

Complexe waterdichte asfaltconstructie op aanbruggen Botlekbrug

Ir. C.P. Plug
Ooms Civiel

Dr.ir. A.H. de Bondt
Ooms Civiel

Ir. R.H. Khedoe
Ooms Civiel

Samenvatting

Binnen het project A15 MaVa (Maasvlakte-Vaanplein) bestaande uit de reconstructie en het meerjarig onderhoud van de A15 en N15 is in 2015 de nieuwe Botlekbrug opgeleverd. Ten behoeve van de aansluiting op het wegennet is de Botlekbrug ontsloten met 4 betonnen aanbruggen met een totaaloppervlak van 24000 m². Op de aanbruggen is een bijzondere waterdichte verhardingsconstructie gerealiseerd.

Vanwege complexe randvoorwaarden moest de waterdichte constructie in kort tijdsbestek worden aangebracht en mocht de verhardingsopbouw niet te dik worden. Dit mede vanwege het toepassen van een speciale zeer open PA11 deklaag welke een uniforme dikte moest krijgen. Een uitdaging hierbij was dat het betondek plaatselijk flink uitgevuld moest worden. Ook is er vaak een zware rembelasting van vrachtwagens o.a. vele tankauto's (herhaald optredend) vanwege het open zijn van de brug voor de scheepvaart; daarnaast speelt er een garantietermijn van 25 jaar.

Gekozen voor dit project is (na een kort, doch intensief ontwikkelingstraject) om een waterdicht gespoten hoogvisceus bitumineus membraan aan te brengen op een makkelijk te verwerken spoorvormingsongevoelige polymeergemodificeerde uitvullaag. Hier bovenop is vervolgens een dunne polymeergemodificeerde asfalttussenlaag aangebracht, welke tevens spoorvormingsongevoelig moest zijn en zeer makkelijk verwerkbaar in verband met de snelle afkoeling door de wind ter plaatse. Het geheel mocht tijdens het verdichten niet gaan schuiven op het ("verweekte") membraan.

In een strak werkschema is de gehele waterdichte constructie (exclusief deklaag) eind oktober begin november 2014 aangebracht. Na onderzoek is de aangebrachte constructie door Rijkswaterstaat (positief) gevalideerd.

Steekwoorden: waterdicht, bitumineus membraan, polymeer, asfaltconstructie, garantietermijn

1. Inleiding

Binnen het project A15 MaVa (Maasvlakte-Vaanplein) bestaande uit de reconstructie, verbreding en het meerjarig onderhoud gedurende 20 jaar van de A15 en N15 is in 2015 de nieuwe Botlekbrug opgeleverd. Deze brug ten behoeve van het transport van goederen die niet door de Botlektunnel mogen is breder en hoger dan de oude, zodat het scheepvaartverkeer de brug aan beide kanten kan passeren en de brug minder vaak open hoeft. Ten behoeve van de aansluiting op het wegennet is de Botlekbrug ontsloten met 4 betonnen aanbruggen (ramps) met een totaaloppervlak van 24000 m².

Op de aanbruggen kon geen traditionele asfaltconstructie worden aangebracht ter bescherming van het beton vanwege de beperkte ruimte (hoogte) hiervoor. Ook is er vaak een zware rembelasting (herhaald optredend) door zwaar verkeer vanwege het open zijn van de brug voor de scheepvaart; daarnaast speelt er een garantie van 25 jaar. Als oplossing bij deze randvoorwaarden is een speciale asfaltconstructie ontwikkeld op basis van polymeergemodificeerde bitumen (PmB) en een waterdicht warm gespoten bitumineus membraan bestaande uit een 3 mm dikke speciale bitumenfilm.

2. Ontwikkeltraject

De belangrijkste randvoorwaarde voor de waterdichte asfaltconstructie was dat de totale dikte (inclusief) uitvullingen dusdanig moest zijn dat er een deklaag (PA11) met een dikte van minimaal 40 mm kon worden aangebracht zonder dat de maximale beschikbare hoogte zou worden overschreden. Dit betekende dat er gemiddeld (netto) ongeveer 30 mm beschikbaar was voor de waterdichte asfaltconstructie (inclusief tussenlaag) op de uitvullaag die in laagdikte varieerde van 10 tot 140 mm.

