

100 procent recycling asfalt: De zoektocht

Ton Eijkenboom; Van Weezenbeek

Alleen de eigenschappen van het kleine aandeel bitumen in asfalt veranderen in de tijd. Met de toevoeging van een kleine hoeveelheid hars blijkt de samenstelling van oud bitumen weer overeen te komen met nieuw bitumen. Het resultaat gerichte onderzoek heeft geleid tot de aanleg van wegen van volledig gerecycled asfalt waarvan de eigenschappen gelijk zijn aan asfalt gemaakt met nieuwe grondstoffen.

Het volledig hergebruiken van grondstoffen in de wegenbouw is een al lang gekoesterde wens. In het verleden is al vaak gepoogd hier een sluitende oplossing voor te vinden zoals de M.A.R.S. (Microwave Asphalt Recycling System) in de jaren negentig en daarvoor nog het Renofalt project. In de afgelopen decennia zijn er dus al vele pogingen gedaan om een oplossing te

vinden voor de grote hoeveelheden asfalt die uit onderhoudswerkzaamheden vrijkomen. De pogingen tot hergebruik werden vaak geïnitieerd door chemie- of asfaltproducenten waarbij meestal naar deelproblemen werd gekeken. Bijvoorbeeld het aanpassen van penetratie en verwerkingspunt van verouderde bitumen. Om diverse redenen zijn deze pogingen stukgelopen waarbij het

terugbrengen van de kwaliteit en eigenschappen van bitumen op het oorspronkelijke niveau een belangrijke factor was.

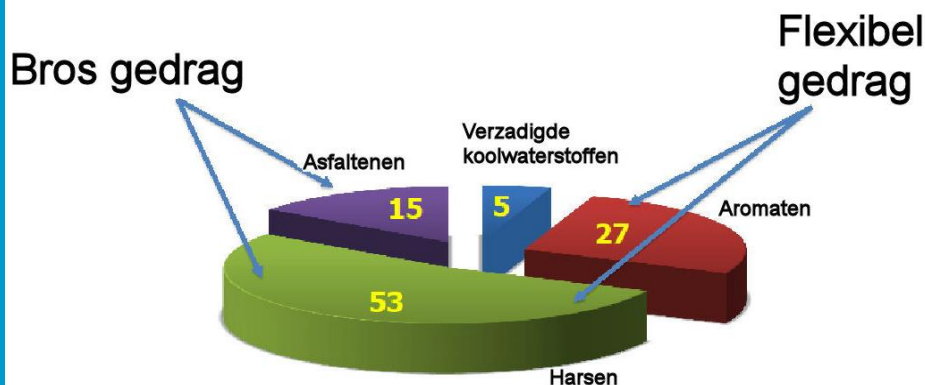
Maatschappelijke wenselijkheid

In een markt waar grondstoffen schaarser en energie aanzienlijk duurder worden door zowel de stijging van de olie prijzen als ook door het belasten van de CO₂ uitstoot zien we vele initiatieven voor het verantwoord hergebruik van kostbare grondstoffen. Voorbeelden zijn wel bekend zoals oud ijzer dat in veel van onze huidige metalen gebruiksvoorwerpen is opgenomen. En ook voor non-ferro als koper, met een opbrengst van € 7,50 per kg in 2012, bestaat een actief inzamelbeeld. Daarnaast worden producten als glas, papier en plastics in hoge percentages gerecycled. De overheid, en hier met name de Rijkswaterstaat, voert een actief beleid voor het besparen van grondstoffen en energie.

In dit licht neemt ook de wegenbouw zijn maatschappelijke verantwoordelijkheid en zoekt naar verantwoorde toepassingen om de vrijgekomen hoeveelheden asfalt uit onderhoudswerkzaamheden zo hoogwaardig mogelijk te hergebruiken. Aangezien asfalt voornamelijk bestaat uit zand, vulstof en stenen, waarvan de eigenschappen niet veranderen, moet het mogelijk zijn hoge percentages te hergebruiken. De aandacht moet zich richten op bitumen. Als het bij bierkragen en vuilniszakken kan (alle net als bitumen thermoplasten) dan zou het toch zeker mogelijk moeten zijn met asfalt. En zo begon de zoektocht.



