingsweerstand van Nederlandse steenslag waardoor bij gebroken stenen, veroorzaakt door walsen of verkeersbelasting, water kan indringen en stripping kan ontstaan. In het breukvlak bevindt zich geen bitumen, waardoor indringing van water tussen stenen en bitumen makkelijker zou kunnen plaats vinden. Daarnaast is porfier kubischer dan Nederlandse steenslag en is het specifiek oppervlak groter waardoor een betere hechting aan bitumen wordt verkregen. Helaas was het met de lange termijn stroefheid van ZOAB 16 met porfier, dat een PSV had van 53, minder goed gesteld. Dit strookt met de latere bevindingen met te glad ZOAB 16 op de A12 nabij Zoetermeer in 2005. Ook daar was het met de lange-termijn stroefheid van ZOAB 16, waar een PSV eis gold van minimaal 53, slecht gesteld. Op basis van deze praktijkbevindingen heeft RWS de eis voor PSV van grof

toeslagmateriaal voor deklagen op het hoofdwegennet verhoogd van minimaal 53 naar minimaal 58.

2.1.3 ZOAB proefvakken Oost Nederland met groevematerialen

In RWS Oost Nederland zijn in 1990 ZOAB 16 proefvakken aangelegd met twee soorten groevemateriaal: porfier met een PSV waarde van 52 en graukwartsiet met een PSV waarde van 60. De stroefheid van deze proefvakken is 10 jaar in de tijd gevolgd (zie figuur 1). Op basis van visuele inspecties is gebleken dat de technische levensduur van beide proefvakken meer dan 10 jaar is, maar dat het ZOAB proefvak met porfier na 8 jaar niet meer aan de toenmalige eis voor stroefheid van 0,38 voldeed. Hiermee wordt bevestigd, dat het verhogen van de PSV eis voor steenslag in deklagen voor autosnelwegen van minimaal 53 naar minimaal 58 in 2005 een juiste beslissing is geweest van RWS.



Figuur 1. Stroefheidsverloop in 10 jaar van ZOAB met groevematerialen op de A1.

2.1.4 DZOAB proefvakken A2 Roosteren

Op basis van de bevindingen in paragraaf 2.1.1 wilde RWS DZOAB als standaard deklaag voor het hoofdwegennet introduceren. Een vraag was echter nog niet beantwoord: voldoen de DZOAB mengsels wel aan de eisen voor de aanvangsstroefheid en -remvertraging? Omdat er in DZOAB 1% meer bitumen zit dan in standaard ZOAB, is het de vraag of door dikkere bitumenfilm aan het oppervlak wel de eisen voor de aanvangsstroefheid en -remvertraging konden worden gehaald. Uit metingen uitgevoerd in het verleden was al gebleken dat de aanvangsstroefheid geen probleem was, maar er waren geen gegevens beschikbaar van aanvangsremvertragingen, omdat deze proef in 1990 niet gebruikelijk was. Om te onderzoeken of DZOAB mengsels wel aan de eisen voor aanvangsstroefheid en -remvertraging voldeden, zijn in 2003 op de A2 nabij Roosteren de volgende DZOAB proefvakken aangelegd:

1. DZOAB met PMB
2. DZOAB met Genicel (productietemperatuur 130°C)
3. DZOAB met synthetische vezels

Evaluatie proefvakken,
wat kunnen we daarvan leren?

4. DZOAB met cellulosevezels

Alle DZOAB mengsels hadden hetzelfde steenslag, brekerzand en vulstof in dezelfde mengselsamenstelling. Mengsel 2, 3 en 4 hadden hetzelfde bitumen 70/100, maar verschil in additieven om afdruppen van het hogere bitumengehalte te verminderen. De DZOAB proefvakken zijn niet afgestrooid. Uit onderzoek [4] is gebleken, dat alle proefvakken, behalve DZOAB met PMB, voldeden aan de eisen voor aanvangsremvertraging. Er kan geen algemene conclusie worden verbonden aan het feit dat een DZOAB proefvak met PMB niet voldeed aan de eisen voor de aanvangsremvertraging omdat het maar een waarneming is. Mogelijk was dit een incident? Uit metingen op andere, later aangelegde, DZOAB wegvakken is gebleken niet altijd aan de eis voor aanvangsremvertraging kon worden voldaan. Om een oplossing voor te bieden, zijn succesvol proeven uitgevoerd met afstrooien van ZOAB [5]. In 2009 zijn de proefvakken verwijderd wegens reconstructie van de A2 en zijn de restlevensduren d.m.v. visuele inspectie bepaald. Op basis daarvan werden geen verschillen in levensduur vastgesteld van de verschillende proefvakmengsels. Wel was de ingeschatte levensduur van alle proefvakken korter dan gebruikelijk met DZOAB wegens de vele velgschades in de proefvakken. Opmerkelijk is dat het DZOAB proefvak met PMB geen langere ingeschatte levensduur heeft. Dit strookt met de bevindingen in 2.1.1. Opmerkelijk is dat het DZOAB proefvak met Genicel, dat vanwege de toevoeging van Sasobit in Genicel geproduceerd kon worden bij 130°C, eenzelfde ingeschatte levensduur heeft als de andere DZOAB proefvakken.

