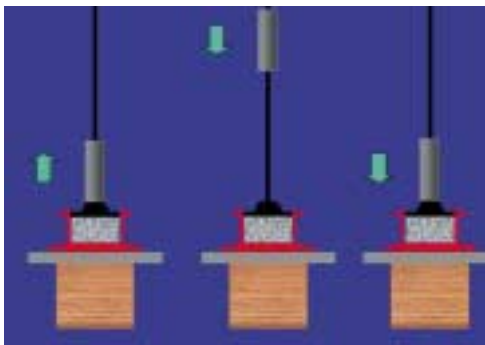


Kalibratie Gyrator

Begeleidings commissie gyratorverdichting van VBW-Asfalt.

De eigenschappen van asfaltmengsels worden o.a. vastgesteld op basis van de resultaten van het onderzoek van verdichte asfaltproefstukken. Traditioneel wordt hiervoor de verdichtingsmethode gebruikt volgens de Marshallproef, waarvan het principe als slagverdichting kan worden gekenmerkt. Met het verschijnen van de Standaard RAW Bepalingen 1995 is, vooruitlopend op de invoering van de Europese normen voor testmethoden van asfaltmengsels, de Gyratorverdichting geïntroduceerd.



Principe Marshallverdichting (slagverdichting)

In tegenstelling tot genoemde slagverdichting volgens de Marshallproef wordt bij de verdichting van asfaltmengsels in het laboratorium met gyrator apparatuur het knedende verdichtingsprincipe opgewekt, wat als een dynamische verdichting kan worden beschouwd. In de gyrator wordt de constante éénzijdige (boven- of onder-) belasting op het proefstuk gecombineerd met een hoekverdraaiing. Het aantal uitgevoerde omwentelingen (gyraties) bepaalt het niveau van de volumetrische eigenschappen, die

middels bijgeleverde software direct kunnen worden uitgelezen.

Met de introductie van deze nieuwe verdichtingsmethode zijn sinds 1998 door de Begeleidings Commissie Gyratorverdichting van VBW-Asfalt een aantal projecten opgezet om de toepassing van deze techniek te verkennen. Voor de inhoud van dit artikel kunnen de werkzaamheden van deze projectgroep in de volgende onderdelen worden opgesplitst:

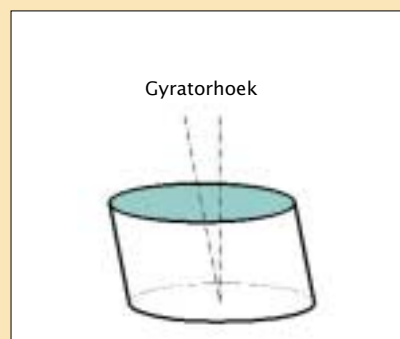
- De SHRP-Superpave ervaringen met Gyratorverdichting

- De Nederlandse ervaringen met Gyratorverdichting
- De Europese norm voor Gyratorverdichting
- De Dynamische Inwendige Gyratorhoek als kalibratiemiddel

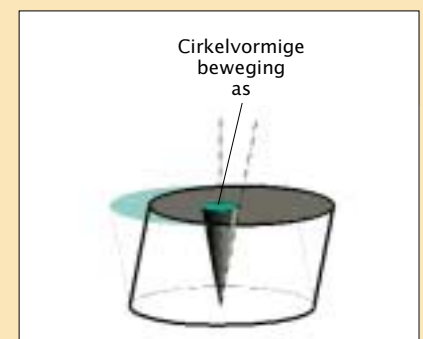
De SHRP-Superpave ervaringen met Gyratorverdichting

Voor de uitvoering van het mengselontwerp voor asfaltverhardingen wordt in Amerika gebruikt gemaakt van het SHRP-Superpave model. Voor het bepalen van de volumetrische eigenschappen worden proefstukken verdicht volgens het gyrator verdichtingsprincipe. Op basis van twee standaard gyratormodellen zijn de SHRP-Superpave specificaties vastgesteld, die als volgt kunnen worden samengevat:

- Het gebruik van een gyratorvorm met een diameter van 150 mm.
- Het uitvoeren van de gyratorverdichting met een snelheid 30 omwentelingen per minuut.
- Het opleggen van een verticale belasting van 600 ± 18 Kpa.
- De proefstukken verdichten met een gyratorhoek $1,25 \pm 0,02^\circ$.
- Onder- en bovenplaat moeten tijdens het verdichtingsproces planparallel blijven.



