

# **RICHTLIJN TWEELAAGS ZOAB**



# **RICHTLIJN**

## **TWEELAAGS ZOAB**

### **VBW-ASFALT**

## VOORWOORD

Tweelaags ZOAB heeft uitstekende akoestische eigenschappen.

Het geluidsreducerend vermogen blijft echter alleen in stand wanneer ook de civieltechnische kwaliteiten van de deklaag op peil blijven. Binnen de huidige wijze van aanbesteden zijn echter voornamelijk eisen opgenomen ten aanzien van het geluidsreducerend effect van tweelaags ZOAB. Het ontbreken van regelgeving met betrekking tot toe te passen bouwstoffen, mengsamenstelling, productie en verwerking is een situatie waar niemand (aannemers en opdrachtgevers) bij gebaat is.

De Technische Commissie Asfalttechnologie (TCA) van VBW-Asfalt heeft derhalve besloten om, in samenwerking met de Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) van Rijkswaterstaat, zowel een richtlijn als een voorstel tot bestekbepalingen op te stellen, waarmee het mogelijk is om te komen tot een duurzaam en goed functionerend tweelaags ZOAB.

Voor u ligt de richtlijn waaraan het voorstel tot bestekbepalingen als bijlage is toegevoegd (Bijlage I). Het voorstel tot bestekbepalingen kan worden gezien een minimum eisenpakket betreffende toe te passen bouwstoffen, mengsamenstelling, productie en verwerking. Met deze bestekbepalingen moet het mogelijk zijn om te komen tot een duurzaam en goed functionerend tweelaags ZOAB.

De richtlijn moet worden gezien als toelichting op de bestekbepalingen. In de richtlijn worden bovendien aandachtspunten en randvoorwaarden bij de toepassing van tweelaags ZOAB behandeld, welke moeilijk in bestekbepalingen zijn vast te leggen.

In de richtlijn ligt de nadruk op civieltechnische aspecten bij de toepassing van tweelaags ZOAB. De richtlijn kan worden gezien als aanvulling op CROW-publicatie 161, getiteld "Tweelaags ZOAB – Handleiding voor wegbeheerders".

In de richtlijn wordt het product tweelaags ZOAB in een breder verband (akoestische eigenschappen, civieltechnische eigenschappen, innovatie e.d.) beschouwd.

Het document is opgesteld gebruikmakend van de huidige technische inzichten en ervaring met de toepassing van tweelaags ZOAB op wegen in stedelijk gebied en het hoofdwegennet.

De richtlijn is in eerste instantie bedoeld ter ondersteuning van ontwerpers en besteksschrijvers. De richtlijn bevat echter ook nuttige informatie voor beleidsmedewerkers die geconfronteerd worden met de afweging om tweelaags ZOAB toe te passen. Tevens geeft dit document belangrijke aanwijzingen aan partijen die betrokken zijn bij de productie en verwerking van tweelaags ZOAB.

# INHOUD

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INLEIDING</b>                                    | <b>4</b>  |
| <b>1. ONTWERPASPECTEN</b>                           | <b>8</b>  |
| 1.1 Inleiding                                       | 8         |
| 1.2 Wringende belastingen                           | 9         |
| 1.3 Opstelvakken                                    | 10        |
| 1.4 Putten, vluchtheuvels en verkeersdrempels       | 11        |
| 1.5 Mechanische beschadigingen en vervuiling        | 11        |
| 1.6 Aanliggende fietsstroken                        | 12        |
| 1.7 Overgang van dichte deklaag naar tweelaags ZOAB | 12        |
| 1.8 Afwateringssystemen                             | 12        |
| <b>2. MENGSELSAMENSTELLING</b>                      | <b>14</b> |
| 2.1 Inleiding                                       | 14        |
| 2.2 Toplaag   | 14        |
| 2.3 Onderlaag                                       | 15        |
| 2.4 Algemeen  | 15        |
| <b>3. PRODUCTIE EN VERWERKING</b>                   | <b>16</b> |
| 3.1 Productie                                       | 16        |
| 3.2 Verwerking                                      | 16        |
| <b>4. KWALITEITSCONTROLE</b>                        | <b>20</b> |
| 4.1 Inleiding                                       | 20        |
| 4.2 Vooronderzoek                                   | 20        |
| 4.3 Additioneel onderzoek                           | 20        |
| 4.4 Productie                                       | 21        |
| 4.5 Verwerking                                      | 21        |
| 4.6 Eindcontrole                                    | 21        |
| <b>5. BEHEER EN ONDERHOUD</b>                       | <b>23</b> |
| 5.1 Beheer  | 23        |
| 5.2 Onderhoud                                       | 24        |
| <b>LITERATUUR</b>                                   | <b>28</b> |
| <b>BIJLAGE</b>                                      |           |
| I Voorstel tot besteksbepalingen tweelaags ZOAB     | 31        |
| II Checklist toepassing tweelaags ZOAB              | 39        |

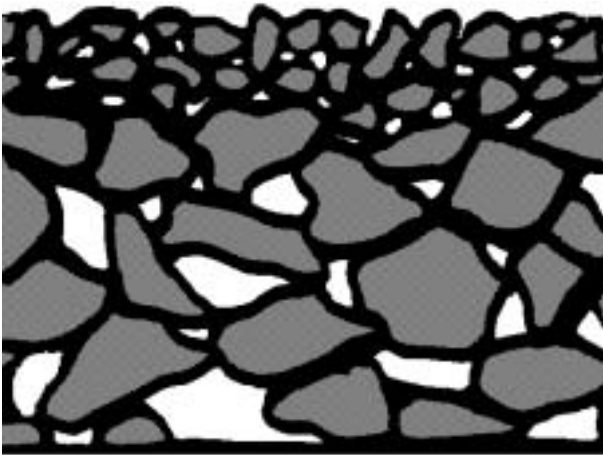
## INLEIDING

Zeer open asfaltbeton (ZOAB) is in Nederland ontwikkeld in de jaren zeventig. Toepassing was destijds ingegeven door het verkeersveilige karakter van deze deklaag. De open structuur van het materiaal zorgt ervoor dat er geen water op het wegdek blijft staan. Hierdoor blijven de stroefheid en het zicht op de weg tijdens regen goed (er ontstaat geen aquaplaning en spat- en stuifwater).

Vanwege de geluidsreducerende eigenschappen is sinds het begin van de jaren tachtig ook vanuit het milieu de belangstelling voor ZOAB toegenomen. In de tweede helft van de tachtiger jaren bleek, dat een betere geluidsreductie kan worden verkregen bij toepassing van fijnere mengsels. Vooral bij lagere rijsnelheden (< 70 km/uur) neemt de geluidsreductie aanzienlijk toe wanneer steenslag 4/8 in plaats van de gebruikelijke steenslag 6/16 wordt toegepast. Echter, hoe fijner het mengsel, hoe groter de kans op vervuiling en dichtslibben van de deklaag. Dit verschijnsel heeft geleid tot de ontwikkeling van tweelaags ZOAB.

Tweelaags ZOAB bestaat uit een onderlaag van zeer open asfalt met een grove éénkorrelige steenslag (11/16) en een dunne toplaag van fijn zeer open asfalt (4/8) (zie figuren 1 en 2).

De onderlaag zorgt voor berging en zijdelingse afstroming van het regenwater, de dunne toplaag levert primair het geluidreducerende effect door textuur en vlakheid. De toplaag werkt bovendien als een zeef waardoor vuil de onderlaag praktisch niet bereikt.



### Toplaag

- dikte: 25 mm
- fijn asfaltmengsel
- steenslag 4/8, steenslag B
- uniforme korrelverdeling
- gemodificeerde bitumen
- geluidsabsorptie
- zeefeffect

### Onderlaag

- dikte: 45 mm
- grof asfaltmengsel
- steenslag 11/16
- hoge waterafvoercapaciteit (drainage-effect)

**Figuur 1** Voorbeeldconstructie tweelaags ZOAB



**Figuur 2** Tweelaags ZOAB bestaat uit een top laag gelegen op een onderlaag

Tweelaags ZOAB kent ten opzichte van standaard ZOAB de volgende voordelen [1]:

- Zowel bij hoge als bij lage rijsnelheden (< 70 km/uur) is de geluidsreductie van tweelaags ZOAB groter dan van standaard ZOAB. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de fijnere textuur van de top laag (reductie bandentrilling) en de grotere laagdikte (grotere geluidsabsorptie).
- Het vermogen om vuil op te vangen in de top laag, waar het met speciale reinigingstechnieken beter kan worden verwijderd dan bij standaard ZOAB, waar het vuil dieper in de dek laag wegzakt. De functionele eigenschappen van de dek laag (geluidsreductie, waterafvoer) blijven hierdoor beter beheersbaar.
- De mogelijkheid om bij einde levensduur (rafeling) alleen de top laag te vervangen, hetgeen een besparing in tijd en kosten oplevert.
- De onderlaag heeft een grotere afvoercapaciteit dan standaard ZOAB waardoor de zijdelingse afvoer van regenwater aanzienlijk groter is.
- De onderlaag heeft een groter waterbergend vermogen dan standaard ZOAB.
- Een betere weerstand tegen wringend verkeer door de aanwezigheid van een fijnere steenslag en een relatief hoog percentage gemodificeerde bitumen in de top laag. Echter, ook tweelaags ZOAB heeft in vergelijking met een dichte dek laag een beperkte weerstand tegen wringend verkeer!
- Een hogere stroefheid op termijn, de fijne gradering van de top laag heeft tot gevolg dat er meer contactpunten bestaan tussen band en wegdek. De aanvangstroefheid van tweelaags ZOAB is overigens veelal van dezelfde orde van grootte als die van standaard ZOAB.

Tweelaags ZOAB is met name ontwikkeld om in stedelijke gebieden, waar de rijsnelheden aanmerkelijk lager liggen dan op het hoofdwegennet, een geluidreducerende dek laag voorhanden te hebben. In diverse onderzoeken is aangetoond dat wegverkeer op tweelaags ZOAB, zowel bij lage als hoge rijsnelheden, beduidend minder geluid produceert dan op dicht asfaltbeton of standaard ZOAB.

In stedelijke situaties betekent dit dat geluidreducerende maatregelen bij de ontvanger, zoals gevelisolatie en geluidsschermen, niet of minder snel noodzakelijk zijn. Voor autosnelwegen kunnen geluidsschermen lager worden uitgevoerd en soms geheel achterwege blijven.

De aanlegkosten van tweelaags ZOAB (inclusief afwateringssysteem) zijn beduidend hoger dan die van andere dek lagen. Tweelaags ZOAB, evenals standaard ZOAB, dient tevens regelmatig te worden gereinigd. Samen met het gegeven dat tweelaags ZOAB korter meegaat dan dichte dek lagen, maakt dit dat ook de onderhoudskosten

relatief hoog zijn. In stedelijke situatie kan hier als voordeel tegenover staan dat de totale kosten voor tweelaags ZOAB nog altijd lager kunnen zijn dan die van gevelisolatie en/of geluidsschermen. Voor autosnelwegen geldt dat tweelaags ZOAB waarschijnlijk langer meegaat dan standaard ZOAB, althans wat betreft het optreden van rafeling [3]. Ook is schoonmaken van de top laag, vanwege de hoge rijsnelheid (zelfreinigend effect), waarschijnlijk niet noodzakelijk.

De toepassing van tweelaags ZOAB kan uit geluidtechnisch oogpunt zeer aantrekkelijk zijn. Het geluidreducerend vermogen blijft echter alleen in stand wanneer ook de civieltechnische kwaliteiten van de dek laag op peil blijven. In de momenteel gehanteerde besteksbepalingen zijn echter voornamelijk eisen opgenomen ten aanzien van het geluidsreducerend effect van tweelaags ZOAB. Betreffende de civieltechnische eisen (bijv. mengsamenstelling) worden geen of nauwelijks eisen in het bestek opgenomen. In de praktijk is bovendien gebleken dat vroegtijdige schade aan tweelaags ZOAB veelal is terug te voeren op ongunstige uitvoerings- en gebruiksomstandigheden.

Tweelaags ZOAB heeft een technische levensduur van 1 – 12 jaar. Deze levensduur wordt voor het grootste deel bepaald door de rafelingsgevoeligheid van het wegdek in combinatie met de optredende verkeersbelasting. In geval van een goede kwaliteit is in stedelijke situaties een levensduur van 8 jaar haalbaar en op autosnelwegen en stadssnelwegen 10 – 12 jaar. Bij een geringe kwaliteit is de levensduur beduidend minder, in sommige gevallen zelfs weinig meer dan 1 jaar!