2.2 Tweelaags ZOAB

Er zijn in het kader van het RWS InnovatieProgrammaGeluid (IPG) veel proefvakken aangelegd om ervaring op te doen met tweelaags ZOAB, data te verzamelen over het verloop van de functionele eigenschappen in de tijd en om de levensduren te bepalen. Daarnaast is een aantal proefvakken op verschillende locaties aangelegd om de aanvangsstroefheid en – remvertraging te verbeteren.

2.2.1 IPG tweelaags ZOAB proefvakken (Zebravakken)

Om ervaring op te doen met tweelaags ZOAB deklagen is het kader van RWS IPG van 2002 t/m 2004 op vier verschillende locaties op autosnelwegen een viertal zgn. Zebravakken aangelegd. De Zebravakken zijn aangelegd in:

- 2002 - A28 nabij Staphorst
- 2003 – A30 nabij Ede
- 2004 – A15 nabij Leerdam
- 2004 – A59 nabij Fijnaart.

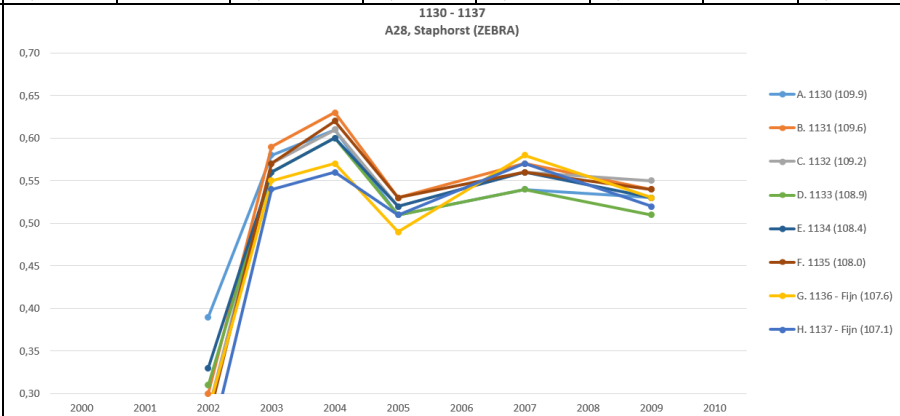
Een Zebravak bestaat telkens uit 8 tweelaags ZOAB proefvakken: 6 verschillende proefvakken met een 45 mm dikke OL-ZOAB 16 onderlaag en een 2L-ZOAB 8 toplaag van 25 mm dik en 2 verschillende proefvakken met een 50 mm dik OL-ZOAB 16 onderlaag en een 2L-ZOAB 5 toplaag van 20 mm dik. Het was de bedoeling van de bouwstoffen en mengselsamenstelling per mengsel niet werden gewijzigd, om zodoende het effect van een andere productiemethode en andere verwerkingsomstandigheden te kunnen onderzoeken. Voor meer achtergrond betreffende Zebravakken wordt verwezen naar [6]. In tabellen 1 en 2 zijn de belangrijkste resultaten van de eerste twee vervangen Zebravakken weergegeven. Als de code op een 5 of 8 eindigt, betekent dit een 2L-ZOAB 5 resp. 2L-ZOAB 8 toplaag. De waterdoorlatendheid is gemeten met Becker en wordt weergegeven als gemiddelde van het meetresultaat van de linker, - tussen en rechter rijspoor. Conform de proefomschrijving in NEN 6246 moet het polijstgetal worden bepaald van de fractie C 8 - C 11,2. Voor de fijne

fracties in de toplagen is, in afwijking van de norm, een indicatieve polijstwaarde bepaald op de fijnere fractie. De vermelde bitumenpercentages zijn “op” 100% aggregaat.

Tabel 1. Resultaten van tweelaags ZOAB proefvakken A28 Staphorst.

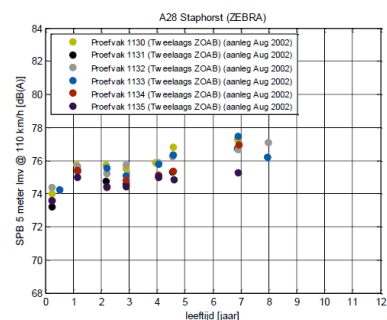
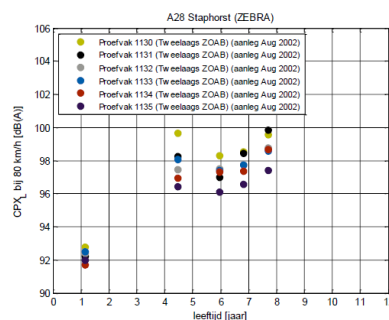
A28 Staphorst								
Proefvaknummer	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137
2L-ZOAB Deklaag (RAW)	8	8	8	8	8	8	5	5
Steen slag	Ierse grau wacke 4/8	Graziet 5/8	Grauwacke 4/8	Ierse grau wacke 4/8	Noorse steen slag 4/8	Grauwart -siet 5/8	Porfier 2/6	Porfier 2/6
Indicatie PSV	60	59	60	60	57	60	53	53
Bitumen	SFB 5-50 PA (6,0%)	Flexxipave XDA (6,0%)	Duobit (6,5%)	Styrrelf S26D (5,5%)	Flexxipave X-DA (5,4%)	Nypol PA (6,0%)	Cariphalt e ZSA (6,4%)	Rubber-bitumen (6,5%)
Bereikte levensduur (jaar)	8	8	8	8	8	8	6	6
Waterdoorlatendheid : Na aanleg (sec.) (jaar)	14 (2002)	12 (2002)	10 (2002)	10 (2002)	10 (2002)	10 (2002)	20 (2002)	16 (2002)
Laatste meting (sec.) (jaar)	35 (2007)	24 (2007)	24 (2007)	25 (2007)	15 (2007)	15 (2007)	44 (2007)	25 (2007)
Stijging (sec. / jaar)	3,5	2	2,3	2,5	0,8	0,8	4	1,5