Recycling Opslag Breda.



Het begin

Rasenbergh Infra had als sinds begin 2006 een asfalt opwerk programma opgestart die later zou worden zelfstandig in de R.O.B. (Recycling en Overslag Breda). Hier werd de eerste belangrijke stap genomen in het volledig hergebruik van secundaire bouwmaterialen. Over de jaren heen is het systeem steeds verder verfijnd waarbij de uitgangspunt van prof. Michael Braungart en William McDonough "Waste is Food" die in 2000 in de Hannover Principles zijn gepubliceerd, in praktijk werden gebracht. Door beter te scheiden bij de bron is het mogelijk om een constante kwaliteit asfaltgranulaat te garanderen. Doordat de samenstelling en de gradering van het granulaat bekend is, is het mogelijk om asfalt te formuleren zoals met nieuwe materialen. De praktijk wijst uit dat asfalt een van de best recyclebare producten is omdat bij hergebruik het merendeel van de samenstelling

onveranderd blijft waardoor hergebruik eigenlijk vanzelfsprekend zou moeten zijn.

Samenwerking

Nadat bitumen percentage en gradering controleerbaar waren, bleef er een grote uitdaging over; het bindmiddel de bitumen. Hier kwam van Weezenbeek Specialties B.V. in beeld omdat hier de kennis aanwezig was voor het sturen van bitumen eigenschappen. Daarnaast was "Specialties" onafhankelijk zodat het niet van te voren vast stond welke toevoeging zouden worden ingezet. De grote kracht van Van Weezenbeek Specialties ligt in het leggen van "kruisverbanden" tussen verschillende markten zo kunnen grondstoffen uit de kleefstoffen markt gecombineerd worden met ervaringen in de dispersie industrie en toegepast worden in de bitumen. Juist hierdoor kunnen voor de wegenbouw onorthodoxe grondstoffen worden toegepast. Een van de voor

beelden hiervan is de RheoFalt WKR-2 die tot op de dag van vandaag de enige polymeer blend is op de markt waarbij verschillende Ethyleen Vinyl Acetaat type zijn voor gemengd met harsen uit de hotmelt industrie in combinatie met Fischer Tropsch wassen en anti-oxidanten. De eerste proefvakken op de busbaan Almere hebben het meer dan 17 jaar uitgehouden op alleen de bushaltes. De centrale vraag was: is het mogelijk om verouderde bitumen te herstellen tot de oorspronkelijke eigenschappen?

Het project

In tegenstelling tot vele andere producenten van toeslagstoffen aan de wegenbouw was hier niet de vraag wat hebben we en kan het wat verbeteren in verouderde bitumen. Er is eerst gekeken naar het verschil in samenstelling tussen nieuwe en oude bitumen. SGS Intron heeft hier veel onderzoek voor uitgevoerd. Naast het verschil in fysische eigenschappen is er met name gekeken naar de verandering in chemische samenstelling. De SARA analyse (scheiden van groepen chemische verbindingen) vormde een belangrijk onderdeel van deze oriëntatie. SARA komt van:

- Saturates (verzadigde koolwaterstoffen)
- Aromates (aromatische koolwaterstoffen)
- Resins (thermoplastische harsen)
- Asphaltene (asfaltene)

Hieruit bleek dat bij de bitumen uit oud asfalt er een verschuiving in samenstelling heeft plaats gevonden. In grote lijnen nemen de asfaltene toe en de lichte componenten af, waarbij blijkt dat de grootste verschuiving plaats vind in de