Het hanteren van goede besteksbepalingen is een eerste voorwaarde voor het succesvol toepassen van tweelaags ZOAB. Daarnaast zullen ook uitvoerings- en gebruiksomstandigheden zodanig moeten zijn, dat de gunstige eigenschappen van tweelaags ZOAB tot hun recht komen.

Bij de afweging om tweelaags ZOAB op een wegvak toe te passen dienen niet alleen de directe maar ook de beheerkosten te worden beschouwd. De beheerkosten voor een wegvak met tweelaags ZOAB als dek laag zijn als volgt opgebouwd:

- Kosten reinigen top laag, inclusief analyseren en afvoeren van het opgezogen vuil;
- Kosten van kleine reparaties aan tweelaags ZOAB;
- Kosten reiniging afwateringssysteem;
- Kosten reparaties afwateringssysteem;
- Kosten monitoring geluidstechnische kwaliteit van wegdek;
- Extra kosten gladheidsbestrijding;

Deze richtlijn is bedoeld om inzicht te geven in de civiel-technische consequenties bij de toepassing van tweelaags ZOAB.

Hoofdstuk 1 richt zich voornamelijk op de eisen welke vanuit de gebruiksomstandigheden worden gesteld aan tweelaags ZOAB en het afwateringssysteem.

Dit hoofdstuk geeft tevens inzicht op welke locaties tweelaags ZOAB niet kan worden toegepast (bijv. zwaarbelaste kruispunten).

In hoofdstuk 2 wordt de relatie gelegd tussen de specifieke eigenschappen van tweelaags ZOAB en de mengsamenstelling. Vooral de kwaliteit en kwantiteit van het gebruikte bitumen en de kwaliteit van de steenslag in de top laag zijn mede bepalend voor de uiteindelijke kwaliteit van het tweelaags ZOAB.

Tweelaags ZOAB wordt met het gebruikelijke wegebouwmaterieel geproduceerd en verwerkt.

In hoofdstuk 3 worden enkele aandachtspunten behandeld waarmee bij de productie en verwerking van tweelaags ZOAB rekening moet worden gehouden.

Op welke wijze kan de functionaliteit en de duurzaamheid van tweelaags ZOAB worden bepaald?

In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de verschillende proeven die bij een kwaliteits-controle kunnen worden ingezet.

Voor tweelaags ZOAB dient een aangepast beheer- en onderhoudsbeleid te worden gevoerd, het gedrag van tweelaags ZOAB wijkt op een aantal punten af van dat van gebruikelijke deklagen. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op reiniging, klein en groot onderhoud, gladheid-bestrijding en hergebruik van tweelaags ZOAB.

In bijlage I is een voorstel tot besteksbepalingen opgenomen die kan dienen als een minimum eisenpakket betreffende toe te passen bouwstoffen, mengsamenstelling, productie en verwerking. Met deze besteksbe-  
lingen moet het mogelijk zijn om te komen tot een duurzaam en goed functionerend tweelaags ZOAB.

Bijlage II bevat een checklist met aandachtspunten bij de toepassing van tweelaags ZOAB.

# 1. ONTWERPASPECTEN

## 1.1 Inleiding

Verkeersgeluid is een van de grootste veroorzakers van overlast in stedelijk gebied. De centrale overheid tracht door gerichte regelgeving en wettelijke maatregelen (Wet Geluidshinder) geluidsoverlast ten gevolge van wegverkeer te beperken.

Geluidreducerende maatregelen kunnen worden getroffen bij de bron (voertuig, geluidsreducerend wegdek) of de ontvanger (gevelisolatie, geluidsschermen).

Geluidsbestrijding aan de bron door het aanbrengen van een geluidsreducerend wegdek is, met het oog op kosten, ruimtebeslag en inpasbaarheid, een aantrekkelijke optie.

Vooraf dient echter wel te worden bepaald of geluidsbestrijding aan de bron wel zinvol is.

Bovendien zullen alternatieven (gevelisolatie, geluidsschermen) beoordeeld moeten worden voordat een definitieve keuze kan worden gemaakt.

Tweelaags ZOAB leent zich goed om in stedelijk gebied, maar ook op autosnelwegen, geluidshinder tegen te gaan. In diverse onderzoeken is aangetoond dat wegverkeer op tweelaags ZOAB beduidend minder geluid produceert dan op dichte deklagen (DAB, SMA) en standaard ZOAB (zie tabel 1). Tegenover het uitstekende akoestische gedrag van tweelaags ZOAB staan echter de gevoeligheid voor rafeling ten opzichte van DAB en de gewenste waarborging van een goede afwatering.

|   | Geluidsreductie in dB(A)<br>personenauto's<br>(bij 80 km/uur) | Geluidsreductie in dB(A)<br>vrachtwagens<br>(bij 70 km/uur) |
|---|---|---|
| Tweelaags ZOAB 4/8 – 11/16                | -5  | -5 tot -6   |
| Standaard ZOAB 0/16                       | -2  | -3 tot -4   |
| Steenmestiekasfalt 0/6 (niet afgestrooid) | -2  | -1  |
| Steenmestiekasfalt 0/8 en 0/11            | 0   | 0   |
| Dicht asfaltbeton (DAB)                   | 0 (referentie)  | 0 (referentie)  |
| Oppervlakbehandeling (4/8 op asfalt)      | +3  | 0 tot -1  |
| Fijn gebezemd beton                       | +2  | +3  |
| Uitgewassen beton (11 mm max.)            | +1  | 0 tot -1  |

**Tabel 1** *Indicatie van de akoestische prestaties van diverse wegdekken (metingen volgens Statistical Pass-By methode) [7]*

In de ontwerpfase zal moeten worden bepaald waar tweelaags ZOAB kan worden toegepast. Op locaties waar vrij snel schade aan de tweelaags ZOAB (rafeling, gaten) is te verwachten en de eis voor geluidsreductie minder stringent is kunnen alternatieve geluidsreducerende deklagen zoals SMA 0/6 worden toegepast.

Bij de bepaling waar tweelaags ZOAB toepasbaar is zal met de volgende aspecten rekening moeten worden gehouden:

- wringende verkeersbelastingen
- opstelvakken
- putten en vluchtheuvels
- locaties gevoelig voor mechanische beschadigingen en vervuiling
- aanliggende fietspaden en bushaltes
- afwateringssysteem

## 1.2 Wringende belastingen

Zowel standaard ZOAB als tweelaags ZOAB hebben een beperkte weerstand tegen wringend verkeer. Dit is terug te voeren op de, vergeleken met een dichte deklaag, minder stevige inbedding van de steenslag in het wegdek. Hierdoor kunnen bij zijdelingse belasting steentjes uit het wegoppervlak loskomen, hetgeen de eerste aanzet vormt voor rafeling (zie figuur 3). Door het toepassen van gemodificeerde bitumen en/of een hoger bindmiddelgehalte in het mengsel kan de weerstand tegen rafeling worden verbeterd.



**Figuur 3** Rafeling tweelaags ZOAB t.g.v. wringende belastingen

Vanwege de gevoeligheid voor rafeling ten opzichte van dicht asfaltbeton wordt toepassing van tweelaags ZOAB voor kruispunten en rotondes afgeraden. Hier kan beter steenmastiekasfalt (SMA) worden toegepast. De lage rijnsnelheid en de grotere afstand tot de bebouwing maken het in de meeste gevallen acceptabel dat ter plaatse van kruisingen de geluidsreductie wegvalt. Om zo min mogelijk textuurverschil te creëren wordt in plaats van ZOAB 4/8 bij voorkeur SMA 0/8 als toplaag toegepast. Ter plaatse van het kruisingsvlak wordt voorgesteld om een niet waterafvoerende asfaltconstructie toe te passen. De onderlaag van het tweelaags ZOAB wordt hierbij vervangen door een OAB 0/16 (type 2 of 3) of STAB 0/16. Bij kruisingen van beperkte omvang bestaat de mogelijkheid om de onderlaag door te zetten, mits de waterafvoer gegarandeerd is. Als alternatief op bovengenoemde asfaltconstructie kan op het kruisingsvlak tweelaags ZOAB worden toegepast waarop een -weliswaar dure- kunststof coating is aangebracht.

Bij in- en uitritten en aansluitingen met incidenteel wringend verkeer kan tweelaags ZOAB worden toegepast. Nabij de uitrit van een transportbedrijf is toepassing van tweelaags ZOAB echter af te raden. Per situatie zal dus een afweging moeten plaatsvinden tussen functionaliteit en duurzaamheid van de deklaag. Bij aansluitingen met veel afslaand vrachtverkeer of waarbij de aansluitende weg een duidelijke stroomfunctie heeft (bijv. een wijkontsluitingsweg), wordt toepassing van tweelaags ZOAB afgeraden.

Als alternatief kan worden besloten om op deze locaties toch tweelaags ZOAB toe te passen, waarop echter in een latere fase een kunststof coating wordt aangebracht.

Bij gedeeltelijke toepassing van tweelaags ZOAB op een wegvak dient verandering van het type deklaag zoveel mogelijk beperkt te blijven. Een wegvak met regelmatige verandering van het type deklaag (dicht/open) heeft negatieve invloed op:

- de waterafvoer
- de verkeersveiligheid ("splash and spray")
- verwerkbaarheid bij aanleg
- beheer en onderhoud
- gladheidbestrijding



**Figuur 4** Rafeling tweelaags ZOAB langs parkeervak

Bij wegvakken waarin veel kruispunten of rotondes zijn opgenomen zal bovendien de geluidsreductie bij woningen ten gevolge van afwisselende deklaagtypes gemiddeld kleiner zijn dan bij een ononderbroken traject. Op basis van ervaring wordt geadviseerd om tweelaags ZOAB minimaal over een weglengte van 100 m toe te passen.

Ook langs parkeervakken, laad- en loshavens en bushaltes kan ten gevolge van wringend verkeer versneld rafeling van tweelaags ZOAB ontstaan [2]. Stuurbechrachting en meesturende achterwielen zijn ideaal voor de bestuurder, vanuit stilstand zijn ze echter funest voor tweelaags ZOAB (zie figuur 4).

Om plaatselijke rafeling te beperken dienen parkeervakken en laad- en loshavens zo breed mogelijk te worden uitgevoerd (parkeervakken: min. breedte 2,0 m, laad- en loshavens: min. breedte 2,5 m) [2]. Dit heeft tot gevolg dat draaibewegingen van de banden binnen het parkeervak en niet op de tweelaags ZOAB plaatsvinden. Ook de beschikbare lengte van parkeervakken heeft invloed op het ontstaan van wringschade.

Op autosnelwegen wordt in principe standaard ZOAB 0/16 toegepast. Dit asfaltmengsel voldoet uitstekend voor rechtstanden, maar is niet geschikt voor toepassing onder wringend verkeer (klaverbladlussen en krappe boogstralen bij aansluitingen). Vanuit oogpunt van continuïteit is toepassing van een dichte deklaag echter niet gewenst. Uit recent onderzoek [3] is gebleken dat bij krappe bogen (boogstraal ca. 100 à 150 m) op autosnelwegen tweelaags ZOAB beter acteert dan standaard ZOAB 0/16.

### 1.3 Opstelvakken

Door de aanwezigheid van een stabiel steenskelet heeft tweelaags ZOAB een goede weerstand tegen vervormingen. Afwezigheid van spoorvorming en ribbelforming bij opstelstroken wordt primair veroorzaakt door de hoge weerstand tegen vervorming van het tweelaags ZOAB zelf; daarnaast vervormen de onderliggende asfaltlagen minder. De open structuur van tweelaags ZOAB zorgt er namelijk voor dat de gemiddelde temperatuur van deze lagen beperkt blijft; de deklaag functioneert als een isolatielaag. Dit heeft tot gevolg dat in de onderliggende asfaltlagen minder spoorvorming optreedt.

Bij druppelsgewijze lekkage van olie uit stilstaande voertuigen is bij tweelaags ZOAB nog niet gebleken dat dit leidt tot versnelde schade (verlies samenhang). Dit wordt veroorzaakt door:

- de dikkere bitumenlaag die zich rond de steentjes in de toplaag bevindt;
- toepassing van gemodificeerde bitumen in de toplaag. De mate van oliebestendigheid is afhankelijk van het soort en de hoeveelheid modificatie;

Olielekkage zorgt wel voor een versmering van de bitumen aan het oppervlak van de toplaag, waardoor het wegdek een vervuild uiterlijk krijgt!

Bij opstelvakken voor doorgaand verkeer kan, indien dit voor de geluidsreductie is gewenst, tweelaags ZOAB worden toegepast tot aan de stopstreep. De dwarsnaad komt hierbij onder de streep te liggen. Het afremmen en optrekken van verkeer bij de stopstreep heeft geen ribbelforming in de deklaag tot gevolg. Uitvoegstroken en opstelstroken voor afslaand verkeer dienen, vanwege de optredende wringende belastingen, bij voorkeur te worden voorzien van een dichte deklaag (DAB of SMA).