Stroefheid (70 km/u)

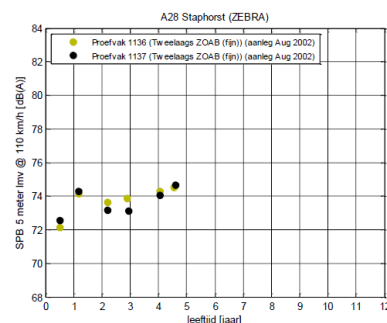
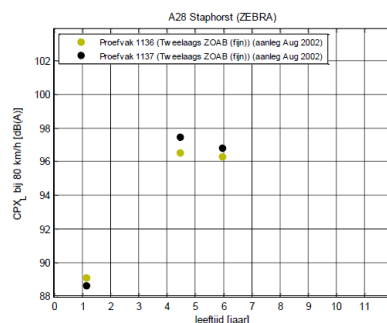


Geluidsreductie:
- Initieel (SPB)
- Einde levensd.
(CPX)

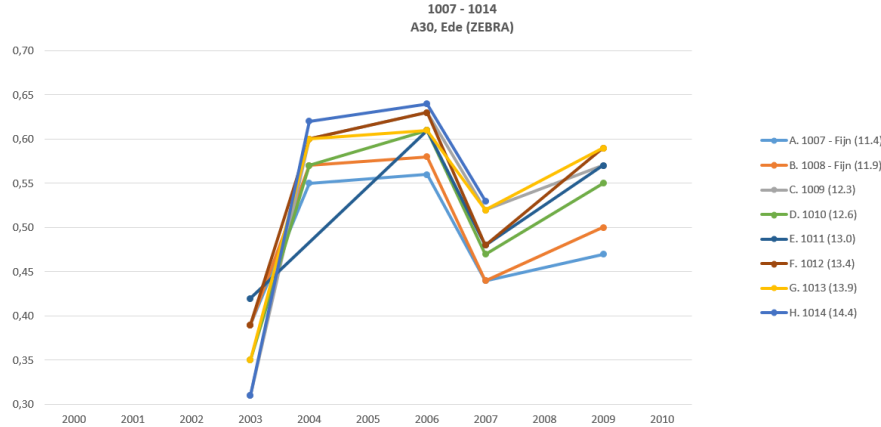
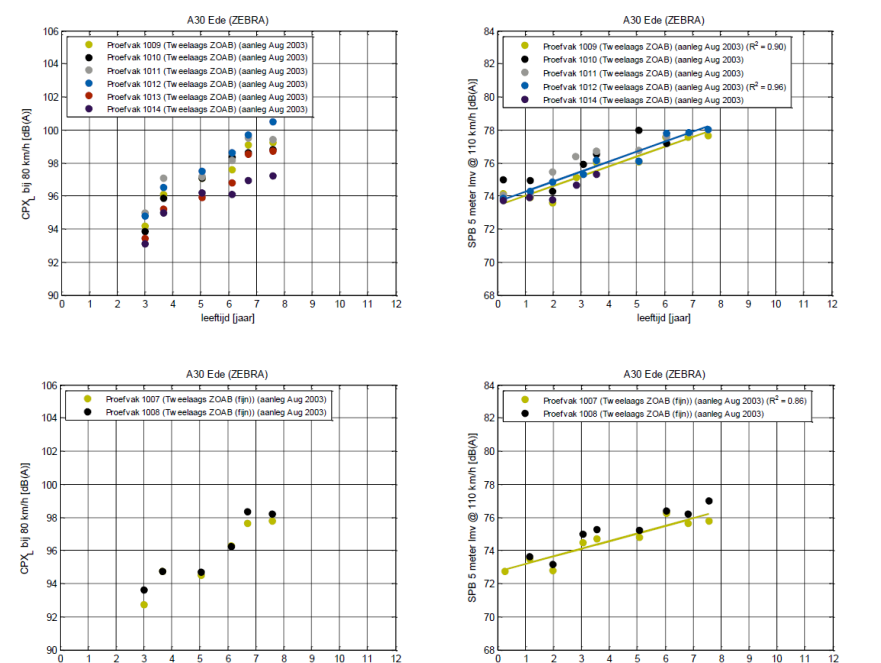
2L ZOAB (vak A t/m F)
CPX- en SPB resultaten



2L ZOAB Fijn (vak G en H)
CPX- en SPB resultaten



Tabel 2. Resultaten van tweelaags ZOAB proefvakken A30 Ede.