Laboratorium



Stempelproef

maltenen fase (aromaten en harsen). Bij eerder onderzoek begin jaren 90 van de vorige eeuw was vast komen te staan dat verjongen van bitumen met lichte fracties zoals oliën een ernstige verslechtering te zien gaf in het visco-elastisch gedrag, terwijl de penetratie en het verwekingpunt juist goed gecorrigeerd konden worden. Olie wordt zelfs in bitumen naslagwerken uit de jaren vijftig al bestempeld als weekmaker, dus ongeschikt voor het duurzaam verjongen van verouderde bitumen. Aangezien de asfaltenen zijn toegevoegd in de oude bitumen en deze juist de brosse eigenschappen geven is het duidelijk dat voor het terugbrengen van verouderde bitumen gezocht moet worden in de maltenen fase. Daarnaast diende de mogelijke toevoegingen zo effectief mogelijk te zijn; dus vloeibaar bij kamertemperatuur. De zoektocht was begonnen. De verjonging moest gezocht worden in een laagmoleculaire vloeibare hars. Na bijna een jaar van grondstoffen onderzoek zijn er 153 mogelijke kandidaten gevonden.

Selecteren / Wegstrepen

De hars moest naast vloeibaar ook nog voldoen aan eigenschappen die het een geschikte toevoeging zou maken voor bitumen. Er is een screening gemaakt op onder andere de volgende eigenschappen:

- langdurig temperatuur stabiel;
- niet milieu belastend;
- goed mengbaar met hete bitumen;
- niet irriterend;
- geringe of geen verdamping bij hoge temperaturen;
- economisch haalbaar zo wel in verkrijgbaarheid als in kosten;
- volledig vocht ongevoelig.

Na deze selectie bleven 39 producten over. Tot op dit punt is er nog geen enkele bitumen /asfalt proef gedaan, er is slechts gezocht en weggestreepd. Maar de verdere selectie kan uitsluitend plaats vinden op basis van eigenschappen in de bitumen.

Er is voor gekozen om eerst uitgebreid DSR (Dynamic Shear Rheometer) onderzoek uit te voeren waarbij naar visco-elastisch gedrag wordt gekeken. Hierbij hebben we nieuwe, niet thermisch belaste, bitumen als uitgangspunt genomen. De opgave was om de curve van de verouderde bitumen zo dicht mogelijk naar de "virgin" 40/60 bitumen te brengen. Aangezien er naast de DSR ook nagegaan moest worden wat de invloed betekent voor het asfaltmengsel, is er gekozen voor een niet alledaags methode namelijk de stempelproef voor gietasfalt. Hierbij kan men beter inschatten wat de interactie is tussen de bitumenmengsels en de vulstoffen en de zandfractie. De testen zijn uitgevoerd bij verschillende doseerpercentages waarbij de effectiviteit van

de hars duidelijk in beeld kon worden gebracht. Na deze procedure bleven er slechts vier mogelijke additieven over. Voor het vervolgonderzoek is gekozen voor de natuurlijke hars aangezien deze in het duurzaam produceren de meest voordelige is. Deze hars is een product dat lijkt op bitumen omdat het ook een residu is van een distillatie. In tegenstelling tot bitumen is deze hars vrij van asfaltenen. En nu werd het tijd voor de asfalt testen.



DSR (Dynamic Shear Rheometer)

Vertaalslag in asfalt

Het mengsel voor de asfalt testen is bepaald op STAB 0/16. Dit type asfalt is in volume het meest geproduceerd en tevens wordt er al vaak asfaltgranulaat in dit mengsel ingezet, 50 procent recycling is al gebruikelijk. Daarnaast is een mengsel met nieuwe grondstoffen als referentie meegenomen. De Type Test is gebruikt om de asfalteigenschappen te beoordelen. Voor het maken van de asfaltmonsters is gebruik gemaakt van de asfaltcentrale in

Gemiddelde resultaten uit Type Test op STAB gemaakt van asfaltgranulaat en toegevoegde hars volgens NEN-EN 12697 (20 °C)

f (Hz)	5 % Rheofalt			15 % Rheofalt		
	ϵ ($\mu\text{m/m}$)	E* (MPa)	fasehoek (*)	ϵ ($\mu\text{m/m}$)	E* (MPa)	fasehoek (*)
0,1	47,9	6.866	25,9	49,4	2.793	33,8
0,2	47,4	8.178	23,0	49,3	3.536	31,6
0,5	47,5	10.003	19,5	49,2	4.720	28,7
1,0	46,8	11.418	17,2	49,2	5.765	26,4
2,0	46,3	12.842	15,2	48,6	6.934	24,2
5,0	45,7	14.693	13,0	48,2	8.619	21,3
8,0	45,5	15.647	12,0	48,1	9.547	19,9
10,0	45,4	16.080	11,6	47,9	9.983	19,2
20,0	45,1	17.287	10,3	47,7	11.451	17,4
30,0	45,8	18.306	9,8	49,4	12.355	16,4
0,1	47,8	6.816	16,1	48,9	2.797	33,5