#### 1.4 Putten, vluchtheuvels en verkeersdrempels

Een 'steenrijk' asfaltmengsel als tweelaags ZOAB dient machinaal te worden aangebracht. Tweelaags ZOAB is, voor wat betreft de toplaag, niet geschikt voor handwerk.

Bij handwerk ontbreekt de voorverdichting door de asfaltspreidmachine, hetgeen een negatieve invloed heeft op de duurzaamheid van de deklaag. Handwerk, bij putten, vluchtheuvels en verkeersdrempels moet derhalve zoveel mogelijk worden vermeden.

Putten hebben nagenoeg geen invloed op de afvoer van regenwater naar de zijkanalen van de weg. Bij de aanleg van tweelaags ZOAB dient echter wel rekening te worden gehouden met handmatige verwerking van asfalt nabij putten, hetgeen ter plaatse de kwaliteit van de deklaag negatief zal beïnvloeden. Uit de praktijk blijkt dat schade aan de deklaag nabij putten onvermijdelijk is [2]. De reparatie van gaten nabij putten kan met relatief dure kunststofmortels plaatsvinden (zie hoofdstuk 5).

Indien mogelijk wordt de riolering onder het trottoir aangelegd, zodat er geen putten in het wegdek voorkomen.

#### 1.5 Mechanische beschadigingen en vervuiling

De weerstand tegen mechanische schade van tweelaags ZOAB is, vanwege het open karakter, in het algemeen geringer dan van een dichte deklaag (DAB, SMA). Een slepende laadklep of een velg kan gemakkelijk een kras in het wegdek trekken.

Mechanische beschadigingen, in de vorm van steenverlies of gaten, kunnen onder andere veroorzaakt worden door:

- statische belastingen  
(vuilcontainer, glasbak, steunpoten van een afgekoppelde oplegger);
- veegwagens schoonmaakdienst  
(bij langdurig stilstaan met roterende staalborstels);
- van vrachtwagens afgevalen lading;
- aantasting door dierlijke vetten  
(afkomstig van kadavers van aangereden dieren);
- insnijding van velgen;
- glasafval na een auto-ongeluk;

Met betrekking tot vervuiling van de toplaag kan onderscheid worden gemaakt in:

- indringend vuil: zand, grond, lekolie e.d.;
- opliggend vuil: zwerfvuil in de vorm van papier, plastic zakjes, kauwgom, karton e.d.;
- incidentele vervuiling: afstrooien aanliggende deklagen of elementenverhardingen, paardenvijgen, vuurwerkpapier, grondtransport e.d.;
- seizoensgebonden vervuiling: gemaaid gras, bladafval, snoeien van bomen e.d.;

Op locaties waar veel en vaak vervuiling optreedt, is toepassing van een open asfaltmengsel zoals tweelaags ZOAB geen goede keuze. Zwerfvuil, gemaaid gras e.d. zorgen ervoor dat de toplaag dicht gaat zitten. Dit heeft nadelige gevolgen voor de geluidsreductie van het tweelaags ZOAB. Door de zuigende werking van een rollende autoband wordt met name in de rijsporen het vuil weer deels losgezogen (het "zelfreinigend" vermogen van ZOAB).

Bij lage rij snelheden is dat effect echter minder en ontstaat een gesloten toplaag. Alleen frequente reiniging (1 à 2 maal per jaar) kan de toplaag dan nog openhouden.

## 1.6 Aanliggende fietsstroken

Voor eventueel aanliggende fietsstroken kan de toplaag worden vervangen door een dichte deklaag, bijvoorbeeld SMA 0/6. Op een fietsstrook is geen geluidsreductie noodzakelijk. Bovendien is het zelfreinigend vermogen van het tweelaags ZOAB, door het ontbreken van de zuigende werking van autobanden, nihil. De onderlaag van het tweelaags ZOAB wordt doorgetrokken zodat het water onder de dichte deklaag kan stromen naar het afwaterings-systeem aan de zijkant van de weg.

## 1.7 Overgang van dichte deklaag naar tweelaags ZOAB

In de praktijk is gebleken dat ter plaatse van de overgang van een dichte deklaag (DAB, SMA) naar tweelaags ZOAB (zie figuur 5) de toplaag van het tweelaags ZOAB snel dichtslibt. Vuil verplaatst zich over de dichte deklaag in de rijrichting van het verkeer. Bij tweelaags ZOAB zakt het vuil echter in deklaag, hetgeen een geleidelijke akoestische overgang tot gevolg heeft. Bovendien vormt elke dwarsnaad een verzwakking van de verhardingsconstructie waar tijdens de uitvoering extra aandacht aan moet worden besteed.

Bovengenoemde aspecten pleiten ervoor om binnen een wegvak afwisseling van het type deklaag (dicht/open) zoveel mogelijk te beperken.



Figuur 5 Overgang van dichte deklaag naar tweelaags ZOAB

## 1.8 Afwateringssysteem

Bij het ontwerp van een tracé met tweelaags ZOAB in stedelijk gebied dient veel aandacht te worden geschonken aan het afwateringssysteem. Als het afwateringssysteem niet goed functioneert, raakt het wegdek sneller vervuild, lopen de akoestische prestaties terug en ontstaan er in de winter problemen door vorstschade aan de deklaag. Ten behoeve van de waterafvoer naar de kolken zijn verschillende afwateringssystemen verkrijgbaar. Het aanbod is zeer uiteenlopend, zowel in prijs als kwaliteit. Het succes van een afwateringssysteem wordt bepaald door de juiste keuze voor elke specifieke toepassing en het door de leverancier beschikbaar gestelde inbouwvoorschrift.

Uit oogpunt van verkeersveiligheid zijn diepe open goten, in aansluiting op parkeervakken, fietspaden en trottoirs, ongewenst. Mede hierom dient de afwatering in de wegconstructie te worden geïntegreerd. In Nederland zijn de volgende lijnafwateringssystemen ontworpen en met wisselend succes toegepast:

- een doorgaande gootconstructie (bestaande uit betonnen, keramische of kunststof elementen) (zie figuur 6);
- een kunststof drainagesysteem (langsdrainage) ingebouwd in het tweelaags ZOAB;
- poreuze kantstenen met een uitsparing;
- trottoirbanden voorzien van inlaten voor de waterafvoer.



**Figuur 6** Doorgaande gootconstructie bestaande uit keramische elementen

De keuze voor het toe te passen afwateringssysteem wordt bepaald door:

- aanleg- en onderhoudskosten;
- duurzaamheid;
- toegankelijkheid voor inspectie en reiniging;
- afvoercapaciteit;
- wijze van aansluiting op kolken;
- kans op lekkage;
- kans op vorstschade;
- gevoeligheid voor breuk of vervorming tijdens aanleg en verdichting van de deklaag;
- sterkte en stabiliteit (met name waar het verkeer over het afwateringssysteem rijdt);
- inpasbaarheid (waar komt het afwateringssysteem te liggen? Langs een trottoirband, in een bocht, of langs parkeervakken, bushaltes, inritten en zijwegen?);
- de beschikbare wegbreedte tijdens aanleg.

De afvoercapaciteit van het afwateringssysteem kan beperkt blijven vanwege de vertraagde waterafvoer in tweelaags ZOAB. Wel dient eventueel rekening te worden gehouden met de afwatering van naastliggende weggedeelten (parkeervak, bushalte).

Ook wanneer het wegdek wordt begrensd door grasbermen wordt geadviseerd om een afwateringssysteem toe te passen. In de praktijk blijkt dat net naast de deklaag vegetatiegroei plaatsvindt. Dit wordt veroorzaakt door het nasijpelen van water uit de deklaag, hetgeen in de zomer een ideale groeiomstandigheid vormt. De zijkant van het tweelaags ZOAB groeit dicht en de zijdelingse afvoer van regenwater wordt geblokkeerd. Dit leidt tot dichtslibben van de deklaag, hetgeen uit akoestisch oogpunt nadelig is. In het ergste geval kan er afvriezen van de deklaag optreden. Bij toepassing van een geschikt afwateringssysteem wordt de ingroei van vegetatie aan de zijkant echter voorkomen.

## 2. MENGSELSAMENSTELLING

### 2.1 Inleiding

De aanleiding voor toepassing van tweelaags ZOAB is in nagenoeg alle gevallen geluidsreductie. Dit blijkt ook duidelijk uit de in de praktijk gehanteerde besteksbepalingen waarin vooral eisen ten aanzien van het geluidsreducerend effect zijn opgenomen.

Het ontbreken van bouwstofeisen of eisen aan de mengsamenstelling kan echter leiden tot een deklaag met beperkte duurzaamheid.

In bijlage I zijn besteksbepalingen opgenomen die kunnen dienen als een minimum eisenpakket betreffende toe te passen bouwstoffen, mengsamenstelling, productie en verwerking. Met deze besteksbepalingen moet het mogelijk zijn om te komen tot een duurzaam en goed functionerend tweelaags ZOAB.

Het voorstel voor besteksbepalingen is opgesteld door de Technische Commissie Asfalttechnologie (TCA) van VBW-Asfalt, in samenwerking met de Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) van Rijkswaterstaat.

Dit hoofdstuk moet worden gezien als een toelichting op het in bijlage I opgenomen voorstel voor besteksbepalingen, waarbij met name de relatie tussen mengsamenstelling, duurzaamheid en functionele eigenschappen van tweelaags ZOAB wordt beschouwd.

### 2.2 Toplaag

De toplaag van standaard tweelaags ZOAB, met een dikte van 25 mm, bestaat uit steenslag 4/8 (steenslag B), eventueel brekerzand, middelsoort vulstof met hydroxide en gemodificeerde bitumen.

In de toplaag kan ook fijner gegradeerde steenslag (bijv. steenslag 2/4 of 3/6) worden toegepast, hierbij moet echter wel de aan te brengen laagdikte uit oogpunt van functionaliteit (waterdoorlatendheid) worden verlaagd. Voor verbetering van de stroefheid en de duurzaamheid kan steenslag met een hoogwaardige kwaliteit (bijv. hoog polijstgetal) in de toplaag worden toegepast.

Gezien de fijn gegradeerde steenslag in de toplaag is het belangrijk om de porositeit (waterdoorlatendheid) zo hoog mogelijk en de stromingsweerstand zo laag mogelijk te houden. De mortel wordt voornamelijk gevormd door het bindmiddel. Een hoog bindmiddelgehalte is voor de duurzaamheid van de toplaag noodzakelijk. Het is dan wel van belang om een bindmiddel toe te passen met een, in de warme fase, zeer hoge viscositeit. Een te dikke toplaag is uit oogpunt van waterdoorlatendheid, geluidsreductie en reinigbaarheid niet aan te raden.

In de toplaag wordt een relatief hoog percentage bindmiddel toegepast (min. 6 %, zowel in stedelijk gebied als bij auto(snel)wegen). Het bindmiddel bestaat uit gemodificeerd bitumen (er zijn gunstige ervaringen met SBS- of EVA-modificatie). Toepassing van een gemodificeerde bitumen kent de volgende voordelen:

- het voorkomt afdruipling;
- het beperkt de aantasting van de toplaag door lekolie (door de aanwezigheid van een dikke bitumenfilm rond de steentjes in de toplaag);
- het verkleint de kans op rafeling;
- het verbetert de hechting van de bitumen aan het mineraalaggregaat (verbetering van de hechting vindt tevens plaats door de toepassing van hydroxide als vulstof en/of toepassing van steenslag B).

Toepassing van gemodificeerde bitumen waarbij in de asfaltmenginstallatie de modificatie in de basisbitumen dient te worden gemengd wordt afgeraden.

Remproeven geven aan dat de remvertraging bij aanvang van tweelaags ZOAB laag is en vergelijkbaar met die van standaard ZOAB. De hoeveelheid en de samenstelling van het bindmiddel in de toplaag is van invloed op de lengte van de periode met lage remvertraging. Op het moment dat de bitumenfilm van de bovenste steentjes in de toplaag is afgereden, wordt de maximaal haalbare remvertraging bereikt.

Voor de stroefheid op lange termijn wordt een beter gedrag dan bij standaard ZOAB verwacht, aangezien door de fijne gradering van de toplaag meer contactpunten bestaan tussen band en wegdek.