A30 Ede								
Proefvaknummer	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014
2L-ZOAB Deklaag (RAW)	5	5	8	8	8	8	8	8
Steenslag	Porfier 2/6	Porfier 2/6	Grauw- kwart- siet 5/8	Noorse steenslag 4/8	Ierse grauwacke 4/8	Grauwacke 4/8	Graziet 5/8	Ierse grauwacke 4/8
Indicatie PSV	53	53	60	57	60	60	59	60
Bitumen	Rubberbitum en (6,5%)	Cariphalte ZSA (6,4%)	Nypol PA (6,0%)	Flexxipa- ve X-DA (5,4%)	Styrrelf S26D (5,5%)	Duobit (6,5%)	Flexxipave XDA (6,0%)	SFB 5-50 PA (6,0%)
Bereikte levensduur	8	8	8	10	9	8	8	-
Waterdoorlatendheid: Na aanleg (sec.) (jaar)	18 (2003)	45 (2003)	9 (2003)	10 (2003)	11 (2003)	9 (2003)	12 (2003)	12 (2003)
Laatste meting (sec) (jaar)	65 (2007)	162 (2007)	16 (2007)	32 (2007)	19 (2007)	23 (2007)	19 (2007)	18 (2007)
Stijging (sec. / jaar)	9,4	23	1,4	4,4	1,6	2,8	1,4	1,2
Stroefheid (70 km/u) bij aanvang resp. einde levensd.								
Geluidsreductie: - Initieel (SPB) - Einde levensd. (CPX)								
2L ZOAB CPX- en SPB resultaten								
2L ZOAB Fijn CPX- en SPB resultaten								

Op basis van de monitoringgegevens uit tabellen 1 en 2 kan worden geconcludeerd dat:

- de gemiddelde levensduur van tweelaags ZOAB fijn (6 tot 8 jaar) is iets korter dan die van tweelaags ZOAB (8 tot 10 jaar)
- tweelaags ZOAB fijn presteert qua geluidsreductie beter dan tweelaags ZOAB

Evaluatie proefvakken,
wat kunnen we daarvan leren?

- tweelaags ZOAB een goede waterdoorlatendheid heeft: Becker waarden < 14 sec. bij aanvang en < 35 seconde bij einde levensduur
- de waterdoorlatendheid van tweelaags ZOAB zeer wisselend is. Bij aanvang kan de Becker waarde variëren tussen 16 en 45 sec. en bij einde levensduur tussen 25 en 162 sec.
- de tweelaags ZOAB (fijn) toplaag mengsels voldoen, indien niet afgestrooid, in de meeste gevallen niet aan de eisen voor de aanvangsstroefheid en de –remvertraging. De aanvangsstroefheid en –remvertraging is geen probleem meer indien wordt afgestrooid [7].
- in de toplaag 2LZOAB-5 is steenslag 2 toegepast en in 2L-ZOAB 8 steenslag 3. In de lange-termijn-stroefheid wordt geen significant verschil waargenomen. Mogelijk heeft de toegepaste gradering (2/6 en 4/8) ook invloed op de lange-termijn stroefheid?

Er is geen verklaring gevonden voor de lagere gemeten stroefheidswaarden in tabel 1 in 2005 en in tabel 2 in 2007.

RWS heeft tweelaags ZOAB en tweelaags ZOAB fijn vrijgegeven voor toepassing op het hoofdwegennet in 2007 resp. 2014. Mede op basis van de bevindingen van RWS zijn 2L-ZOAB 5, 2L-ZOAB 8 en OL-ZOAB 16 opgenomen in de RAW 2015.

2.2.2 Verbetering aanvangsstroefheid tweelaags ZOAB

Uit o.a. de evaluatie van de Zebravakken bleek dat het voldoen aan de eisen voor stroefheid en remvertraging bij openstelling van de weg van 2L-ZOAB 5 en 2L-ZOAB 8 een probleem was. Om dit punt te verbeteren is op initiatief van RWS op verschillende locaties onderzocht hoe aan de eisen voor aanvangsstroefheid en –remvertraging kon worden voldaan. De proefvakken hiertoe zijn in eerste instantie aangelegd om voor openstelling en tot na enkele weken het effect van de verbetermethode op de aanvangsstroefheid en –remvertraging te meten. Daarna is het presteren van deze proefvakken gevolgd tot verwijderen om zodoende het effect van de verbetermethode op de levensduur in kaart te brengen.

2.2.2.1 Tweelaags ZOAB proefvakken A12 nabij Arnhem (2004)

Om de aanvangsstroefheid en -remvertraging van 2L-ZOAB 5 en 2L-ZOAB 8 te verbeteren zijn in 2004 diverse proefvakken aangelegd, waarbij na walsen is afgestrooid met diverse hoeveelheden Neorough en brekerzand [7]. Het resultaat was dat met afstrooien de aanvangsstroefheid en –remvertraging voor openstelling voor verkeer was verbeterd, maar dat dit positieve effect helaas al was verdwenen na een dag verkeersbelasting. De oorzaak hiervan was dat het afstrooimateriaal niet duurzaam hechtte aan het oppervlak. Dit kwam doordat de bitumenfilm na walsen te dun was geworden en al behoorlijk was afgekoeld.

