

Walsverdichting

Dr.ir. H.L. ter Huerne; Universiteit Twente

Het aanbrengen van een asfaltverharding bestaat uit een keten waarbij vele (deel)activiteiten een rol spelen. De walsverdichting is hierin de laatste schakel. Al zijn alle voorgaande fasen perfect verlopen dan kan er op het laatst toch nog iets mis gaan. Op vrijdag 5 maart 2004 verdedigde Henny ter Huerne met succes zijn proefschrift "Compaction of Asphalt Road Pavements". Zijn bevindingen geven een duidelijk -en soms een zeer verrassend- beeld van wat er werkelijk tijdens de verdichting van asfalt plaats vindt. In onderstaand artikel wordt een aantal van zijn bevindingen toegelicht.

Inleiding

Het gebruik van het wegennet is in de laatste decennia sterk toegenomen. Deze sterke toename in zowel belasting als frequentie vraagt om regelmatig(er) onderhoud aan wegen. De wens op het behoud van een ongestoorde verkeersafwikkeling tijdens onderhoudswerkzaamheden beperkt steeds vaker de manier waarop optimaal onderhoud plaats kan vinden. Indien wegwerkzaamheden daardoor onder slechtere omstandigheden dienen te gebeuren zou dit het resultaat van het werk wel eens negatief kunnen beïnvloeden.

Om een indruk te krijgen wat de invloed is van het werken onder minder gunstige omstandigheden op de kwaliteit van het uitgevoerde werk is een inventariserend onderzoek uitgevoerd. Uit dit onderzoek blijkt dat inderdaad uitvoeringsomstandigheden tijdens het werk aan de weg effect hebben op de kwaliteit van de uiteindelijke wegverharding.

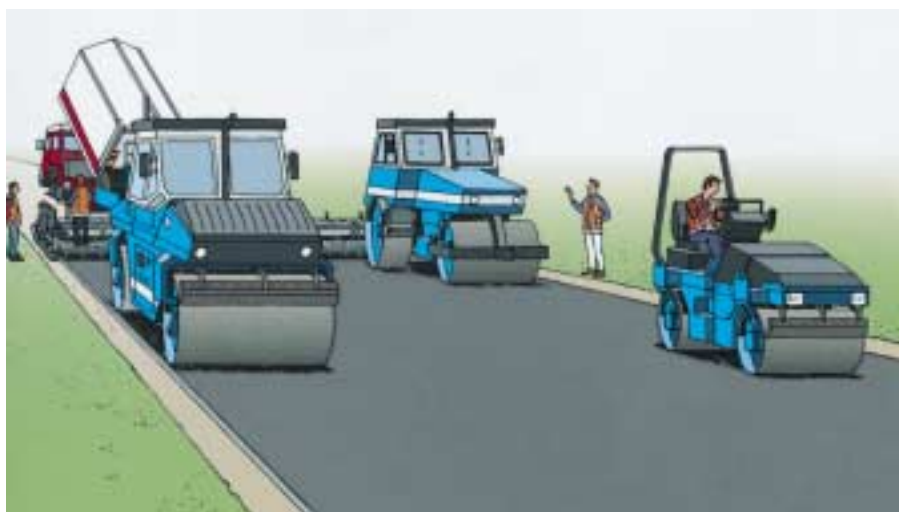
Verdichtingsproces cruciaal

Bij het proces van asfaltverwerking is geïnventariseerd wat de invloed en orde-grootte van de verschillende aspecten op de kwaliteit van het werk kunnen zijn. Op basis hiervan is een causaal model opgesteld waarbij een aantal probleemgebieden in kaart zijn gebracht. In de praktijk blijkt het verdichtingsproces

cruciaal voor de kwaliteit van het eindproduct. Het verdichten van asfalt is hoofdzakelijk gebaseerd op ervaringskennis. Uit de ervaring bij het walsen van asfaltmengsels weet men welk resultaat bij benadering mag worden verwacht zodra onder vergelijkbare omstandigheden met vergelijkbare materialen (mengsels) wordt gewerkt. Zodra echter "buiten het ervaringsgebied" gewerkt moet gaan worden is het te verwachten resultaat onzeker. Tegenwoordig komt dit veelvuldig voor, omdat wegwerkzaamheden meer en meer plaats vinden onder slechtere omstandigheden en omdat nieuwe mengsels regelmatig hun intrede doen.