### 2.3 Onderlaag

De onderlaag van tweelaags ZOAB is 45 mm dik en bestaat doorgaans uit steenslag 11/16, brekerzand, middelsoort vulstof met hydroxide, afdruiptremmende stof en (gemodificeerde) bitumen. Het bindmiddelgehalte dient minimaal 4,5 % te bedragen. Voor de onderlaag kan bitumen 70/100 worden toegepast. In de praktijk wordt vaak om de volgende redenen gemodificeerde bitumen (SBS- of EVA-modificatie) in de onderlaag toegepast:

- Toepassing van gemodificeerde bitumen kan leiden tot een langere levensduur van de onderlaag. Dit vergroot de kans om bij groot onderhoud te volstaan met het frezen van de toplaag en te vervangen door een nieuwe toplaag. Hierbij kan de bestaande onderlaag worden gehandhaafd (zie hoofdstuk 5).
- In de onderlaag is altijd gedurende langere tijd water aanwezig. Onder invloed van het water kan 'stripping' optreden, met als gevolg verlies van samenhang van de onderlaag. Toepassing van gemodificeerde bitumen beperkt de kans op het optreden van 'stripping'.

Opgemerkt dient te worden dat de weerstand tegen 'stripping' en de duurzaamheid van de onderlaag mede afhankelijk is van het toegepaste type gemodificeerde bitumen en de kwaliteit van de steenslag.

### 2.4 Algemeen

De ruwe structuur van de onderlaag en het hoge bitumengehalte van de toplaag leveren een uitstekende hechting op. Een kleeflaag kan derhalve achterwege blijven.

Beide lagen van de tweelaags ZOAB bevatten een zeer hoog percentage steenslag. De toegepaste steenslag dient een zo uniform mogelijke korrelverdeling te bezitten om een qua functionele eigenschappen goed acterend mengsel te verkrijgen. Dit kan betekenen dat de steenslag vooraf gezeefd dient te worden, hetgeen wel extra kosten met zich meebrengt [9].

## 3. PRODUCTIE EN VERWERKING

### 3.1 Productie

Tweelaags ZOAB kan geproduceerd worden in de gebruikelijke asfaltmenginstallaties.

Voor een kritisch mengsel als tweelaags ZOAB (met name de toplaag) geldt dat een regelmatige productie en verwerking de beste waarborg is voor een goede kwaliteit van het product in de weg. Dit betekent dat het "tussen andere mengsels door" produceren van tweelaags ZOAB niet goed mogelijk is. Te kleine producties worden afgeraden.

Bij toepassing van bitumen 70/100 in de onderlaag dient de mengtemperatuur minimaal 150 °C te bedragen, hetgeen een verwerkingstemperatuur van minimaal 130 °C tot gevolg kan hebben. Een te hoge mengtemperatuur (groter dan 170 °C) zal onherroepelijk leiden tot afdruipling en overmatige veroudering van het bitumen [5]. Bij toepassing van gemodificeerde bitumen in de top- of onderlaag wordt voor de mengtemperatuur verwezen naar het bewijs van oorsprong (opgave leverancier).

Gezien de ontmengings- en verouderingsgevoeligheid van tweelaags ZOAB tijdens de opslag en de potentieel sterke afkoeling vanwege de holle ruimte is het aan te bevelen dit materiaal zo kort mogelijk (maximaal een half uur) op te slaan. Bij voorkeur de silo voor warme opslag van het onderlaagmengsel niet aansluitend gebruiken voor de warme opslag van het toplaagmengsel. Hiermee wordt menging van het fijne toplaagmateriaal met het grove onderlaagmateriaal voorkomen.

De bitumentanks moeten, om verontreiniging en/of 'verdunding' van de modificatie te voorkomen, zo leeg mogelijk zijn voor de opslag van gemodificeerd bitumen.

### 3.2 Verwerking

Verwerking van de top- en onderlaag geschiedt met gebruikelijk wegebouwmaterieel.

In deze paragraaf worden, in chronologische volgorde, aandachtspunten bij de verwerking van tweelaags ZOAB gepresenteerd.

#### **Planning**

Verhardingen (asfalt- of elementenverharding) gelegen buiten de doorgaande baan (bushalte of parkeervak) als eerste aanleggen. Dit geldt ook voor doorsteken voor fietsers of voetgangers (bij voorkeur voorzien van een dichte deklaag).

Het afwateringssysteem dient vlak voor de aanleg van het tweelaags ZOAB te worden aangebracht. Hiermee wordt vroegtijdige beschadiging of vervuiling van het afwateringssysteem voorkomen.

Binnen een wegebouwproject dienen het aanbrengen van het afwateringssysteem en de deklaag de laatste werkzaamheden te zijn. Let op dat werkzaamheden op aanliggende wegvakken of terreinen (aanleg riolering, grondverzet, aanbrengen bermen e.d.) geen aanleiding geven tot vroegtijdige beschadiging of vervuiling van de deklaag (ten gevolge van bouwverkeer of grondtransport).

Werkzaamheden in de nabijheid van de deklaag (bijv. het stellen van lantaarnpalen, bermafwerking, plaatsen van geluidsschermen of het aanbrengen van bebording) zoveel mogelijk voor de aanleg van de deklaag uitvoeren. Voertuigen die tijdens werkzaamheden afstempelen op de deklaag zijn absoluut ontoelaatbaar!

### **Transport**

Transport dient te geschieden in geïsoleerde vrachtwagens met gesloten kleppen.

Voor de aanvoer van asfalt dienen voldoende vrachtwagens beschikbaar te zijn teneinde stilstand van de afwerkmachine te voorkomen.

### **Vorbereiding**

Aan de laag onder het tweelaags ZOAB worden in verband met de waterafvoer de volgende eisen gesteld:

- Het asfalt dient voldoende waterdicht te zijn, verlies van samenhang in de onderlaag ten gevolge van strip-ping dient voorkomen te worden. Bij een enigszins poreuze laag (OAB, freesvak) verdient het de aanbeve-ling om een waterdichte laag aan te brengen.
- Het afschot van de laag dient voldoende te zijn (bij voorkeur 2,5 %). Voor een ongestoorde waterafvoer door de onderlaag van het tweelaags ZOAB dient deze laag zoveel mogelijk het profiel van de deklaag te volgen.

Voordat het tweelaags ZOAB wordt aangebracht kan het derhalve noodzakelijk zijn dat herprofilering (vullen van gaten, vlakfreen van oneffenheden of spoorvorming, verbeteren van de verkanting) plaatsvindt. Ook is het mogelijk dat vooraf een waterdichte tussenlaag aangelegd dient te worden.

De onderlaag van het tweelaags ZOAB wordt met een kleeftlaag (minimaal 0,4 kg/m<sup>2</sup> bitumenemulsie) op de ondergrond aangebracht. Hierbij dient erop te worden gelet dat zo weinig mogelijk bitumenemulsie door het werkverkeer op aansluitende verhardingen wordt uitgereden.

In het algemeen moet gelden dat de (rest)levensduur van de onderliggende lagen minimaal gelijk is aan de levensduur van de tweelaags ZOAB. Tweelaags ZOAB is niet geschikt als uitvullaag en dient zoveel mogelijk met een constante laagdikte te worden aangebracht.

Detectielussen kunnen op de gebruikelijke manier worden toegepast. Het heeft de voorkeur ze in de onder het tweelaags ZOAB liggende laag aan te brengen, aangezien inzagen leidt tot onherstelbare schade aan de dek-laag.

Streef door een goede planning van het werk naar zo gunstig mogelijke weersomstandigheden tijdens de aan-leg van tweelaags ZOAB (bij voorkeur in de periode 1 mei – 1 oktober).

Voor de vereiste weersomstandigheden tijdens de aanleg van tweelaags ZOAB wordt verwezen naar de besteks-bepalingen in bijlage I (art. 31.22.10 lid 03).

Er dient overleg plaats te vinden tussen aannemer en opdrachtgever m.b.t. de planning van het werk indien blijkt dat de kans op ongunstige weersomstandigheden groot is.

### **Verwerking**

De top- en onderlaag moeten bij voorkeur baanbreed, dus "naadloos", worden aangebracht.

Uiteraard is dat niet altijd mogelijk, en is soms een langснаad onvermijdelijk.

In een dergelijke situatie dienen de top- en onderlaag met twee afwerkmachines gestaffeld te worden aange-bracht, omdat langsnaden kritisch zijn ten aanzien van het aanbrengen van warm tegen koud. Toepassing van een bitumenstrip ter plaatse van de langснаad wordt aangeraden. Als alternatief kunnen infraroodbranders worden toegepast om bij de langснаad de koude zijkant van het asfalt te verwarmen .

In feite moet bij aanleg van tweelaags ZOAB als randvoorwaarde worden gesteld het beschikbaar zijn van de rijbaan over de gehele breedte. Dit betekent als afzettingssysteem 4-0 of afsluiten en omleiden. Het voorschrijven hiervan beperkt echter wel de toepassing van tweelaags ZOAB: afzettingssysteem 4-0 kan niet overal worden toegepast vanwege de vereiste rijbaanbreedte in relatie tot de verkeersintensiteit en afsluiten en omleiden is ook niet overal mogelijk.

Bij toepassing van bitumen 70/100 in de onderlaag geldt een minimale verwerkingstemperatuur van 130 °C. Bij toepassing van gemodificeerde bitumen (SBS- of EVA-modificatie), in top- of onderlaag, geldt de in het bewijs van oorsprong vermelde minimale verwerkingstemperatuur. Asphalt dat beneden de verwerkingstemperatuur is afgekoeld mag niet meer worden verwerkt.

Stopplaatsen dienen zoveel mogelijk te worden voorkomen. Deze gaan vrijwel altijd gepaard met onvlakheden die later niet meer weggevoerd kunnen worden.

Vermijdt het aanbrengen van dwarslassen in bochten, dit leidt ten gevolge van wringende belastingen tot rafeling van de topklaag.

Het vlak zijn en de afstelling van de afwerkbalk zijn bij het aanbrengen van de topklaag erg belangrijk. Elke onvolkomenheid, veroorzaakt door slijtage of de onjuiste inzet van verbredingsstukken, leidt tot textuurverschillen [2]. Verschillen in textuur kunnen aanleiding geven tot vroegtijdige rafeling. Het aanbrengen van de topklaag met een hydraulisch verbreedbare afwerkbalk is wel toegestaan. De worm en de kamerschotten dienen hierbij te worden uitgebouwd tot ca. 0,5 – 0,6 m vanaf het eindschot [20]. Tevens verdient met name de stand van de uitschuifdelen t.o.v. de hoofdbalk de nodige aandacht. Nauwkeurige afstelling van de afwerkbalk kan noodzakelijk zijn om een zo vlak mogelijke topklaag te verkrijgen.

Het aanbrengen van een zo dun mogelijke topklaag (25 mm of minder) kent twee beperkingen:

- de grenzen komen in zicht van wat praktisch uitvoerbaar is;
- bij minder gunstige weersomstandigheden verliest de dunne deklaag te snel de warmte die nodig is voor een goede verdichting.

Momenteel worden in Nederland experimenten uitgevoerd met zgn. tweelaags-asfaltspreidmachines. Hierbij wordt het mogelijk om in één werkgang de onderlaag en de topklaag aan te brengen. De topklaag kan uiterst dun worden gehouden, niet dikker dan nodig voor het akoestisch effect, omdat de warmte-inhoud van de enige ogenblikken eerder aangebrachte onderlaag een optimale verdichting mogelijk maken.

### **Verdichting**

Het verdichten van tweelaags ZOAB is, vergeleken met het verdichten van dicht asfaltbeton, relatief gemakkelijker. Het verdichten bestaat voornamelijk uit het rangschikken en het aandrukken van het korrelskelet.

Dit is met enkele walsovergangen (bij voorkeur met een tandemwals, walsfactor: ca. 18) te realiseren. In het algemeen geldt dat trillend verdichten op ZOAB uit den boze is, aangezien het opgebouwde korrelskelet wordt verbrijzeld.

De open textuur en de geringe laagdikte zorgen ervoor dat de topklaag zeer gevoelig is voor afkoeling. Teveel afkoeling van de topklaag betekent dat het onmogelijk is om op een juiste wijze te verdichten. Vaak lukt het nog wel om door (zwaar) te walsen een vlak oppervlak te krijgen, maar de steenslag in de topklaag wordt daarbij verbrijzeld. Walsen bij een te lage temperatuur introduceert tevens microscheuren in de bitumenfilm rond

de steentjes. Vooral bij toepassing van gemodificeerde bitumen dient hierop te worden gelet, aangezien hierbij sneller het opstijven zal plaatsvinden dan bij conventionele bitumen. Beide verschijnselen leiden tot schade in de vorm van rafeling.

Het rijden van walsen op een verdichte deklaag dient zoveel mogelijk te worden beperkt. Let hierop bij de planning van de aan- en afvoer van walsen.