Het presteren van deze proefvakken is nog wel gevolgd totdat de proefvakken zijn verwijderd als gevolg van een reconstructie om te onderzoeken of afstrooien effect heeft op verdere presteren van het tweelaags ZOAB. Uit de monitoring van de wel en niet-afgestrooide proefvakken is gebleken afstrooien geen effect heeft gehad op de levensduur.

2.2.2.2 Tweelaags ZOAB proefvakken Leerdam , A15 (2005)

Toen afstrooien van 2L-ZOAB toplagen na walsen niet succesvol was gebleken is getracht om de aanvangsstroefheid en –remvertraging van 2L-ZOAB 5 en 2L-ZOAB 8 te verbeteren d.m.v. modificeren van het toplaagmengsel. In tabel 3 worden de gemodificeerde 2L-ZOAB mengsels weergegeven. Glanzkies is een fijn gebroken glasslak afkomstig uit de hoog- c.q. verbrandingsovens. Het is de hardste component welke hierbij vrijkomt.

Uit een specifieke slak afkomstig van kolencentrales wordt EUF geproduceerd. Het betreft een fijn gebroken verglaasd materiaal met hoge hardheid en hoekigheid.

Tabel 3. Gemodificeerde 2L-ZOAB toplaagmengsels proefvak A15 nabij Leerdam.

Code	Mengselgegevens
D	2L-ZOAB 5 met toevoeging van Glanzkiez
B	2L-ZOAB 8 met speciale scherpe vulstof (EUF)
H1	2L-ZOAB 5 met fijn zand
H2	2L-ZOAB 8, combinatie van 2/6 en 4/8 steenslag
R1	H2, maar met toevoeging van 6,4 mm lange acryl vezels (Panacea)
R2	H2, maar met toevoeging van 3,2 mm lange acryl vezels (Panacea). In tegenstelling tot de andere mengsels is hier, zoals gebruikelijk, geen polymeerbitumen toegepast, maar een penetratiebitumen 70/100

Alleen met mengsel D werden zowel de aanvangsstroefheid als de –remvertraging duurzaam verbeterd. Wegens overmatige rafeling moesten mengsels D en B na 4 jaar reeds worden vervangen. Glanskiez en EUF zijn zuur reagerende producten, die kennelijk niet duurzaam hechten aan het eveneens zuur reagerend bitumen. Opmerkelijk is dat proefvak R2 met een 2L-ZOAB 8 toplaag met penetratiebitumen 70/100 en acrylvezels in 2016 nog goed acteert.

2.2.2.3 Tweelaags ZOAB proefvakken Portland, A15 (2007)

Op de A15 Portland zijn diverse 2L-ZOAB 8 proefvakken aangelegd, waarbij de aanvangsstroefheid en –remvertraging zijn verbeterd d.m.v. het afstrooien vanaf de wals met verschillende geringe hoeveelheden brekerzand per proefvak en d.m.v. correctieve methoden waarbij met planeren en (brandpunt)waterstralen de bitumenfilm van het oppervlak is verwijderd. Onderzoek toonde aan dat d.m.v. afstrooien of d.m.v. verwijderen van de bitumenfilm zowel de aanvangsstroefheid als de –remvertraging duurzaam waren verbeterd zonder een negatief effect op de levensduur, geluidsreductie en waterdoorlatendheid [7]. Om het effect van de verbetermethoden op de gerealiseerde levensduur te kunnen vaststellen, zijn de proefvakken gevolgd totdat deze vervangen moesten worden wegens reconstructie. Uit de visuele inspecties blijkt dat er geen verschil is tussen de restlevensduren van tweelaags ZOAB van onbehandelde en met verschillende afstrooi- en correctieve behandelde verbetermethoden.

2.3 Twinlay (Tweelaags ZOAB met rubberbitumen), Delft A4

Een van de eerste toepassingen van tweelaags ZOAB op grotere schaal was op de A4 nabij Delft. Heijmans heeft in 1998 het zgn. Twinlay aangebracht met rubberbitumen als bindmiddel. Het mengproces van bitumen met rubber vereiste een zeer hoge mengtemperatuur van ca. 200°C. De verwerkingstemperatuur van Twinlay was tussen de 180 en 190°C.

Uit monitoring van de proefvakken blijkt dat de 2L-ZOAB 8 toplagen levensduren hebben gehaald van resp. 11 en 12 jaar, wat boven het gemiddelde is. Ondanks deze goed prestatie past Heijmans geen rubberbitumen meer toe wegens klachten van de asfaltploegen. De asfaltwerkers klaagden over misselijkheid en werden ziek van de asfaltdampen, die mogelijk sterker waren dan normaal asfalt vanwege de hogere verwerkingstemperaturen van rubberbitumen gemodificeerd asfalt. ARBO metingen wezen echter uit dat de asfaltdampen voldeden aan alle eisen. Omdat de asfaltwerkers bleven klagen over de gevolgen van inademen van de asfaltdampen, is Heijmans uiteindelijk gestopt met rubberbitumen.