Aan de hand van ervaringen met waterdichte asfaltconstructies op betonnen dekken [1] is gekozen voor een systeem op basis van een warm gespoten hoogvisceus bitumineus membraan met polymeer gemodificeerde bitumen (PmB). Vanwege de onvlakheid van de kale betonconstructie van de aanbruggen was het niet verstandig om het bitumineus membraan als onderste laag op het beton aan te brengen. Het eerst aanbrengen van een uitvullaag zal de kwaliteit van het membraan verbeteren. Een nadeel was wel dat er hierdoor nog maar slechts 25 mm asfalt als tussenlaag zou kunnen worden aangebracht. Wel in een egale dikte wat de verdichtbaarheid ten goede komt.

Bij een dergelijk dunne asfaltlaag op een bitumineus membraan bestaat het gevaar dat tijdens het verdichten het geheel zal gaan schuiven op het (“verweekte”) membraan. Zeker gezien de helling van de aanbruggen. Ook doorslaan van het membraan tijdens het verdichten zou kunnen optreden als niet het juiste asfaltmengsel zou worden toegepast. Om deze genoemde problemen te voorkomen, is een ontwikkeltraject opgestart voor een verbeterde tussenlaag.

Dit ontwikkeltraject bestond uit de ontwikkeling van een nieuw type asfaltmengsel dat in een dunne laag kon worden aangebracht bij een relatief lage temperatuur zodat het bitumineus membraan niet te veel zou verweken. Verder moest dit asfaltmengsel bestand zijn tegen de verwachte zware verkeersbelastingen op de aanbruggen.

Met dit asfaltmengsel zijn in combinatie met het bitumineuze membraan eerst laboratoriumproeven uitgevoerd waarna een voorbereidingsvak op de Ooms materieelwerf is aangelegd om de werkwijze van aanleg te optimaliseren dit inclusief de walsinzet en het walspatroon.

3. Onderzoek

Als eerste is er een makkelijk (bij relatief lage temperaturen) verdichtbaar asfaltmengsel ontwikkeld welke in dunne lagen kan worden toegepast. Dit resulteerde in het volgende asfaltmengsel AC8 base/bind/surf Multiflex 100 S_LT met de in tabel 1 genoemde CE-eigenschappen.

Tabel 1: CE-eigenschappen AC8 base/bind/surf Multiflex 100S_LT.

Mengseleigenschap	Resultaat	Eenheid
Watergevoeligheid ITSR	93	[%]
Stijfheid S_{mix}	5262	[MPa]
Weerstand tegen permanente vervorming f_c base/bind	0,06	[$\mu\text{m}/\text{m}/\text{s}$]
Weerstand tegen permanente vervorming f_c surf	0,12	[$\mu\text{m}/\text{m}/\text{s}$]
Weerstand tegen vermoeiing ϵ_6	323	[$\mu\text{m}/\text{m}$]
Verdichtingstemperatuur	140-160	[°C]

Met het beoogde asfaltmengsel is vervolgens de waterdichte constructie op een poreuze betonplaat nagebootst. Dit om de verwerkbaarheid te beoordelen en om proefstukken te vervaardigen voor de vereiste waterdoorlatendheidsproef voor membraanconstructies zoals vermeld in Rijkswaterstaat RTD 1009:2012 art. B3.2. De opbouw van de asfaltconstructie zonder een uitvullaag op het beton is weergegeven in tabel 2.

Tabel 2: Asfaltconstructie zonder uitvullaag zoals vervaardigd in laboratorium.

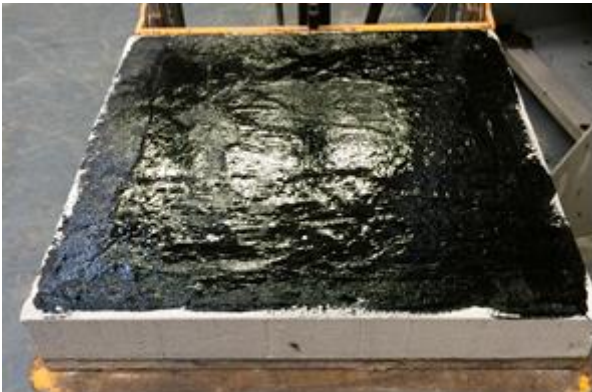
Constructie	Van boven naar beneden
Asfalt	AC 8 base/bind/surf Multiflex 100 S_LT
Gebroken steenslag	8/11 6-7 kg/m^2
Membraan	3,0 kg/m^2 Sealoflex [®] SC-6
Brekerzand	0,6 kg/m^2
Primer	1,0 kg/m^2 Emuflex N
Beton	Poreus beton

Als waterdicht bitumineus membraan is gekozen voor het Sealoflex SC-6 product. Dit vanwege het hogere verwekingspunt van gemiddeld 105 °C. Standaard wordt vaak een product met een verwekingspunt van 80 °C toegepast.