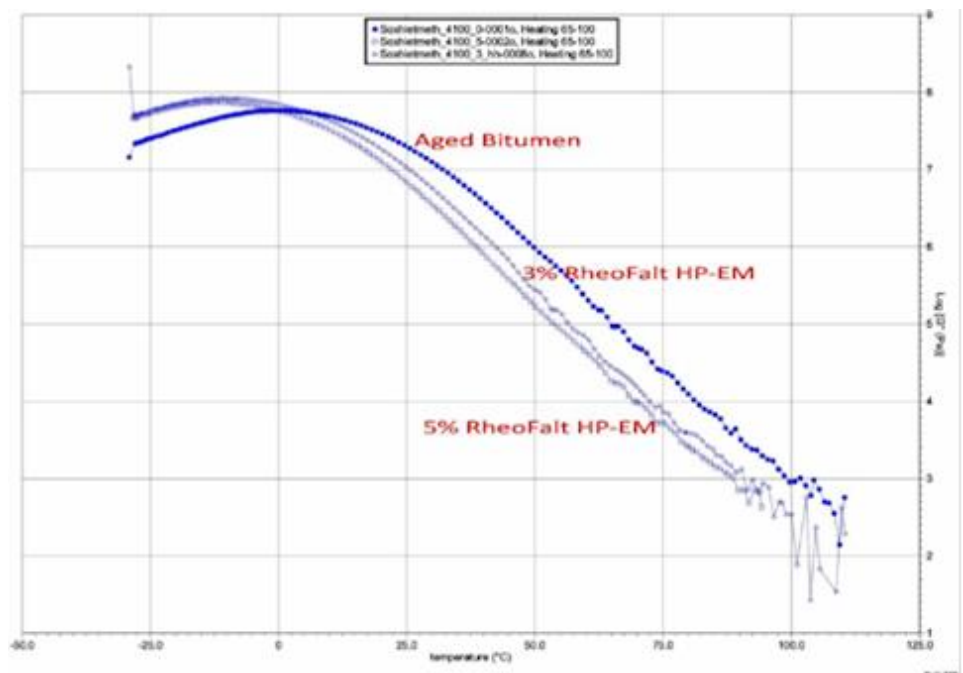
Breda omdat “molengemengd” asfalt het meest representatief is voor de homogeniteit van de monsters. De testen zijn niet alleen uitgevoerd in verschillende doseerpercentages, er is ook nog getest bij nul graden om het lage temperatuurgedrag in kaart te kunnen brengen. Uit dit uitgebreide onderzoek bleek dat de harsen de eigenschappen niet alleen terug kon brengen naar die van asfalt met nieuwe bitumen, maar er waren ook duidelijke indicaties dat de asfaltenen beter gestabiliseerd worden door toevoeging van de natuurlijke hars. Parallel aan dit onderzoek is ook een “bitumendonor” meegenomen in het onderzoek, zodat we in staat waren om elke gewenste asfaltsamenstelling met secundaire materialen te produceren.

Niet voorziene bijwerkingen

Tijdens het ontwikkelprogramma zijn ons enkele parameters opgevallen. Bij het laboratorium onderzoek zagen we duidelijk dat het dakgranulaat, dat we als bitumendonor gebruikten, sterk verbeterde eigenschappen vertoonde naar mate we

een hoger percentage hars toevoegden. Een duidelijke aanwijzing dat niet alleen de bitumen werden verbeterd maar ook dat de polymeren in de samenstelling duidelijk actiever werden. Dit verschijnsel is ook waargenomen bij onderzoek gedaan op de Bergische Universität Wuppertal en