2.4 Tweelaags ZOAB A10 Ring west, Amsterdam

Op de A10 west zijn in 2001 op de westelijke en oostelijke hoofdrijbaan twee tweelaags ZOAB deklagen aangebracht met resp. Sealoflex SFB 5-90 (HS) en Dubobit als bindmiddel. Sealoflex dat op de binnenring werd toegepast is een SBS gemodificeerd bitumen en Dubobit dat op de buitenring is toegepast heeft meerdere modificaties. Het toegepaste steenslag, zand en vulstof was van beide 2L-ZOAB 8 mengsels hetzelfde, alleen het bindmiddel was verschillend. De bedenkers van het bindmiddel Dubobit claimden dat uit berekeningen bleek dat met Dubobit de levensduur van het mengsel met minstens 1,5 keer kon worden verlengd [9]. Op basis van overmatige rafeling werden de 2L-ZOAB 8 mengsels met Sealoflex en Dubobit vervangen na 9 resp. 8 jaar. Dat komt ongeveer overeen met de door RWS gevonden gemiddelde levensduur van 2L-ZOAB 8 mengsels.

2.5 Tweelaags ZOAB Verkeersplein Velperbroek

Vanaf 1990 is ZOAB, vanwege de geluidsreductie, op grote schaal toegepast op het hoofdwegenet. Genoemde gunstige ervaring heeft erin geresulteerd dat beleidsmakers ook in bestemmingsplannen opnamen dat stil asfalt toegepast moet worden op locaties met wringend verkeer, zoals verkeerspleinen, rotondes, toe- en afritten etc. De ervaring heeft geleerd dat standaard ZOAB 16 ongeschikt is voor wegen met (krappe) boogstralen.

Op verzoek van de bewoners in de omgeving van Velperbroek heeft RWS Oost-Nederland toegezegd om op Verkeersplein Velperbroek een stille deklaag aan te brengen. Inmiddels was in 1995 gunstige ervaring opgedaan met de toepassing van tweelaags ZOAB op de krappe boogstralen van de toe- en afrit van de A 2 bij Waardenburg, respectievelijk boogstralen van 80 en 120 meter. Dit in tegenstelling tot de negatieve ervaring met de ZOAB 16 deklaag op de rotonde Waardenburg. De boogstraal van Velperbroek bedraagt 150 m, dus veel wringende verkeersbewegingen in combinatie met afremmend en optrekkend verkeer vanwege de verkeerlichten. Totale rijbaanlengte van het plein bedraagt 1 km. In het volgende worden de ervaringen met tweelaags ZOAB op het Verkeersplein Velperbroek beschreven.

2.5.1 Besteksomschrijving

In begin negentiger jaren van de vorige eeuw was er bij Rijkswaterstaat nog weinig kennis over de technische omschrijving van tweelaags ZOAB in contracten. Derhalve is de opdrachtnemer vrijgelaten in de mengselkeuze, mits gedurende garantietermijn voldaan wordt aan de technische eigenschappen. Ter voorkoming van discussie achteraf over mogelijke schades, is "garantie met omgekeerde bewijslast" geëist in het contract.

2.5.2 Mengselkeuze en uitvoering 1997

In september 1997 is tweelaags ZOAB aangelegd met 2L-ZOAB 8 toplaag met een PMB bindmiddelpercentage van slechts 5,0% (in). Enkele maanden na openstelling verkeer begon reeds steenverlies op te treden. Daar RWS zich beriep op de garantieomschrijving in het contract, zonder aan te geven wat de oorzaak was van het ontstaan van steenverlies, heeft de aannemer besloten om 75% van de 2L-ZOAB toplaag te vervangen. In juni 1998 zijn de werkzaamheden uitgevoerd, waarbij de volgende wijzigingen in mengsel en uitvoering zijn doorgevoerd:

- hoger bindmiddelpercentage, te weten 6,1% (in)
- continue gegradeerde steenslag 2/8, met behoud van holle ruimte in 2L-ZOAB 8, waterdoorlatendheid en geluidsreductie. De duurzaamheid is vooraf beproefd met de

RSAT proef op in lab bereide proefstukken

- geen handwerk, bij aansluitingen toegangswegen

Arbitrair is gekozen voor 0,15 kg/m² kleefmiddel op het gefreesde, door ZOAB cleaner gereinigde, oppervlak van de OL-ZOAB 16 onderlaag. Vervolgens heeft dit vak vanaf 1998 tot 2004, ondanks een boogstraal met veel wringend verkeer, naar tevredenheid gepresteerd.

2.5.3 Uitvoering 2004

In 2.1.2 is al beschreven, dat i.h.k.v. IPG een groot aantal tweelaags ZOAB proefvakken (ZEBRA-vakken) is aangebracht op het hoofdwegennet. Omdat tweelaags ZOAB een relatief duur mengsel is, was het verstandig om ervaring op te doen met het onderhoud van deze deklaag in de vorm van het vervangen van slechts de toplaag. Dat kan alleen als de kwaliteit van de OL-ZOAB 16 onderlaag nog voldoende is. Om dit aan te tonen werd als eis gesteld dat de indirecte treksterkte bij 1°C minimaal 1,0 MPa moest zijn.

Gezien de positieve resultaten van genoemd onderzoek is besloten om alleen de 2L-ZOAB 8 laag te vervangen. De werkzaamheden zijn in september 2004 uitgevoerd, wederom werd een 2L-ZOAB 8 toegepast met steenslag 2/8.