### **Algemeen**

- Behoudens werkverkeer dient er geen ander verkeer op de onderlaag te worden toegelaten;
- Elke onvolkomenheid die door afwerkmaschine, balkman, asfaltafwerker of wie dan ook aan de toplaag wordt toegebracht, blijft zichtbaar.  
Dit geldt ook voor onvlakheden (stopplaatsen afwerkmaschine), beschadigingen door het belopen, uitstrooien van een schep asfalt en handwerk (bij putten, vluchtheuvels, verkeersdrempels e.d.). Om deze reden wordt ook het terugduwen van de rand van de toplaag met een hark afgeraden.
- Geen toplaag aanbrengen indien de onderlaag is gevuld met water!
- Bij putten dient plaatselijk de onderlaag dunner te worden aangebracht, zodat ruimte ontstaat om de toplaag goed aan te brengen en te verdichten;
- Let op werkverkeer met kleefmiddel aan de banden. De banden zijn in staat om steentjes uit het oppervlak van de toplaag te trekken!
- Voordat het wegvak voor verkeer wordt vrijgegeven dient de toplaag voldoende te zijn afgekoeld. Bij voorkeur de toplaag overdag aanbrengen en gedurende één avond zonder verkeer laten afkoelen.
- Bij toepassing van gemodificeerde bitumen in top- en/of onderlaag dient te worden gelet op het afwijkend opstijvingstraject van het asfalt.
- Ter plaatse van een begin- of eindlas het eerder aangebrachte ZOAB afdekken met hardboard om beschadiging ten gevolge van het opstarten van de asfaltspreidmaschine of het uitlopen van de wals zoveel mogelijk tegen te gaan. Toepassing van een bitumenstrip ter plaatse van een begin- of eindlas wordt aangeraden.

## 4. KWALITEITSCONTROLE

### 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zal worden ingegaan op welke wijze de akoestische en civieltechnische kwaliteit van tweelaags ZOAB gewaarborgd kan worden. In de praktijk zijn tot op heden voornamelijk besteksbepalingen toegepast welke zich richten op de akoestische eigenschappen van tweelaags ZOAB. Het geluidsreducerend vermogen blijft echter alleen in stand wanneer ook de civieltechnische kwaliteiten van de deklaag op peil blijven.

### 4.2 Vooronderzoek

Het vooronderzoek wordt door de asfaltproducent uitgevoerd. Van beide mengsels (zowel voor de top laag als de onderlaag) worden 4 proefstukken vervaardigd overeenkomstig de Marshallproef (proef 57.1) of de gyratorverdenscher (proef 57.2). Gyratorverdichte proefstukken hebben hierbij de voorkeur.

Het gemiddelde van de holle ruimte gemeten aan deze proefstukken dient voor het mengsel toegepast in de top laag tenminste 20 % te bedragen. Voor het mengsel toegepast in de waterafvoerende onderlaag wordt een hogere holle ruimte-eis gesteld, het gemiddelde van de holle ruimte gemeten aan de vier proefstukken dient tenminste 25 % te bedragen.

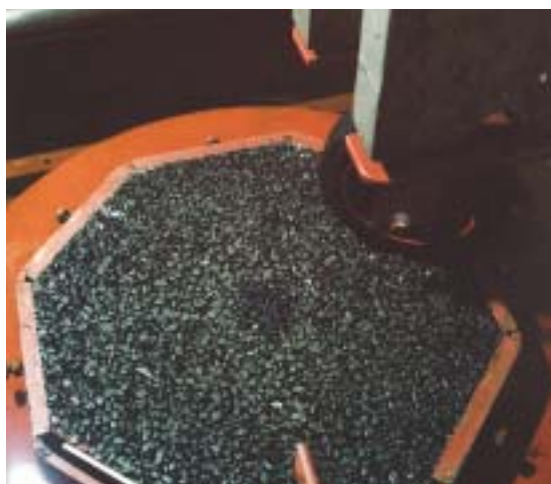
De gehanteerde korrelverdeling en samenstelling van het asfaltmengsel om aan de holle ruimte-eis te voldoen wordt beschouwd als de referentiesamenstelling. De vaststelling van de referentiesamenstelling wijkt hiermee af van proef 56.4 (vooronderzoek ZOAB) uit de Standaard RAW-Bepalingen 2000.

### 4.3 Additioneel onderzoek

De eisen m.b.t. de samenstelling, zoals weergegeven in hoofdstuk 2, garanderen een tweelaags ZOAB met de juiste akoestische eigenschappen. Een apart akoestisch onderzoek in het laboratorium wordt derhalve niet noodzakelijk geacht.

Indien door de aannemer nog geen ervaring is opgedaan met de aanleg van tweelaags ZOAB dienen proefplaten van de totale tweelaagsconstructie te worden vervaardigd. De vervaardiging van proefplaten geeft inzicht m.b.t. de verwerkbaarheid en de homogeniteit van de toe te passen mengsels.

Om de gevoeligheid voor rafeling van de top laag in beeld te brengen wordt voorgesteld om op proefstukken van het totale mengsel (afkomstig uit eerder vervaardigde proefplaten) de RSAT-proef [3] uit te voeren (zie figuur 7). De RSAT-proef kan als vergelijkende proef worden uitgevoerd, bij verschillende samenstellingen wordt onderling de weerstand tegen rafeling vergeleken.



Figuur 7 Rotating Surface Abrasion Test (RSAT-proef)

Indien ervaring met de aanleg van tweelaags ZOAB bij de aannemer niet aanwezig is wordt, om het risico van fouten tijdens de uitvoering zoveel mogelijk te beperken, geadviseerd om vooraf een proefvak aan te leggen. Bij deze verwerkingstest kan de asfaltploeg ervaring opdoen m.b.t. de afstellingen van de asfaltspreidmachine, het walsregime, de te realiseren vlakheid, laagdikten e.d.

#### 4.4 Productie

Door zeving moet worden nagegaan of met het aangevoerde mineraalaggregaat, rekening houdend met de mogelijkheden van de asfaltmenginstallatie, het asfaltmengsel geproduceerd kan worden. Geadviseerd wordt om voorafgaande aan de productie met de te gebruiken partij steenslag 4 proefstukken te vervaardigen (bij voorkeur gyratorverdichte proefstukken) om te controleren of aan de holle ruimte-eis wordt voldaan. Dit geldt met name voor het topplaagmengsel.

Tijdens de bereiding van het asfalt dient een bedrijfscontrole te worden uitgevoerd conform art. 31.24.03 lid 02 van de Standaard RAW Bepalingen 2000. Hierbij wordt voorgesteld om een intensievere controle uit te voeren dan gebruikelijk is (bijv. top laag om de 150 ton, onderlaag om de 200 ton, met een minimum van twee bepalingen per dag).

#### 4.5 Verwerking

Voor tweelaags ZOAB komt het gedeelte van artikel 31.24.03 lid 04 van de Standaard RAW-Bepalingen 2000 met betrekking tot samenstelling en penetratie van het teruggewonnen bitumen te vervallen. Tijdens de verwerking van het asfalt kan de dichtheid nucleair worden gemeten, hetgeen inzicht geeft in de homogeniteit van de verdichting.

Bepaling van de theoretische laagdikte tijdens verwerking vindt plaats aan de hand van de oppervlakte van het aangebrachte asfalt, het verwerkte aantal tonnen asfalt en dichtheid proefstuk bepaald tijdens het vooronderzoek.

Een te lage verdichtingsgraad van top- of onderlaag kan worden voorkomen door het voorschrijven van het walsregime (afgeleid uit ervaring aannemer met aanleg proefvak c.q. eerder uitgevoerd werk). Een goede verdichtingsgraad is bereikt indien aan het oppervlak van de top- of onderlaag geen walssporen meer zichtbaar zijn.

#### 4.6 Eindcontrole

Voor de eindcontrole kunnen, indien vermeld in het bestek, de volgende metingen worden uitgevoerd:

- SPB-metingen (Statistical Pass-By) conform ISO 11819-1:1997 [19]  
Bij een SPB-meting wordt vanuit één punt gemeten (puntmeting), waarbij het absolute geluidsniveau wordt gemeten. In afwijking van de ISO 11819-1:1997 dient bij de metingen een microfoonhoogte van 5,0 m gehanteerd te worden. Let met name bij metingen binnen de bebouwde kom op de randvoorwaarden gedefinieerd binnen de ISO-norm!

Aandachtspunten bij de toepassing van SPB-metingen voor de bepaling van de geluidtechnische kwaliteit van tweelaags ZOAB:

- geen SPB-metingen uitvoeren tijdens een vorstperiode of tijdens c.q. direct na een regenbui!
- bij lage rijsnelheden (< 40 km/uur) zijn SPB-metingen over het algemeen minder betrouwbaar;
- let op de beïnvloeding van de meetresultaten ten gevolge van: samenstelling / rijsnelheid verkeer, lokale reflecties van geluid tegen bebouwing, aanwezigheid overgang tweelaags ZOAB/dichte deklaag, achtergrondgeluidniveau e.d [18];
- meetresultaten SPB-metingen eenduidig en duidelijk registreren.

- De CPX-methode (Close Proximity), ook wel aangeduid als de Trailermethode, conform ISO 11819-2 [19]. Bij de CPX-methode is er sprake van een lijnmeting, waarbij een relatief geluidsniveau wordt gemeten. De methode geeft inzicht in de homogeniteit van de geluidsreductie over de lengte van een meetvak. Met de CPX-methode is momenteel in beperkte mate ervaring opgedaan, bovendien is de meetmethode nog niet gestandaardiseerd.
- Remvertragingmetingen conform meetvoorschrift DWW.

Als alternatief op de controle op geluidreductie kan de waterdoorlatendheid van de tweelaags ZOAB worden bepaald. Bij de bepaling van de waterdoorlatendheid van ZOAB wordt gebruik gemaakt van de drainometer (toestel van Becker). De gemeten uitstroomtijd is een maat voor de waterdoorlatendheid van de ZOAB-deklaag. Voor tweelaags ZOAB is echter nog geen referentie bekend voor de uitstroomtijd [18], een referentiekader dient te worden ontwikkeld.

In het algemeen kan worden gesteld dat boren leidt tot rafeling en vervuiling van de deklaag. Voor de bepaling van de laagdikte van tweelaags ZOAB wordt derhalve voorgesteld om het nemen van boorkernen uit het gerealiseerde werk achterwege te laten.

Voor de relatief dunne toplaag is, vanwege randeffecten ten gevolge van het boren en de verhouding dikte/volume van het proefstuk, de kans op proeffouten groot. Het bepalen van de dikte van de toplaag wordt bovendien bemoeilijkt doordat de toplaag deels in de onderlaag is gedrukt (moeilijk zichtbare laagscheiding).

Ten behoeve van de eindcontrole wordt voorgesteld om asfaltspecie te bemonsteren uit de hopper van de asfaltspreidmachine. Van elk monster asfaltspecie dient tijdstip en plaats van bemonstering te worden vastgelegd. De monsters asfaltspecie worden in afgesloten blikken naar een onafhankelijk laboratorium vervoerd. De samenstelling van de asfaltspecie (korrelgradering mineraalaggregaat en bitumengehalte) wordt vergeleken met de referentiesamenstelling (zie definitie referentiesamenstelling paragraaf 4.2 Vooronderzoek).

De theoretisch gemiddelde laagdikte van het aangebrachte tweelaags ZOAB wordt uitgerekend uit de per toplaag c.q. onderlaag verwerkte tonnen asfalt. Hanteer hierbij de in het bestek vermelde oppervlakte van de verharding en de dichtheid van de asfaltemengels (top- en onderlaag) bepaald tijdens het vooronderzoek.

Aan de verdichtingsgraad van de toplaag c.q. onderlaag wordt om de volgende redenen geen eisen gesteld:

- de toplaag is te dun om op een nauwkeurige wijze de verdichtingsgraad te bepalen;
- het stellen van een eis aan de verdichtingsgraad kan in de praktijk aanleiding geven tot een te intensieve verdichting, hetgeen aanleiding kan geven tot verbrijzeling van de steenslag in top- of onderlaag;
- het boren van cilinders leidt tot schade aan de deklaag in de vorm van rafeling en vervuiling.

## 5. BEHEER EN ONDERHOUD

### 5.1 Beheer

#### *Gladheidsbestrijding*

ZOAB heeft onder bepaalde winteromstandigheden een wat minder goede eigenschap, namelijk gladheid. Vooral ijzel veroorzaakt de meest gevaarlijke situaties op een ZOAB-deklaag. Door de snelle afkoeling van het open mengsel vriest hemelwater eerder aan dan op dichte deklagen. Door het waterafvoerend vermogen zal (smelt)water plus strooizout sneller in de deklaag zakken, waardoor het noodzakelijk is om frequenter te strooien. Deze verschijnselen doen zich ook voor bij tweelaags ZOAB, maar naar het zich laat aanzien in mindere mate dan bij standaard ZOAB. Om afvoer via de poriën te beperken heeft nat strooien met grover zout de voorkeur. Bovendien zal er eerder dan bij dichte deklagen moeten worden gestrooid. Het is derhalve aan te bevelen om voor ZOAB in het algemeen, maar ook voor tweelaags ZOAB, een aangepast strooiregime toe te passen [5].