de Technische Universität Braunschweig. Duidelijk was ook dat de gekozen hars de bitumeneigenschappen weer op het oude niveau kunnen terug brengen waardoor 100 procent recycling mogelijk is. Een andere opvallend verschijnsel was waarneembaar tijdens de productie van 100 procent gerecycled asfalt. Hier zagen we dat bij een geringe toevoeging van 2 kg/ton hars er veel minder vermogen nodig was voor de mengbak, de homogeniteit verbeterde bij een kortere mengtijd. Bij de asfaltverwerking zien we dit verschijnsel ook optreden; het asfalt blijft langer verdichtbaar. Een verklaring voor het beter verwerken van het asfalt met de RheoFalt hars kan zijn dat de asfaltenen in bitumen beter stabiliseren (sterische hindering). Algemeen wordt aangenomen dat de maltenen (aromaten en harsen) in het bitumen dit voor hun rekening nemen.



Effect hars toevoeging op teruggewonnen bitumen zonder toevoeging en met verschillende percentages toegevoegde hars.



Verwerking van 100 % gerecycled asfalt.

Uit de SARA analyse van verouderde bitumen bleek dat deze maltenfase afneemt en de asfalteneen toeneemt. Deze asfalteneen zorgen niet alleen voor het brosse gedrag in de verouderde bitumen maar waarschijnlijk ook voor een hoge interne weerstand. Door het toevoegen van de RheoFalt HP-EM hars ontstaat er waarschijnlijk een omhulling van de asfalteneen die vervolgens door de hars niet meer in staat zijn om te agglomereren (sterische hindering). Dit verschijnsel moet in vervolg onderzoek nader worden bekeken. Dr. Ir. Niki Kringos van KTH in Stockholm heeft al aangetoond dat het mogelijk is “fysische” samenstelling te kunnen onderscheiden. Het optreden van sterische hindering kan waarschijnlijk het “fysical

hardening”proces vertragen wat als gevolg zou hebben dat standaard wegebouwbitumen langzamer zouden verouderen.

Implementatie

Rasenberg Infra heeft in samenwerking de gemeente Breda “het Steenhoofd” voorzien van 100 % recycled asfalt ML-TRAC. Dit is niet alleen een makkelijke te monitoren wegvak, het ligt voor de deur van de asfalt centrale en het laboratorium, maar ook een zeer zwaar belaste weg waar dagelijks meer dan 350 zwaar belaste vrachtwagens overheen rijden.

Besparingen

Royal Haskoning berekende dat door het hergebruik van grondstof-

fen bij de asfalt productie bij elke 100.000 ton (tussen de halve en een kwart van de jaar productie van een gemiddelde asfalt centrale) er 8.400 ton CO₂ wordt bespaard doordat men geen nieuwe grondstoffen inzet. Jaarlijks komt er ongeveer vier miljoen ton asfalt vrij uit wegenonderhoud. Deze hoeveelheid zal de komende jaren toenemen naar circa zes miljoen ton. Dit komt neer op een gemiddeld recyclepercentage van 60 tot 75 procent. Maar een deel van de productie moet hogere percentages bevatten vanwege marktschommelingen en specifieke mengseleisen (extreme stroefheid) waarin geen hergebruik mogelijk is. Dit project heeft aangetoond dat 100 procent hergebruik makkelijk haalbaar is tegen de zelfde kosten. De CO₂ besparing loopt op tot meer dan een half miljoen ton CO₂ per jaar ten opzichte van gebruik van nieuwe grondstoffen. Een besparing waar de asfaltindustrie trots op mag zijn.

Out of the Box

Deze zoektocht heeft aangetoond dat het leggen van verbanden tussen verschillende industrieën snel tot onconventionele oplossingen kan leiden. Resultaat gericht onderzoek - en niet product gericht onderzoek - in combinatie met een gedegen grondstoffen kennis heeft geleid tot een oplossing om verouderde bitumen weer in zijn oorspronkelijke eigenschappen terug te brengen. Deze zoektocht kwam uit op een toevoeging van natuurlijke harsen waarvan de voorraad jaarlijks wordt aangevuld.

Hiermee is weer aangetoond dat asfaltgranulaat geen afvalstof is maar een grondstof.