Belang simulatie

Het nabootsen van verdichtingsprocessen van asfalt voor wegen kan in dit opzicht een aantal zaken duidelijk maken. Simulatie kan inzicht geven in de omstandigheden waaronder met een bepaald mengsel kan worden gewerkt. Verder kan worden aangegeven welke specifieke walsen geschikt zijn voor een bepaald mengsel en hoe het walsproces het best kan worden ingericht om het gewenste verdichtingsresultaat te bereiken. Tenslotte kan simulatie de invloed van ongunstige werkomstandigheden zichtbaar maken. Kortom: het nut van een simulatie voor verdere verbeteringen van het walsproces van asfalt is onbetwist.



Het doel van dit onderzoek was daarom om “na te gaan of het mogelijk is een instrument te ontwikkelen waarmee het verdichtingsproces van asfalt voor wegconstructies kan worden gesimuleerd, en indien dit zo is, hoe dan?”.



Hveem Stabilometer (HSM)

worpen aan verschillende belastingscondities.

De testresultaten leverden over het algemeen een positief resultaat op met uitzondering van de metingen op de mengsels bij verschillende temperaturen (3).

Uit deze metingen bleek dat de “warmere” materialen (lagere bitumen viscositeit) zwaarder verdichtbaar waren. Alhoewel hierover geen literatuur is gevonden, druist het in tegen het “praktijkgevoel”.

Opzet onderzoek

Het onderzoek richt zich op verdichting van asfalt en behandelt de volgende onderwerpen:

- a Identificatie van een geschikt materiaalmodel voor het gedrag van asfalt tijdens het verdichten;
- b het doen van laboratoriumtesten voor het bepalen van materiaalparameters gerelateerd aan a;
- c het selecteren van een geschikt simulatiehulpmiddel waarmee onder gebruikmaking van model en parameterwaarden uit a en b de verdichting van asfalt door walsen gesimuleerd kan worden;
- d validatie van de simulatieresultaten aan de hand van metingen gedaan op een verdichtingsproefvak.

Beschrijving materiaalgedrag

Het materiaalmodel voor de beschrijving van het gedrag van asfalt is ontleend aan de grondmechanica. Een vergelijking heeft plaatsgevonden tussen het gedrag van grond en dat van asfalt tijdens verdichting. Beide materialen (mengsels) bestaan uit vaste deeltjes, een vloeistof (bitumen of water) en poriën gevuld met lucht. Tijdens belasting van een aanvankelijk relatief onverdichte materiaal verandert de korrelrangschikking (de dichtheid van het deeltjesskelet) en hierdoor wordt de lucht uitgedreven. Het specifieke volume van het materiaal neemt af terwijl de dichtheid toeneemt. De vloeistof in het mengsel “smeert” de contactvlakken tussen de korrels en maakt het schuiven van de korrels (het eigenlijke verdichten) ten opzichte van elkaar makkelijker. “Critical state” is de naam van een theorie die een model biedt dat, gebaseerd op de korrelverschuivingen, een relatie weergeeft tussen het volume en de spannings-toestand in het materiaal.

Bestudering van grond en van asfalt geeft aan dat, ondanks de verschillen in de vloeistoffase (water is “dunner” en meer vloeibaar dan de stroperige warme bitumen), het grondmechanica model goed bruikbaar zou kunnen zijn voor het beschrijven van het gedrag van asfalt tijdens de verdichting.