Principe Gyratorverdichting (knedende verdichting)



binnen handbereik



SHRP-Superpave Standaard Gyrator
PINE AFGC 125X

Met deze specificaties is de verdere ontwikkeling van deze apparatuur aangespoord en is aan nog eens zes verschillende "standaard" modellen een goedkeuring verleend. De uiteindelijke ervaringen met de meer dan 2000 stuks over de deelstaten van Amerika verspreide apparaten leidde tot een eenduidige conclusie. Bij deze geavanceerde apparatuur is sprake van een grote gevoeligheid voor de uiteindelijke gyratorhoek waarmee het proefstuk wordt verdicht tijdens de verticale belasting van 600 KPa. Een afwijking van 0,1° met de beoogde gyratorhoek resulteerde in een verschil in de dichtheid van het proefstuk van ca. 15 kg/m³ (± 0,6 % H.R.). Uiteindelijk leidde deze constatering tot de ontwikkeling van de dynamische kalibratie van de inwendige Gyratorhoek. Maar daarover later meer.

De Nederlandse ervaringen met Gyratorverdichting

In de Standaard RAW Bepalingen is sinds 1995 proef 57.2 opgenomen voor het onderzoek van proefstukken vervaardigd met een gyrator. Met dit proefvoorschrift als uitgangspunt heeft de



SHRP-Superpave Standaard Gyrator T
roxler 4140

Begeleidings Commissie Gyratorverdichting sinds 1998 een aantal onderzoeken uitgevoerd om ervaringen op te doen met zowel de apparatuur als veel voorkomende asfaltsoorten in Nederland.

Hierbij zijn voor de mengselindeling 5 hoofdgroepen gehanteerd, n.l. STAB 0/16, OAB 0/16 type 2, DAB 0/11, SMA 0/8 type 1 en ZOAB 0/16. In 1e instantie zijn van deze in blikken opgeslagen molengemengde speciemonsters proefstukken vervaardigd met een aantal voorhanden zijnde gyrator typen bij de leden van VBW-Asfalt. Op basis van een werkvoorschrift zijn met de proefcondities van de RAW Bepalingen van elke asfaltsoort series van 6 proefstukken gemaakt.

Eén van de belangrijkste conclusies uit dit onderzoek is, dat het vergelijkbare verdichtingsniveau van de verschillende apparaten bij dezelfde mengselsoorten grote verschillen vertoont. Bovendien blijkt bij de series proefstukken onderling een grote spreiding in de dichtheidsresultaten voor te komen. Met deze conclusies is in de begeleidingscommissie uitgebreid discussie gevoerd over de wijze waarop de kalibratie van dit soort

verdichtingsapparaten zal moeten plaatsvinden om uiteindelijk met dezelfde proefcondities hetzelfde dichtheidsniveau te bereiken met verschillende apparaten.

Een ander probleem diende zich aan voor de bepaling van de uiteindelijke dichtheid van het proefstuk. Het bij de marshallproef gebruikelijke afkoelen van de proefstukken in de mal bleek bij de gyratorverdichting vaak niet mogelijk, waardoor de proefstukken na het verdichten "warm" moesten worden uitgedrukt. Het achteraf bepalen van de dichtheid van het proefstuk met de onder- en bovenwater weging gaf voor alle mengsels, uitgezonderd de ZOAB (dichtheidsbepaling door opmeting), grote afwijkingen te zien t.o.v. de berekende dichtheid in de gyrator bij de beëindiging van het verdichtingsproces.