De doorlopen vervaardigingsstappen in het laboratorium zijn visueel weergegeven in figuur 1 t/m 6. De kernen (\varnothing 100 mm) uit de constructie zijn vervolgens bij KOAC-NPC onderzocht op waterdoorlatendheid. Uit de resultaten van KOAC-NPC werd geconcludeerd dat de constructie niet waterdoorlatend is. De waterdoorlatendheidscoëfficiënt (k) bij 5 en 7 bar waterdruk was 0 m/s.



Figuur 1 en 2: Betonnen plaat 3 weken na productie en aangebrachte primerlaag



Figuur 3 en 4: Bitumenmembraan op constructie en afstrooilaag.



Figuur 5 t/m 6: Proefstukken na boren en proefstuk na testen bij KOAC-NPC.

4. Voorbereidingsvak

Vervolgens is een voorbereidingsvak gemaakt waarbij de aanlegcondities zijn vastgesteld. De Sealoflex SC-6 is hierbij gespoten over een schoongemaakte bestaande asfaltverharding. Het bitumineuze membraan (3 kg/m^2) is vervolgens afgestrooid met steenslag 8/11 (50% bedekking) en hierop is de dunne tussenlaag aangebracht.

Er is geëxperimenteerd met het moment van aanbrengen van de steenslag (voor en na 1 nacht besterven van het membraan) en de walsinzet.



Figuur 7 en 8: Aanbrengen tussenlaag voorbereidingsvak en doorsnede dunne tussenlaag.

Het beste resultaat voor het verdichten van de AC8 tussenlaag werd bereikt door te starten met verdichten van de base/bind/surf Multiflex 100 S_LT bij een uitwendige temperatuur van $130 \text{ }^\circ\text{C}$ met een kleine tandemwals (3-4 ton) tot een uitwendige temperatuur van $90 \text{ }^\circ\text{C}$ in maximaal 3 walsovergangen (heen en terug; totaal 6 overgangen). Na het bereiken van een uitwendige temperatuur van ca. $90 \text{ }^\circ\text{C}$ is verder verdichten mogelijk met een grote tandemwals (7 ton) tot de maximale dichtheid bij een temperatuur van ca. $60 \text{ }^\circ\text{C}$.

Uit geboorde kernen bleek dat het belangrijk voor de hechting is dat het membraan na het besterven wordt afgestrooid. Bij te vroeg afstrooien is de hechting tussen de asfaltlagen minder (de aangebrachte tussenlaag liet los bij het boren van de kernen).

5. Realisatie

In een strak werkschema is de gehele waterdichte constructie (exclusief deklaag) eind oktober begin november 2014 aangebracht [2].

De eerste fase (en ook zeer belangrijk) bestond uit het prepareren van het brugdek. Door een ZOAB cleaner en een hogedrukwegdekreiniger op het brugdek in te zetten werden betonschilfers en losliggend materiaal verwijderd en het wegdek gereinigd. Dit voor een goede hechting tussen het asfalt en het brugdek.

5.1 Aanbrengen hechtlaag

Als eerste is over het gehele betonoppervlak een hechtlaag aangebracht welke als haaklaag fungeert voor de uitvulling en als hechtlaag (primer) voor het bitumineus membraan. Vanwege de zware eisen aan de wegverharding is als kleef een polymeergemodificeerde bitumenemulsie (Emuflex N) gekozen. Om efficiënt langs de randen te kunnen werken, is een zelfrijdendscherm ontworpen. Door deze mee te laten rijden met de sproeiauto werd spatschade eenvoudig voorkomen zonder, erg veel te hoeven afplakken.

Vervolgens is de kleeflaag afgestrooid met steenslag 2-5 (in plaats van brekerzand vanwege de specifieke (weers)omstandigheden bij het project).



Figuur 9 en 10: Aanbrengen hechtlaag en zelfrijdendscherm.