2.5.4 Uitvoering 2009

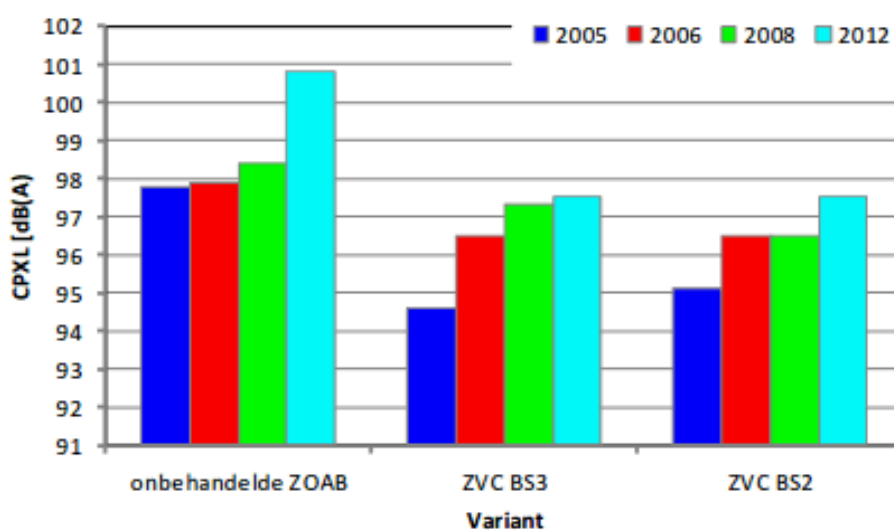
In het najaar van 2009 is op enkele locaties van het verkeersplein vanwege scheuren vanuit de onderliggende lagen een diepere inlage aangebracht. Tevens is de toplaag van het gehele plein vervangen, wederom werd een 2L-ZOAB 8 toegepast met steenslag 2/8.

2.5.5 Uitvoering 2014

Gedurende meer dan 20 jaren was er geen groot onderhoud meer uitgevoerd op het Verkeersplein Velperbroek. O.b.v. de resultaten van de VGD metingen is besloten om in 2014 de verhardingsconstructie te "versterken" door inlagen en wederom een toplaag van tweelaags ZOAB aan te brengen. Gezien de gunstig behaalde resultaten uit het verleden, is i.o.m. de opdrachtnemer besloten om wederom de continue gegraadeerde steenslag 2/8 toe te passen. Als extra impuls voor de levensduur zijn ook Panacea vezels aan 2L-ZOAB 8 toegevoegd.

3. ZOAB Viaral Combinatie (ZVC) proefvakken A15 Andelst

In het kader van ITC zijn in 2005 op de A12 nabij Andelst zijn 2 zogenaamde ZOAB Viaral Combinatie (ZVC) proefvakken aangelegd. De 2 ZVC proefvakken hadden verschillende bitumenemulsies als bindmiddel, het referentievak is onbehandeld ZOAB 16. Het idee was om een nieuwe ZOAB 16 deklaag direct na aanleg te conserveren met Viaral. Viaral is een Zeer Open Emulsie Asphaltbeton (ZOEAB), waarmee de levensduur van licht tot matig gerafeld ZOAB 16 met gemiddeld 4 jaar kan worden verlengd. ZOEAB bevat 25% holle ruimte en wordt in en op de bovenste steenlaag van het ZOAB 16 aangebracht. Met ZVC werd beoogd om de levensduur van ZOAB 16 te verlengen. Met ZOEAB zouden de stenen aan het oppervlak zodanig zijn ingebed, dat hierdoor het rafelingsproces zou worden vertraagd, waardoor de levensduur wordt verlengd. Ook zou met ZVC een nog betere geluidsreductie worden bereikt, mogelijk gelijk aan die van tweelaags ZOAB. In 2012 zijn de 2 ZVC proefvakken verwijderd wegens reconstructie van het A15 ter plaatse. Uit visuele inspecties blijkt dat na 7 jaar nagenoeg nog nagenoeg geen rafeling was opgetreden en de restlevensduur van de 2 ZVC proefvakken resp. 5 en >5 jaar was. De geluidsreductie van de 2 ZVC proefvakken is gemeten na openstelling en 1, 2, 3 en 7 jaar na openstelling en was beduidend beter dan die van het onbehandelde ZOAB (zie fig.2).



Figuur 2: CPX-niveaus op de A15 gemeten in 2005, 2006, 2008 en 2012 bij 80 km/u.

4. Discussie

De bevindingen in deze paper zijn gebaseerd op metingen/visuele inspecties op proefvakken, die inmiddels zijn vervangen. Deze proefvakken kunnen zijn vervangen omdat:

- deze echt einde levensduur hebben bereikt wegens overmatige schade
- ze zijn verwijderd vanwege reconstructie
- er voor of/en na het proefvak wegvakken vervangen moesten worden en dat met het onderhoud hieraan uit efficiëntieoogpunt tevens het proefvak is vervangen.

In de laatste 2 gevallen is d.m.v. visuele inspectie de restlevensduur ingeschat.