Bij ijzel op ZOAB (en ook tweelaags ZOAB) is het aan te raden al het verkeer op één rijstrook te laten rijden. De geconcentreerde pompende werking van de banden zorgt ervoor dat het strooizout meer aan het wegoppervlak beschikbaar blijft.

Bij overgangen tussen (tweelaags) ZOAB en dichte deklagen kunnen onverwacht gladde plekken ontstaan op de dichte deklaag volgend op een (tweelaags) ZOAB-wegvak.

Omdat strooizout op een dicht wegvak door het verkeer wordt meegenomen en op een (tweelaags) ZOAB-wegvak niet, zal er een schrale (zoutarme) plek op de aansluitende dichte deklaag ontstaan.

#### *Monitoring geluidtechnische kwaliteit deklaag*

Tweelaags ZOAB wordt in het algemeen als deklaagmateriaal gekozen vanwege zijn uitstekende geluidsreducerende eigenschappen. De duurzaamheid in de loop der tijd van deze eigenschappen wordt bepaald door het openblijven van de poriën van de toplaag.

Het dichtslibben van deze poriën door vuil, stof e.d. heeft een afname van de geluidsreducerende werking van het tweelaags ZOAB tot gevolg.

Momenteel zijn nog geen gedragsmodellen voorhanden die het ontstaan en de ontwikkeling van vervuiling in tweelaags ZOAB kunnen voorspellen. Bovendien is de relatie tussen de mate van vervuiling en de achteruitgang van de geluidsreductie nog onduidelijk. Het is derhalve van belang periodiek m.b.v. metingen de geluidstechnische kwaliteit van de deklaag te bewaken.

Ter beschikking staan de volgende meetmethoden:

- De SPB-methode (Statistical Pass-By) conform ISO 11819-1:1997 [19].  
In afwijking tot ISO 11819-1:1997 dient bij de metingen een microfoonhoogte van 5,0 m gehanteerd te worden.

Het regelmatig uitvoeren van SPB-metingen geeft voldoende inzicht in het verloop van de geluidsemisatie van een deklaag in de tijd. Uit de praktijk blijkt dat pas aan het eind van de functionele levensduur van een geluidsreducerende deklaag de geluidsemisatie sterk toeneemt. Bij de beoordeling van de geluidstechnische kwaliteit dient rekening te worden gehouden met het feit dat ook bij DAB (referentie) de geluidsemisatie in de loop der tijd toeneemt [19].

Als alternatief op de SPB-metingen kunnen metingen met de drainometer (toestel van Becker) worden uitgevoerd. Met behulp van de drainometer kan een indicatie worden verkregen wanneer om geluidstechnische redenen reiniging noodzakelijk is.

Tevens biedt de drainometer de mogelijkheid om een uitspraak te doen over het effect van reiniging. In de

praktijk dient met het volgende fenomeen rekening te worden gehouden: direct na reiniging kunnen ook hogere uitstroomtijden worden gemeten ten gevolge van verplaatsing van vuil in de deklaag. De drainometer kent als belangrijkste nadeel dat de gemeten uitstroomtijd voor een belangrijk deel wordt bepaald door vuil in de bovenste 10 mm van de deklaag. Onderliggend vuil heeft minder invloed op de gemeten uitstroomtijd.

Op autosnelwegen wordt door Rijkswaterstaat ook wel de luchtdrainometer gehanteerd om de mate van verontreiniging van ZOAB te bepalen. Momenteel bestaan er echter geen richtlijnen voor de interpretatie van metingen uitgevoerd op tweelaags ZOAB.

- De CPX-methode (Close Proximity), ook wel aangeduid als de Trailer methode, conform ISO 11819-2 [19].

## 5.2 Onderhoud

### *Tweelaags ZOAB*

#### *Reiniging (binnenstedelijk gebied)*

Om het geluidsreducerend vermogen in stand te houden is het noodzakelijk om tweelaags ZOAB regelmatig te reinigen. Ten opzichte van standaard ZOAB heeft tweelaags ZOAB het voordeel dat vuil vrijwel alleen in de toplaag wordt vastgehouden. Hierdoor laat het vuil zich aanzienlijk beter verwijderen.

Bij reiniging wordt het vuil uit de toplaag verwijderd door onder hoge druk (maximaal 70 à 100 bar) water op het oppervlak te spuiten. De roterende beweging van de spuitmonden (nozzles) zorgt ervoor dat het water vanuit alle richtingen in de toplaag doordringt.

Direct achter de spuitmonden wordt het water met het zich daarin bevindende vuil opgezogen. Het opstarten van de reinigingswagen dient te geschieden op een aanliggend wegvak met een dichte deklaag. Reiniging dient alleen plaats te vinden indien de reinigingswagen rijdende is, dus niet bij stilstand!

Afhankelijk van de lokale situatie (verkeersintensiteit, snelheid verkeer, type vuil) is een reinigingsfrequentie van één tot twee maal per jaar voldoende [8]. Het reinigingsregime dient te worden afgestemd op seizoensgebonden vervuiling (gemaaid gras, bladafval, snoeien van bomen) en evenementen. Vrij snel na aanleg dient te worden begonnen met reiniging. Het reinigen van een eenmaal dichtgeslibde toplaag is vrijwel onmogelijk!

Het reinigen van een tweelaags ZOAB met een toplaag bestaande uit ZOAB 2/4 lijkt een averechts effect te hebben op de waterdoorlatendheid van de deklaag [25].

Extra reiniging is noodzakelijk bij extreme vervuiling (paardenvijgen of grondtransport) of calamiteiten (afvallende lading: frituurvet, olie e.d.).

#### *Reiniging (auto(snel)wegen)*

Bij tweelaags ZOAB op auto(snel)wegen is de zelfreinigende werking naar alle waarschijnlijkheid voldoende. Reiniging van de rijstroken zal naar verwachting dan ook niet nodig zijn. Reiniging van de vluchtstrook verdient echter wel de aanbeveling [9].

#### *Groot onderhoud*

Indien de onderliggende verhardingsconstructie nog voldoende draagkracht heeft, is het mogelijk bij groot onderhoud te volstaan met het wegfreen van de toplaag en het aanbrengen van een nieuwe toplaag. Na het frezen van de toplaag wordt de onderlaag met een veeg-zuigwagen schoongezogen (losliggend materiaal) en vervolgens gereinigd met een speciale ZOAB-reinigingswagen. Bij het frezen van de toplaag dient beschadiging van het afwateringssysteem te worden voorkomen. Na het aanbrengen van een normale kleeflaag

(0,2 kg/m<sup>2</sup>) bitumenemulsie wordt een nieuwe toplaag aangebracht. Aansluiting met omliggende deklagen wordt verkregen met behulp van een dunne zelfklevende bitumenstrip. Deze onderhoudsmaatregel is, afhankelijk van de situatie, mogelijk meer dan één keer realiseerbaar.

Asfaltgranulaat afkomstig van tweelaags ZOAB kan warm worden hergebruikt in dichte asfaltmengsels. Door de toepassing van gemodificeerde bitumina [22] en de gradering van de toplaag wordt het hergebruik beperkt tot 20 %. Ten aanzien van koud hergebruik van de materialen (asfaltgranulaatcement) worden geen problemen verwacht. Ontwerp van het asfaltgranulaatcement kan plaatsvinden op de gebruikelijke, in de Standaard RAW-Bepalingen 2000 opgenomen, ontwerpmethodode.

#### *Klein onderhoud*

Incidentele schade breidt zich bij relatief nieuwe deklagen niet verder uit, bij oudere deklagen echter wel. Op diverse wegvakken is "healing" waargenomen, het asfalt in de toplaag kan zelf lichte beschadigingen "herstellen".

Het dichten van gaten kan geschieden met gietasfalt (zie figuur 8) of warm bereid koud ZOAB. In de praktijk blijken deze reparatietechnieken echter wisselend succes te hebben [2]. Reparatiemateriaal bedoeld voor standaard ZOAB (steenslag 6/16) op auto(snel)wegen heeft bovendien een afwijkende textuur ten opzichte van tweelaags ZOAB (steenslag 4/8). Dit geeft een minder fraai uiterlijk.



**Figuur 8** *Reparatie gaten rondom een putdeksel met gietasfalt*

Als plaatselijk schade (in de vorm van lichte rafeling of lichte gaten) voorkomt op een extra belaste locatie dan moet deze zo snel mogelijk worden hersteld. Voor het uitvoeren van klein onderhoud aan tweelaags ZOAB heeft toepassing van een kunststof coating (2-componenten), afgestrooid met een stroefmakend middel in de kleur van de deklaag, de voorkeur. De keuze voor een kunststof coating hangt van meerdere zaken af, zoals omvang van de schade, verwachte restlevensduur verharding, kosten e.d.

Voor wegvakken die over een groter oppervlak rafeling gaan vertonen kan sealen een (preventieve) onderhoudsmaatregel zijn. Hierbij wordt een speciale bitumenemulsie op het wegdek aangebracht. Tijdens het sealen dient extra aandacht te worden besteed aan het handhaven van de open textuur en de stroefheid van de toplaag. Deze onderhoudsmaatregel kan bij lichte rafeling ook preventief worden toegepast. Opgemerkt dient te worden dat ervaring met deze onderhoudstechniek beperkt is, op tweelaags ZOAB is in Nederland deze onderhoudstechniek nog niet uitgevoerd! Sealen is echter een veelbelovende techniek, die kosteneffectief kan worden toegepast met minimale verkeershinder. Voor tweelaags ZOAB dient nader onderzoek te worden uitgevoerd naar de toepasbaarheid van deze techniek.

### **Afwateringssysteem**

Het niet goed functioneren van een afwateringssysteem (toegepast bij wegvakken in binnenstedelijk gebied) wordt veelal veroorzaakt door beschadigingen aan waterafvoerende elementen, ondeugdelijke aansluitingen op kolken en een gebrek aan onderhoud [2]. Het onderhoud aan het afwateringssysteem bestaat uit:

- toegankelijk houden voor water door middel van doorspuiten;
- verwijderen van onkruid ("cultures") uit het afwateringssysteem (zie figuur 9);
- het vervangen, indien mogelijk, van beschadigde onderdelen van het afwateringssysteem;



**Figuur 9** Onkruid en vuil in afwateringssysteem

### **Algemeen**

Onderhoud kan worden beperkt indien geen tweelaags ZOAB wordt toegepast op locaties waarvan bekend is dat de kans op mechanische beschadigingen c.q. rafeling groot is (bijv. kruispunten of rotondes).

Voorkom bij reparaties zoveel mogelijk beschadiging van het aansluitend tweelaags ZOAB-wegdek (zie ook paragraaf 3.2 Verwerking).