Test programma

Om het materiaalmodel verder getalsmatig te onderbouwen is gebruik gemaakt van de Hveem Stabilometer (HSM), een voorloper van de triaxiaal cel. De HSM belast een proefstuk tijdens een test op een manier die in grote mate vergelijkbaar is met de manier waarop het asfalt tijdens de verdichting “in de weg” wordt belast. De HSM is in dit onderzoek aangepast om de controle over het volume van het proefstuk en de opbouw van de belasting te verbeteren.

Aldus ontstond de *Modified* Hveem Stabilometer (MHSM).

Met de MHSM kunnen helaas geen warme asfaltmengsels worden getest. Echter, door gebruikt te maken van een specifiek voor dit doeleinde gemaakt “bitumen” dat bij kamertemperatuur een viscositeit bezit gelijk aan de viscositeit van een “normale” bitumen bij verdichtingstemperaturen, kon het meetprogramma worden uitgevoerd en zijn materiaalparameters bepaald.

Het meetprogramma omvatte:

- 1 metingen aan mengsels met rond en gebroken materiaal in de zand fractie,
- 2 metingen aan mengsels met meer en minder bitumen,
- 3 metingen aan mengsels bij verschillende “temperaturen” (verschillende bitumen viscositeiten),
- 4 metingen aan een mengsel onder-

Het verdichtingsproefvak

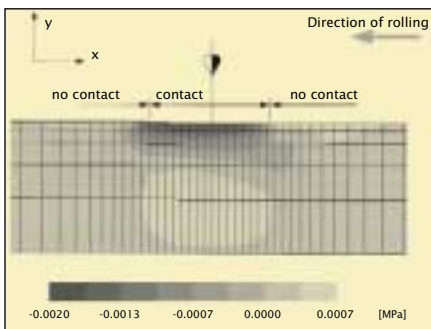
Om gegevens te verzamelen voor de simulaties en om de resultaten van deze simulaties te kunnen valideren is een verdichtingsproefvak aangelegd. Het proefvak was circa 30 m lang en is verdicht met deels acht en deels zestien passages van een statische wals met een massa van ongeveer 8 ton. Het proefvak bestond uit twee lagen asfalt DAB 0/16 van circa 50 mm dik (na verdichting). Tijdens de verdichting zijn nauwkeurige temperatuurmetingen uitgevoerd. De voortgang van de verdichting is op 20 posities gemeten, waarvan 16 op laagdikte en 4 op dichtheid (nuclear). Uit de metingen kon nauwkeurig de verdichtingsprogressie als functie van het aantal walsspassages worden bepaald. Na voltooiing van het proefvak zijn ter plaatse van de meetpunten kernen geboord ter controle op de laagdikte- en dichtheidsmetingen.

Door het continu meten van de materiaalt temperatuur kon nauwkeurig het afkoelingsproces van het materiaal tijdens de verdichting op verschillende diepten in de laag worden bepaald. Deze gegevens werden gebruikt als invoer voor de simulaties. Bewust zijn twee delen van de testsectie verdicht bij verschillende materiaalt temperaturen. Uit de resultaten bleek -zeer verrassend- dat voor beide vakken geen significant verschil in verdichtingsprogressie kon worden vastgesteld. In tegenstelling tot de in de asfaltwegenbouw gangbare gedachte bleek de temperatuur van het

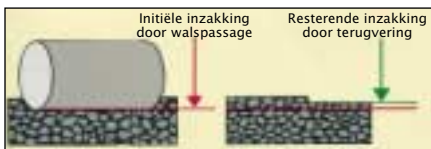
materiaal niet van invloed te zijn op het gemak waarmee een asfaltmengsel kan worden verdicht.