De evaluatie van deze proefvakken betreft een minderheid van de in het RWS proefvakkenbestand opgenomen proefvakken. Mogelijk kunnen op basis van de evaluatie van presteren van de nog bestaande proefvakken de conclusies in de toekomst nog worden bijgesteld en kunnen betrouwbaardere algemene conclusies worden getrokken.

5. Conclusies

In het volgende worden de belangrijkste conclusies samengevat, die volgen uit het monitoren van (tweelaags) ZOAB proefvakken tot einde (geprognosticeerde) levensduur.

ZOAB

DZOAB mengsels met 5,2% bindmiddel in het mengsel gaan 2 tot 3 jaar langer mee dan ZOAB mengsels met 4,2% bindmiddel in het mengsel ongeacht of dit bindmiddel een penetratiebitumen is of een polymeerbitumen.

Groevematerialen leveren een betere bijdrage aan de rafelingsweerstand dan gebroken riviergrind. Indien de PSV van steenslag lager is dan 58 is de kans groot dat einde levensduur wordt bepaald door te lage stroefheid.

De rafelingsweerstand van ZOAB 16 met porfier is veel beter dan die van ZOAB 16 met Nederlandse steenslag. Een mogelijke verklaring hiervoor is het basische karakter van porfier en/of de mindere verbrijzelingsweerstand van Nederlandse steenslag.

DZOAB met Genicel dat geproduceerd wordt bij 130°C, heeft eenzelfde levensduur als DZOAB geproduceerd bij normale EVT temperatuur.

Tweelaags ZOAB

Op basis van de IPG proefvakken blijkt dat de gemiddelde levensduur van 2L-ZOAB 5 iets korter is dan die van 2L-ZOAB 8.

Het verbeteren van de aanvangstroefheid en –remvertraging d.m.v. afstrooien, planeren of brandpuntwaterstralen heeft geen effect op de geluidsreductie, waterdoorlatendheid en gerealiseerde of geprognoseerde levensduur.

De maximale korrelgrootte heeft meer invloed op de gerealiseerde levensduur van 2L-ZOAB mengsels dan het type polymeerbitumen.

Ook met bitumen 70/100 zijn lange levensduren te realiseren in 2L-ZOAB 8 indien een acrylvezel wordt toegepast.

Door toepassing van rubberbitumen zijn lange levensduren te behalen met 2L-ZOAB toplagen. Helaas kregen asfaltwerkers gezondheidsklachten, ook al werden er geen overschrijdingen gemeten van emissies tijdens verwerken van rubberbitumenasfalt.

Het is mogelijk om tweelaags ZOAB toe te passen in boogstralen > 150 m. Indien het 2L-ZOAB 8 mengsel voldoende bitumen bevat en steenslag 2/8 wordt toegepast, kunnen levensduren van 5 jaar en meer worden gehaald. Bij een te laag bindmiddelgehalte heeft een 2L-ZOAB 8 mengsels in een boogstraal een zeer korte levensduur.

ZVC

Door ZOAB 16 bij aanleg te conserveren met ZOEAB wordt een duurzamere deklaag verkregen, die qua geluidsreductie veel beter presteert dan onbehandeld ZOAB.

Algemeen

Toevoeging van glasachtige producten als Glanzkiez en EUF aan ZOAB leiden tot vroegtijdige schade in de vorm van rafeling.

Toepassing van steenslag 2, ook al is het groevemateriaal, kan leiden tot stroefheidsproblemen op de lange termijn.

6. Aanbevelingen

Overweeg om in 2L-ZOAB 5 en 2L-ZOAB 8 mengsels penetratiebitumen 70/100 te gaan toepassen met acrylvezels i.p.v. polymeerbitumen.

Overweeg om rubberbitumen weer te gaan toepassen in ZOAB en pas hierbij additieven toe die het mogelijk maken bij 30°C lagere temperatuur te produceren.

Overweeg om ZVC door te ontwikkelen met als doel een nog duurzamere en stillere deklaag te ontwikkelen.

Referenties

1. Hofman R, Voskuilen J. en Nijsten P. Validatie niet-standaard asfaltmengsels. CROW Infradagen 2016
2. Hoofdrapportage Evaluatie verwijderde proefvakken: de belangrijkste conclusies, Arcadis, 24 juni 2015 Extern

3. Voskuilen J. en Rutten E. Modificaties ZOAB ontmaskerd. CROW Werkbouwkundige Werkdagen 2002
4. Voskuilen J. Aanvangsstroefheid ZOAB met 5,5% (op) bitumen nader onderzocht. CROW Wegbouwkundige Werkdagen 2004
5. Voskuilen J., Nijssen W. , Willemsen M. en Gharabaghy C. Aanvangsstroefheid ZOAB? Geen probleem! CROW Infradagen 2008
6. Bennis T. en Hofman R. RWS rapportnr. DVS 2008-046. Eindrapport IPG wegdekken. Monitoring. Juli 2008
7. <http://publicaties.minienm.nl/documenten/stroefheid-op-rijkswegen>
8. Dijk P. en Voskuilen J. Verbetering aanvangsstroefheid tweelaags ZOAB, proefvakken A15 Portland. RWS eindrapport 2008
9. <http://www.cobouw.nl/artikel/447791-langdurige-geluidsreductie-van-zoab>
10. <http://www.wegenforum.nl/viewtopic.php?t=5306w.nl>