## Literatuur

- [1] Heijmans Wegen- en Waterbouw, Twinlay, een nieuw concept voor zeer open asfaltbeton, november 1995
- [2] D.B. van Rooij (Omegam-Wegenbouwlaboratorium, in opdracht van Dienst Infrastructuur Verkeer en Vervoer gemeente Amsterdam), Beschouwing geluidreducerende wegdekken in Amsterdam (projectnr. 1432834), oktober 1999
- [3] ir. J.J. Fafié (RWS-DWW), H. van den Top (RWS, directie Oost Nederland) en ir. G.G. van Bochove (Heijmans Infrastructuur & Milieu), (Tweelaags) ZOAB in krappe boogstralen, verslag Wegbouwkundige Werkdagen 2000 (blz. 389 – 399), CROW, juni 2000
- [4] ir. J.J. Fafié (RWS-DWW), Stilte! Even aandacht voor dubbellaags ZOAB, artikel in Civiele Techniek no. 1, 1999
- [5] ZOAB, Zeer open asfaltbeton, publicatie VBW-Asfalt, oktober 1997
- [6] ....., "Waar een wil is, is een stille weg", artikel in Wegen no. 1, CROW, januari 1999
- [7] Tweelaags ZOAB, Infoblad Asfaltverhardingen nr. 5, CROW, 2000
- [8] ....., "Tweelaags ZOAB, de nieuwe weg", bijdragenbundel seminar tweelaags ZOAB (inclusief handouts), CROW en ministerie VROM, november 1998
- [9] B.C.J. van der Maat (RWS, directie Noord-Holland), G.J.M. Plukkel (RWS, directie Noord-Holland), M.J. van Domselaar (NBM, Noord-West) en ir. J.J. Fafié (RWS-DWW), Evaluatie aanleg dubbellaags ZOAB op Rijksweg 8, publicatie DWW (W-DWW-2000-020), maart 2000
- [10] ir. G.G. van Bochove (Heijmans Infrastructuur & Milieu), Tweelaags ZOAB, bijdrage Asfaltdag 1999, VBW-Asfalt, juni 1999
- [11] ir. M.A. Kok (Omegam-Wegenbouwlaboratorium), Dubbellaags ZOAB in Amsterdam, een overzicht, artikel in Otar no. 1, januari 1999
- [12] ir. G.G. van Bochove (Heijmans Infrastructuur & Milieu), dr. G.J. van Blokland (M+P) en ing. L.J.T. Veldkamp (Dienst Stadsbeheer gemeente Breda), Twinlay M, de tweede generatie tweelaags ZOAB, verslag Wegbouwkundige Werkdagen 1998 (blz. 503 – 512), CROW, juni 1998
- [13] ....., Amsterdam kiest steeds vaker voor dubbellaags ZOAB, artikel in Wegen no. 10, CROW, november 1998
- [14] ....., ZOAB in de stad, Breda zet de trend, artikel in Wegen no. 2, CROW, februari 1994
- [15] ....., Geen ZOAB binnen het stedelijk gebied, Breda kiest voor Twinlay, artikel in Land + Water, december 1993
- [16] ....., Ervaringen met ZOAB in de bebouwde kom, artikel in VBW-Asfalt no. 3, 1993

- [17] CROW-werkgroep 'Duurzaamheid ZOAB', CROW-publicatie 103 'ZOAB rest levensduur', CROW, juli 1996
- [18] ing. G. Brinkman (Gemeentewerken Rotterdam), Geluidsproblematiek in het stedelijk gebied van Rotterdam, verslag Wegbouwkundige Werkdagen 2000 (blz. 371 – 387), CROW, mei 2000
- [19] CROW-werkgroep 'Akoestische eigenschappen van wegdekken', CROW-publicatie 133 'Het wegdek gecorrigeerd op akoestische eigenschappen', CROW, januari 1999
- [20] VBW-Asfalt, Afwerkmachines – invloed op de kwaliteit van het wegdek, Technische Uitgave nr. T.1, juni 1991
- [21] H. Hoppen (Smid & Hollander Service B.V.), Zhao Su (Smid & Hollander Service B.V.) en J. Fafié (RWS-DWW), Levensduurverlenging van ZOAB m.b.v. Sealing-techniek, verslag Wegbouwkundige Werkdagen 2000 (blz. 359 – 369), CROW, mei 2000
- [22] CROW-werkgroep 'Gemodificeerd bitumen', CROW-publicatie 104 'Gemodificeerd bitumen', CROW, augustus 1996
- [23] CROW-werkgroep P10 'Geluidreductie tweelaags ZOAB', concept-versie 'Handleiding tweelaags ZOAB voor wegbeheerders', juni 2001
- [24] Standaard RAW-Bepalingen 2000, CROW, oktober 2000
- [25] KOAC · WMD, 'Analyse meetresultaten van project 97414 op tweelaags ZOAB', rapport e99351, 2000



## **BIJLAGE I**

### **Voorstel tot besteksbepalingen tweelaags ZOAB**

De voorgestelde besteksbepalingen zijn gebaseerd op een algemene werkwijze, in specifieke situaties kan hiervan worden afgeweken. De voorgestelde besteksbepalingen zijn "state of the art", gebaseerd op de huidige kennis en ervaring m.b.t. tweelaags ZOAB. De besteksbepalingen hebben betrekking op tweelaags ZOAB met een toplaag bestaande uit ZOAB 4/8.

## 2.2 NADERE BESCHRIJVING

| Bestekspost-<br>nummer | Hoofdcode | Omschrijving  |
|------------------------|-----------|---|
| 301010                 | 312199    | Aanbrengen tweelaags ZOAB.<br>Situering: ?  |
| 301011                 | 312112    | Aanbrengen van een laag zeer open asfaltbeton.<br>Totaal ? m <sup>2</sup><br>Betreft onderlaag<br>Asfalt: zeer open asfaltbeton 11/16<br>Bindmiddel bitumen 70/100, SBS of EVA-gemodificeerde bitumen<br>Totale breedte 2,50 m en groter<br>Laagdikte 45 mm<br>Op een bestaande verhardingslaag (nader omschrijven)   |
| 301012                 | 312112    | Aanbrengen van een laag zeer open asfaltbeton.<br>Totaal ? m <sup>2</sup><br>Betreft toplaag<br>Asfalt: zeer open asfaltbeton 4/8<br>Steenslag: steenslag B, polijstgetal tenminste ?<br>Bindmiddel SBS of EVA-gemodificeerde bitumen<br>Totale breedte 2,50 m en groter<br>Laagdikte 25 mm<br>Op de voorgaande verhardingslaag volgens bestekspostnummer 301011. |

? = invullen door besekschrijver

### 3. BEPALINGEN

| Hfd. | Par. | Art. | Lid |   |
|------|------|------|-----|---|
| 02   |      |      |     | <b>PROEVEN</b>  |
| 02   | 02   |      |     | <b>PROEVEN</b>  |
| 02   | 02   | 01   |     | <b>Proef 56.0</b> <i>Vooronderzoek van asfalt</i>   |
|      |      |      | 01  | In aanvulling op proef 56.0 van de Standaard RAW Bepalingen 2000 wordt onder 1.1 <i>Uitvoering</i> na '- emulsie asfaltbeton volgens proef 56.6.' toegevoegd '- asfalt voor tweelaags ZOAB volgens proef 56.7.'   |
| 02   | 02   | 02   |     | <b>Proef 56.7</b> <i>Asfalt voor tweelaags ZOAB</i>   |
|      |      |      | 01  | Bereid van het mengsel voor zowel de onder- als de toplaag 4 proefstukken overeenkomstig de marshallproef (57.1) of de gyratorverdichter (57.2) met de in artikel 31.26.01 van dit bestek genoemde bouwstoffen zodanig dat het gemiddelde van de holle ruimte (69) gemeten aan deze 4 proefstukken voldoet aan de daaraan in artikel 31.26.01 van dit bestek gestelde eis. Indien aan de holle ruimte eis wordt voldaan, geldt voor de referentiesamenstelling de ingewogen hoeveelheden mineraalaggregaat en de korrelverdeling van het mengsel mineraalaggregaat. |
|      |      |      | 02  | * ALLEEN TOEPASBAAR VOOR AUTOSNELWEGEN OF SPECIFIEKE SITUATIES<br><i>Remvertraging deklaag Tweelaags ZOAB</i><br>Verwezen wordt naar het interne proefvoorschrift REMVERTRAGING van de Dienst Weg- en Waterkunde van de Rijkswaterstaat.  |
| 31   |      |      |     | <b>TECHNISCHE BEPALINGEN WEGVERHARDINGEN</b>  |
| 31   | 21   |      |     | <b>BEGRIPPEN ASFALTVERHARDINGEN</b>   |
| 31   | 21   | 01   |     | <b>TWEELAAGS ZOAB</b>   |
|      |      |      | 01  | Onder tweelaags ZOAB wordt verstaan een combinatie van twee achtereenvolgens aangebrachte lagen zeer open asfaltbeton, waarbij het mengsel voor de onderlaag bestaat uit steenslag 11/16 en dat voor de toplaag bestaat uit steenslag 4/8.  |

| Hfd. | Par. | Art. | Lid |   |
|------|------|------|-----|---|
| 31   | 22   |      |     | <b>EISEN EN UITVOERING ASFALTVERHARDINGEN</b>   |
| 31   | 22   | 01   |     | <b>EISEN GESTELD AAN TWEELAAGS ZOAB</b>   |
|      |      |      | 01  | <p>* TWEELAAGS ZOAB BIJ VOORKEUR PAS AANBRENGEN ALS ALLE OVERIGE<br/>* WERKZAAMHEDEN – MET NAME HET GRONDWERK – ZIJN AFGEROND.<br/>* TWEELAAGS ZOAB IS NIET GESCHIKT VOOR HET AANBRENGEN IN HANDWERK.<br/>* TWEELAAGS ZOAB IS NIET GESCHIKT ALS PROFILEERLAAG.</p> <p>Voor tweelaags ZOAB zijn de bepalingen van de Standaard 2000 van overeenkomstige toepassing met inachtneming van de wijzigingen en aanvullingen welke zijn opgenomen in de hierna volgende artikelen voor zover deze betrekking hebben op tweelaags ZOAB.</p> |
|      |      |      | 02  | <p>* ALLEEN TOEPASBAAR VOOR AUTOSNELWEGEN OF SPECIFIEKE SITUATIES</p> <p>Voor openstelling van het wegvak met tweelaags ZOAB moet de remvertraging van het wegoppervlak (gemeten volgens het interne proefvoorschrift REMVERTRAGING van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van de Rijkswaterstaat) ten minste 5,0 m/s<sup>2</sup> bedragen, als gemiddeld resultaat van 4 remmetingen.</p>  |
| 31   | 22   | 06   |     | <b>SAMENSTELLING VAN HET ASFALT:<br/>BITUMENGEHALTE</b>   |
|      |      |      | 01  | In artikel 31.22.06 lid 01 van de Standaard 2000 wordt de tweede zin vervangen door: "Voor de top- en onderlaag van tweelaags ZOAB geldt dat bij toepassing van gemodificeerde bitumen het bitumengehalte (65.0), gecorrigeerd met de in het Bewijs van Oorsprong aangegeven correctie verminderd met 0,1 %, niet meer mag afwijken dan de in tabel T 31.06 genoemde toleranties".  |
| 31   | 22   | 10   |     | <b>EISEN AAN DE UITVOERING:<br/>VERWERKINGSOMSTANDIGHEDEN TWEELAAGS ZOAB</b>  |
|      |      |      | 01  | In aanvulling op het bepaalde in artikel 31.22.10 van de Standaard RAW Bepalingen 2000 geldt voor het aanbrengen van tweelaags ZOAB het bepaalde in de navolgende leden.  |
|      |      |      | 02  | Bij neerslag geen tweelaags ZOAB aanbrengen.  |
|      |      |      | 03  | <p>Tweelaags ZOAB alleen aanbrengen in de periode van 1 mei – 1 oktober. Bovendien moet de buitentemperatuur tenminste 10 graden Celsius bedragen en moet de combinatie van buitentemperatuur en windsnelheid voldoen aan het navolgende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bij een buitentemperatuur tussen 10 en 15 graden Celsius mag de windsnelheid niet hoger zijn dan 4 m/s.</li> <li>- Bij een buitentemperatuur van 15 graden Celsius of hoger mag de windsnelheid niet hoger zijn dan 8 m/s.</li> </ul>        |

| Hfd. | Par. | Art. | Lid |   |
|------|------|------|-----|---|
| 31   | 22   | 12   |     | <b>EISEN AAN DE UITVOERING: VERVOER VAN TWEELAAGS ZOAB</b>  |
|      |      |      | 01  | In aanvulling op het bepaalde in artikel 31.22.12 van de Standaard RAW Bepalingen 2000 asfalt voor tweelaags ZOAB transporteren in geïsoleerde vrachtwagens met gesloten kleppen.   |
| 31   | 22   | 13   |     | <b>EISEN AAN DE UITVOERING: VERWERKING VAN TWEELAAGS ZOAB</b>   |
|      |      |      | 01  | * BIJ GEBRUIK VAN BITUMEN 70/100 VOOR DE ONDERLAAG ALLEEN LID 01 OPNEMEN. * MEN. BIJ GEBRUIK VAN EEN GEMODIFICEERD BINDMIDDEL LID 02 OPNEMEN. Asfalt voor de onderlaag van tweelaags ZOAB mag voor het aanbrengen op de weg niet beneden 130 graden Celsius zijn afgekoeld. Asfalt voor de bovenlaag mag voor het aanbrengen op de weg niet beneden de minimale verwerkingstemperatuur, zoals vermeld op het bewijs van oorsprong van de bitumen, zijn afgekoeld.<br>Asfalt dat beneden deze temperaturen is afgekoeld, niet verwerken.   |
|      |      |      | 02  | Asfalt voor zowel de bovenlaag als de onderlaag van tweelaags ZOAB mag voor het aanbrengen op de weg niet beneden de minimale verwerkingstemperatuur, zoals vermeld op het bewijs van oorsprong van de bitumen, zijn afgekoeld.<br>Asfalt dat beneden deze temperaturen is afgekoeld, niet verwerken.   |
|      |      |      | 03  | De onderlaag van het tweelaags ZOAB mag niet worden opengesteld voor het verkeer. Alleen het materieel dat nodig is voor het aanbrengen van de bovenlaag mag de onderlaag berijden.   |
|      |      |      | 04  | De langsnaden van de bovenlaag dienen 'warm tegen warm' te worden uitgevoerd. Hiertoe het ZOAB met één of meer afwerkmaschine(s) rijbaanbreed in één arbeidsgang aanbrengen.  |
| 31   | 23   |      |     | <b>INFORMATIE-OVERDRACHT BITUMINEUS GEBONDEN VERHARDINGSLAGEN</b>   |
| 31   | 23   | 03   |     | <b>BEWIJS VAN OORSPRONG</b>   |
|      |      |      | 01  | In aanvulling op het bepaalde in artikel 31.23.03 van de Standaard RAW Bepalingen 2000 verstrekt de aannemer de directie een bewijs van oorsprong van de door hem geleverde gemodificeerde bitumen, afgegeven en ondertekend door de producent ervan.<br>Op het bewijs van oorsprong moet zijn vermeld: <ul style="list-style-type: none"> <li>a. de naam van de producent;</li> <li>b. een verklaring dat de bitumen bereid is uit aardolie en een vermelding van het soort bitumen;</li> <li>c. de naam van de modificatie;</li> <li>d. de naam en de plaats van de installatie waar de fabrieksmatig gemodificeerde bitumen wordt geproduceerd;</li> </ul> |