5.2 Uitvullingen

Op enkele locaties na is het gehele oppervlak van de aanbruggen uitgevuld met een onderlaag variërend van 10 tot 140 mm (in meerdere lagen) zodat de tussen- en deklaag op dikte gedraaid konden worden. Soms is beperkt bewust lokaal te dik aangebracht en weer (dunner) weggefreesd. Op deze manier was een kwalitatief hoogwaardige en een uitvoering met beperkte risico's mogelijk. Het asfaltmengsel dat voor de uitvullingen werd toegepast was een makkelijk te verwerken (regulier) polymeergemodificeerd asfalt van de APRR (AC 11 Base Multiflex PR 50%). Dit in verband met het vele handwerk ter hoogte van de (opstaande) voegovergangen.



Figuur 11 en 12: Aanbrengen asfaltonderlaag en uitvullaag gereed.

5.3 Bitumineus membraan

Het Sealoflex SC-6 membraan is zonder (opnieuw) een kleeflaag aan te brengen over de aangebrachte uitvullaag gespoten in een hoeveelheid van $3,3 \pm 0,2 \text{ kg/m}^2$. Alleen ter plaatse van een aanwezige hechtlaag op het beton (zonder uitvullaag) is een hoeveelheid van $3,0 \pm 0,2 \text{ kg/m}^2$ aangebracht. Na aanbrengen is het membraan afgestrooid met 8 kg/m^2 steenslag 8/11 (50% bedekking; bij loodrechte invalshoek (van bovenaf)).

Tijdens het aanbrengen van het membraan diende voorkomen te worden dat het membraan niet op plaatsen terecht kwam waar dit niet de bedoeling was. Hiervoor moesten de nodige oppervlakken worden afgeschermd met een zelfrijdende afscherming of worden afgeplakt.

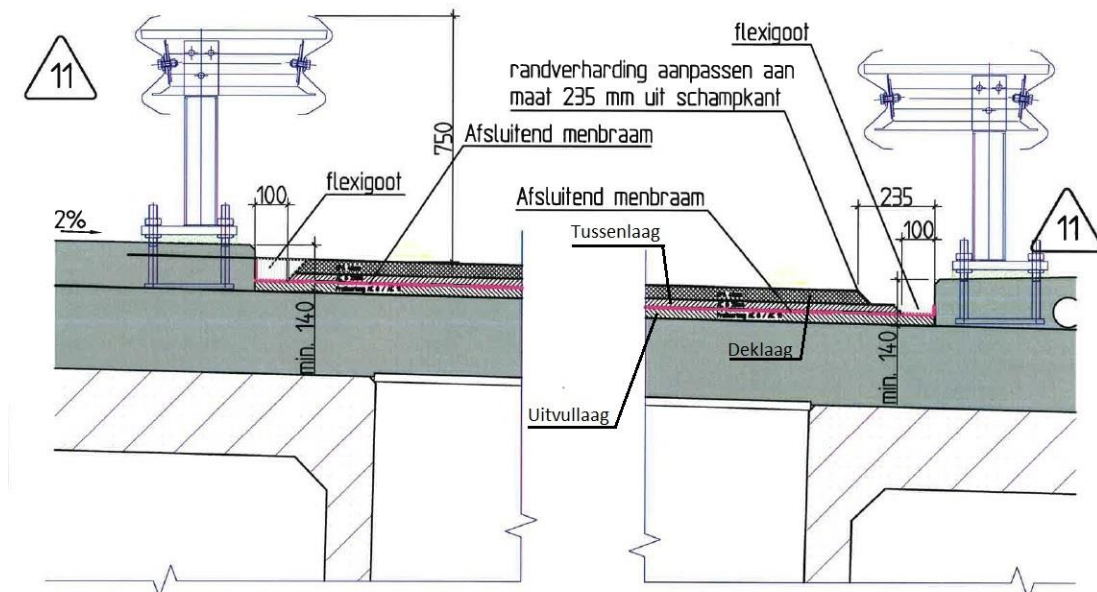


Figuur 13 en 14: Aangebracht bitumineus membraan en aanbrug na afstrooien membraan.