Simulaties

Voor het uitvoeren van de simulaties is gebruik gemaakt van een Eindige Elementen Methode (EEM) benadering. Gezien de aard van het probleem en het te simuleren materiaalgedrag diende specifieke eisen te worden gesteld aan deze benadering: zo kunnen tijdens het walsen in het materiaal grote vervormingen ontstaan en verdient het contact tussen de walsrol en het te verdichten materiaal nadere aandacht. Het materiaalgedrag houdt het midden tussen dat van een vaste stof en het gedrag van een vloeistof. Dit vereist een specifiek materiaalmodel binnen EEM. Als EEM-tool is het pakket DiekA gebruikt, dat binnen de Universiteit Twente veelvuldig toegepast wordt voor simulaties van het walsgedrag van staal. In DiekA is het materiaalmodel "Rock" geïmplementeerd, een model dat goed overeenkomt met de critical state principes, en dat is ontwikkeld voor beschrijving van het gedrag van zacht gesteente.



Interne spanning



Resultaten

Met de EEM software zijn vele berekeningen uitgevoerd om een geschikte EEM "set up" te vinden. De uitgevoerde simulaties leverden een beeld op van de spanningen in het materiaal in de omgeving van de walsrol. Verder ontstond meer gedetailleerd inzicht in de rekken



in het materiaal, de stroomsnelheden van het materiaal door de mesh (gelijk aan de verplaatsingen van het materiaal door het walsen), en gegevens over het contactvlak (spanning en grootte) tussen de walsrol en het asfalt, etcetera. De simulaties leveren inzicht in wat er precies gebeurt in het materiaal als gevolg van het walsen.

De simulaties van opeenvolgende walspassages geven in detail inzicht hoe de verdichtingsprogressie in een laag plaatsvindt. De verdichtingstoename is te omschrijven als een soort middelingsproces. Tijdens de eerste walspassage vindt de meeste verdichtingsprogressie plaats hoog boven in de laag: daar waar de spanningen het grootst zijn. Hierdoor neemt de stijfheid van het materiaal boven in de laag het meest toe. Als gevolg daarvan ontstaat tijdens de tweede stap een verdichtingstoename op de plek waar op dat moment het materiaal het zachtst is: onder in de laag. Tijdens de derde stap vindt de meeste verdichtingsprogressie plaats daar waar de druk relatief hoog is in combinatie met de plaats waar het materiaal nog relatief zacht is: in het midden van de laag. Dit proces gaat door totdat na een aantal walspassages de verdichting weer min of meer homogeen over de hoogte (dikte) verdeeld is.

Conclusies

De conclusies van het onderzoek weerspiegelen dat de gemaakte simulaties en uitgevoerde testen een aanzienlijke verbreding en verdieping van inzichten hebben opgeleverd van het gedrag van asfalt tijdens de verdichting c.q. onder

een statische stalen walsrol. Doordat nog wel wat fijnslijpwerk dient plaats te vinden is een alom toepasbaar gereedschap voor simulatie van verdichtingsprocessen van asfalt nog niet beschikbaar. Wel geeft het onderzoek aan dat de ingeslagen weg een potentieel succesvolle weg is, alhoewel bepaalde opties nog nader dienen te worden ontwikkeld c.q. onderzocht.

Nadere inspanningen dienen te worden verricht naar:

- de effecten van materiaalt temperatuur op het verdichtingsgedrag van asfalt,
- implementatie van een critical state model binnen een geschikte EEM code,
- het aanpassen van de EEM code DiekA om krachtgestuurde berekeningen te kunnen uitvoeren.

De simulaties bieden echter zeer veel inzicht en lijken welhaast onmisbaar in de wegenbouw wereld waarin nieuwe mengsels, nieuwe walsen en veranderende omstandigheden -en hun interactie- van invloed zijn op de kwaliteit van het eindproduct.

Vanwege de noodzakelijke deskundigheid die nodig is voor het gebruik van de simulatie-tool wordt toepassing vooral belangrijk geacht voor het ontwikkelen van geavanceerde procedures: procedures voor de verdichting van specifieke mengsels, procedures voor de selectie van de wals en procedures voor de inrichting van het walsproces bij minder gunstige werkomstandigheden. Het lijkt weinig zinvol om deze benadering toe te passen voor elk afzonderlijk wegenbouw project.