| Hfd. | Par. | Art. | Lid |   |
|------|------|------|-----|---|
|      |      |      |     | <ul style="list-style-type: none"> <li>e. een verwijzing naar de bedrijfscontrole van de producent;</li> <li>f. de mengtemperatuur ten behoeve van het vooronderzoek;</li> <li>g. de gewenste temperatuur tijdens het mengen in de asfaltmenginstallatie;</li> <li>h. de minimale verwerkingstemperatuur voor het aanbrengen op de weg;</li> <li>i. de dichtheid van de bitumen bij 25 graden Celsius (in kg/m<sup>3</sup>);</li> <li>j. percentage bitumen dat bij bepaling van het bitumengehalte, binnen 3 maanden na verwerking van het asfalt, niet wordt teruggewonnen (onder vermelding van extractiemethode en oplosmiddel);</li> <li>k. de datum van afgifte.</li> </ul> |
| 31   | 24   |      |     | <b>RISICOVERDELING EN GARANTIES</b>   |
| 31   | 24   | 03   |     | <b>BEDRIJFSCONTROLE</b>   |
|      |      |      | 01  | In tegenstelling tot artikel 31.24.03 van de Standaard 2000 bestaat de bedrijfscontrole tijdens de verwerking van tweelaags ZOAB uit bepaling van de dikte en de samenstelling van de top- en onderlaag. De dikte van de lagen wordt bepaald door het boren van één cilinder per 1000 m <sup>2</sup> aangebracht asfalt. De samenstelling van de lagen wordt bepaald aan de hand van monsters asfaltspecie genomen uit de hopper van de asfaltspreidmachine.  |
| 31   | 24   | 07   |     | <b>INRICHTING VAN HET ONDERZOEK NAAR DE SAMENSTELLING VAN HET ASFALT</b>  |
|      |      |      | 01  | Artikel 31.24.07 lid 01 van de Standaard 2000 wordt vervangen door:<br>"Indien de directie de samenstelling van tweelaags ZOAB wenst te controleren, geschiedt dit door het nemen van monsters asfaltspecie uit de hopper van de asfaltspreidmachine. Van elk monster asfaltspecie dient tijdstip en plaats van bemonstering te worden vastgelegd. De monsters asfaltspecie worden in afgesloten blikken aan de directie overhandigd".  |
|      |      |      | 02  | In artikel 31.24.07 van de Standaard 2000 komen de leden 02 t/m 04 te vervallen.  |
| 31   | 24   | 08   |     | <b>ONDERZOEKSRESULTATEN</b>   |
|      |      |      | 01  | Indien de gemiddelde laagdikte van de toplaag van tweelaags ZOAB meer dan 5 mm afwijkt van de in het bestek vermelde dikte zal het te vernieuwen of te verbeteren gedeelte worden bepaald aan de hand van een door de directie, zo nodig met behulp van te boren cilinders, in te stellen nader onderzoek.  |
|      |      |      | 02  | Indien de gemiddelde laagdikte van de onderlaag van tweelaags ZOAB meer dan 10 mm afwijkt van de in het bestek vermelde dikte zal het te vernieuwen of te verbeteren gedeelte worden bepaald aan de hand van een door de directie, zo nodig met behulp van te boren cilinders, in te stellen nader onderzoek.   |

| Hfd. | Par. | Art. | Lid |   |
|------|------|------|-----|---|
| 31   | 24   | 10   |     | <b>KORTINGEN</b>  |
|      |      |      | 01  | Indien voor de top- of onderlaag van tweelaags ZOAB, waarin gemodificeerde bitumen is toegepast, het bitumengehalte zodanig is dat korting zou moeten worden opgelegd, wordt bij het bepalen van de op te leggen korting het bitumengehalte gecorrigeerd met het percentage bitumen dat niet wordt teruggevoerd, zoals vermeld in het bewijs van oorsprong.   |
|      |      |      | 03  | Indien de dikte van de onderlaag van tweelaags ZOAB meer dan 5 mm doch niet meer dan 10 mm afwijkt van de in het bestek vermelde dikte wordt m <sup>3</sup> een korting opgelegd ten hoogste van 1000 Euro per 1000 m <sup>2</sup> .  |
| 31   | 26   |      |     | <b>BOUWSTOFFEN ASFALTVERHARDINGEN</b>   |
| 31   | 26   | 01   |     | <b>TWEELAAGS ZOAB</b>   |
|      |      |      | 01  | * AFHANKELIJK VAN HET GEWENSTE BINDMIDDEL VOOR DE ONDERLAAG LID 01<br>* OF LID 02 OPNEMEN<br>De onderlaag van tweelaags ZOAB is een warm bereid mengsel, bestaande uit steenslag 11/16, brekerzand, middelsoort vulstof met hydroxide, tenminste 4,5 % bitumen 70/100 en afdruiptremmende stof.<br>De bovenlaag van tweelaags ZOAB is een warm bereid mengsel, bestaande uit steenslag 4/8 (Steenslag B), eventueel brekerzand, middelsoort vulstof met hydroxide en ten minste 6,0 % gemodificeerde bitumen (SBS of EVA-gemodificeerd).<br>In overleg met de directie kan een bitumengehalte hoger dan 6,0 % worden toegepast. |
|      |      |      | 02  | De onderlaag van tweelaags ZOAB is een warm bereid mengsel, bestaande uit steenslag 11/16, brekerzand, middelsoort vulstof met hydroxide en tenminste 4,5 % gemodificeerde bitumen (SBS of EVA-gemodificeerd).<br>De bovenlaag van tweelaags ZOAB is een warm bereid mengsel, bestaande uit steenslag 4/8 (Steenslag B), eventueel brekerzand, middelsoort vulstof met hydroxide en ten minste 6,0 % gemodificeerde bitumen (SBS- of EVA-gemodificeerd).<br>In overleg met de directie kan een bitumengehalte hoger dan 6,0 % worden toegepast.   |
|      |      |      | 03  | Bij het vooronderzoek moet de holle ruimte (69) van de bovenlaag van tweelaags ZOAB tenminste 20 % bedragen.  |
|      |      |      | 04  | Bij het vooronderzoek moet de holle ruimte (69) van de onderlaag van tweelaags ZOAB tenminste 25 % bedragen.  |

| Hfd. | Par. | Art. | Lid |  |
|------|------|------|-----|--|
| 31   | 27   |      |     | <b>MEET- EN VERREKENMETHODEN ASFALTVERHARDINGEN</b>  |
| 31   | 27   | 01   |     | <b>MEETMETHODE TWEELAAGS ZOAB</b>  |
|      |      |      | 01  | * ALLEEN TOEPASBAAR VOOR AUTOSNELWEGEN OF SPECIFIEKE SITUATIES<br>De remvertraging wordt bepaald volgens de remmethode met blokkerende wielen beschreven in het interne proefvoorschrift REMVERTRAGING van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van de Rijkswaterstaat. De metingen moeten zijn uitgevoerd voor openstelling van het betreffende wegvak. |
| 31   | 27   | 05   |     | <b>MEETMETHODE TEN BEHOEVE VAN HOEVEELHEIDSBEPALING:<br/>HOEVEELHEDEN TWEELAAGS ZOAB</b>   |
|      |      |      | 01  | In de aan te brengen tweelaags ZOAB de volgende hoeveelheden asfalt verwerken:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- 20,5 kg/m<sup>2</sup> voor elke 10 mm voorgeschreven laagdikte van de toplaag</li> <li>- 19 kg/m<sup>2</sup> voor elke 10 mm voorgeschreven laagdikte van de onderlaag</li> </ul>   |

## **BIJLAGE II**

### **Checklist toepassing tweelaags ZOAB**

Onderstaande lijst geeft een opsomming van de belangrijkste aandachtspunten bij ontwerp, aanleg en beheer van een deklaag bestaande uit tweelaags ZOAB. Voor een toelichting op deze checklist wordt verwezen naar de hoofdstukken 2 t/m 5. De keuze tussen tweelaags ZOAB en andere deklagen wordt hier niet beschouwd.

## Ontwerp

- Geluidsreductie en afwatering
  - gradering en dikte toplaag
  - mengselkeuze top- en onderlaag
  - optreden van vervuiling (o.a. grond, bladeren e.d.)
  - reinigbaarheid toplaag (afhankelijk gradering en dikte)
  - afwatering onderlaag
  - waterdichtheid, dwarshelling en vlakheid laag asfalt gelegen onder tweelaags ZOAB (zodanig profileerlaag aanbrengen)
  
- Stroefheid
  - keuze steenslag toplaag (steenslag B met voldoende polijstweerstand)
  
- Duurzaamheid
  - voorkom zoveel mogelijk handwerk door vormgeving c.q. lay-out wegvak
  - geen tweelaags ZOAB toepassen in situaties met wringend en/of sterk afremmend en optrekkend verkeer
  - vooraf rekening houden met vervuiling (o.a. lekolie, kadavers e.d.)
  - aandacht voor situering en uitvoerbaarheid naden en lassen
  - minimaliseer aantal start/stoppunten van de asfaltspreidmachine
  - keuze aggregaat voor top- en onderlaag
  - mengselontwerp (voorkom ontmenging en afdruipen)
  - optimaliseer combinatie steenslag en gemodificeerde bitumen voor rafelingsbestendigheid
  - beperk het aantal wisselingen van het type deklaag (dicht/open)

## Aanleg

- Aanvangstroefheid
  - Plaatsing borden 'Nieuw wegdek, langere remweg'
- Duurzaamheid
  - zorgvuldige planning en goede werkinstructies
  - regelmatige productie (niet 'tussen andere mengsels door' produceren) en verwerking ZOAB
  - beperk opslagtijd ZOAB
  - transport in geïsoleerde vrachtwagens met gesloten kleppen
  - voorkom vervuiling en beschadiging onderlaag tweelaags ZOAB (alleen berijden met werkverkeer)
  - extra aandacht voor naden en lassen (geen dwarslassen in bochten), harkinstructies
  - niet belopen van warme lagen ZOAB
  - aandacht voor voldoende verdichting, zonder overdichting (verbrijzeling steenslag)
  - voorkom ontmenging en te snelle afkoeling ZOAB
  - weersomstandigheden tijdens aanleg
  - geen toplaag aanbrengen indien onderlaag gevuld is met water
  - voldoende afkoeling toplaag voor vrijgave wegvak aan verkeer

## Beheer

- Geluidsreductie en afwatering
  - periodiek reinigen toplaag
  - periodiek reinigen afwateringssysteem
- Duurzaamheid
  - periodiek visuele inspectie uitvoeren
  - periodiek SPB-metingen of waterdoorlatendheidsmetingen (drainometer) uitvoeren
  - snel verwijderen van aantastende vervuiling (o.a. olie, kadavers e.d.)



---

*De Vereniging tot Bevordering van Werken in Asphalt (VBW-Asfalt) is een organisatie van asfaltproducerende en -verwerkende bedrijven in Nederland.*

*De doelstelling van de vereniging is het bevorderen van de toepassing van asfalt, waarbij de nadruk wordt gelegd op de technische en milieuhygiënische kwaliteit van het product.*



VBW-Asfalt

Postbus 68, 3620 AB Breukelen

Telefoon 0346-26 26 44

Fax 0346-26 35 05

E-mail [info@vbwasfalt.nl](mailto:info@vbwasfalt.nl)

Webpagina <http://www.vbwasfalt.org>