5.4 Aanbrengen tussenlaag

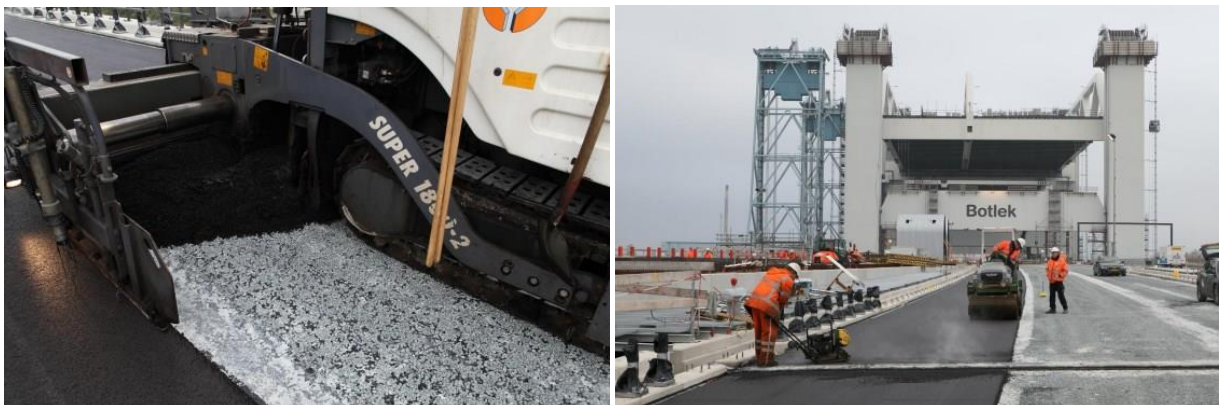
Op het membraan werd de tussenlaag aangebracht bestaande uit de voor dit project speciaal ontwikkelde 25 mm AC8 base/bind/surf Multiflex LT afkomstig van de APRR. Het asfalt diende geproduceerd te worden bij een temperatuur van tussen de 150 en 170 °C. De uiteindelijke verwerkingstemperatuur lag tussen de 140 en 160 °C. Het asfalt is verdicht volgens de procedure opgesteld naar aanleiding van het voorbereidingsvak. De behaalde verdichtingsgraad over het gehele werk was circa 99%. Ondanks snelle afkoeling is het toch dankzij het speciale mengsel goed afgelopen.

Een belangrijk aspect van de tussenlaag was verder de randafwerking ten behoeve van de flexigoot, welke op de uitvullaag begint. Deze is in figuur 15 weergegeven.



Figuur 15: Detailtekening randafwerking asphaltverharding aanbruggen Botlekbrug.

Tot het tijdstip dat de definitieve deklaag werd aangebracht fungeerde de tussenlaag als een tijdelijke deklaag waarop (gelimiteerd) bouwverkeer was toegestaan. Ondanks het zware materieel dat hierna de tussenlaag heeft belast voor de afbouw van de Botlekbrug is de tussenlaag deze (winter)periode tot maart 2015 goed doorgekomen.



Figuur 16 en 17: Aanbrengen tussenlaag en afwalsen tussenlaag.

6. Validatie

Bijzonder aan de toegepaste waterdichte asphaltconstructie en werkwijze zijn de volgende 5 aspecten: de kwaliteit van het membraan (Sealoflex SC-6), het type (gemodificeerd) asfalt, de verwerkingstechniek, de volgorde van bouwen, het ontwerp en de uitvoering in 1 hand door een deskundige (betrokken) partij.

Deze 5 punten waren voor Rijkswaterstaat de reden om (zonder een validatieprocedure van circa een jaar) op voorhand goedkeuring te verlenen om te starten. Na indienen van de opleveringsdocumenten is de aangebrachte constructie door Rijkswaterstaat dan ook (positief) gevalideerd.

7. Conclusie

Door het toepassen van een warm gespoten bitumineus membraan kan effectief en snel een waterdichte constructie op een betonnen ondergrond worden aangebracht. Belangrijk hierbij is wel dat de voorbereiding en realisatie volgens de vastgelegde procedures verlopen.

Ook bij een beperkte hoogte (dikte) kan een bitumineus membraan worden toegepast indien als overlaging een makkelijk te verwerken polymeer gemodificeerd asfalt wordt toegepast. In het uitgevoerde project bleek het geen probleem om gemiddeld 25 mm asfalt aan te brengen van een temperatuur van tussen de 140 en 160 °C over het bitumineus membraan; dus zonder schuif- of doorbloedingsprobleem.

Door flexibele en deskundige inzet van alle betrokken partijen was het mogelijk een complexe waterdichte asfaltconstructie in korte tijd te ontwerpen en te realiseren naar tevredenheid van de opdrachtgevers A-Lanes A15 (de eerste 20 jaar) en Rijkswaterstaat (daarna).

8. Referenties

- [1]. Ooms Nederland Holding rapport 460013-08; Waterdoorlatendheid bitumenmembraan project Haringvlietsluizen; juli 2007.
- [2]. YouTube video: [Complexe asfaltconstructie Botlek](#)