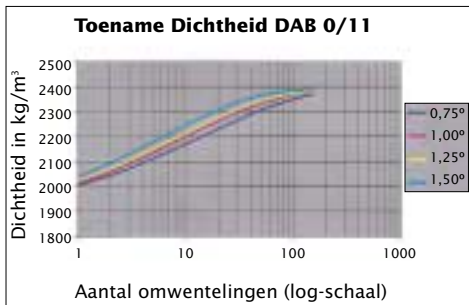
Om ervaring op te doen met de invloed van de grootte van de gyratorhoek op het verdichtingsproces van de verschillende mengselsoorten is een aanvullend onderzoek verricht op monsters molengemengd materiaal met de Servopac gyrator van VBW-Asfalt. Op basis van het proefvoorschrift uit de Standaard RAW Bepalingen en vooruitlopend op de definitieve Europese norm is een variatie in gyratorhoeken gekozen van 0,75° - 1,00° - 1,25° en 1,50°. Van de mengselsoorten STAB, OAB, DAB, SMA en ZOAB zijn in viervoud series proefstukken verdicht met deze vier gekozen gyratorhoeken. De proefstukken met een diameter van 100 mm zijn ook nu na de 150 omwentelingen van het verdichtingsproces weer warm uitgedrukt. Als één van de belangrijkste conclusies van dit onderzoek is het onderscheid in het verdichtingsgedrag van continu gegradeerde mengsels, zoals b.v. STAB

en DAB, en mengfels opgebouwd volgens het steenskelet principe b.v. OAB, SMA en ZOAB. Bij de continu gegradeerde mengfels is in het laatste deel van het verdichtingsproces nog nauwelijks sprake van enige toename van de dichtheid. Dit in tegenstelling tot de steenskelet mengfels, die nog steeds een toename in de dichtheid laten zien.

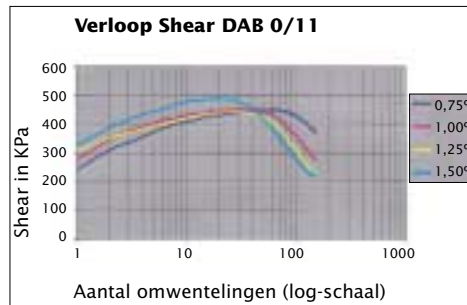
mengfels neemt deze spanning geleidelijk toe en blijft gedurende de rest van het verdichtingsproces op hetzelfde niveau. Ter illustratie zijn op log.-schaal de resultaten van zowel Dichtheid als Shear van een continu gegradeerd mengfel (DAB) als steenskelet mengfel (SMA) met verschillende verdichtingshoeken weergegeven.



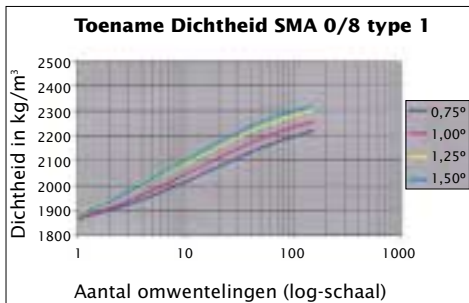
De Europese "Standaardgyrator", de PCG 2



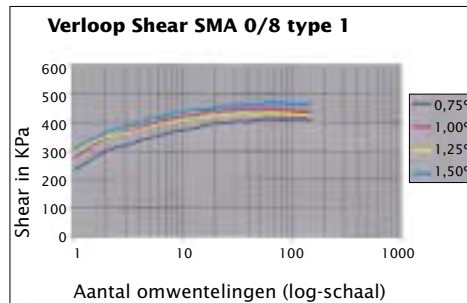
Toename dichtheid DAB (continu gegradeerd) bij verschillende verdichtingshoeken



Verloop Shear DAB (continu gegradeerd) bij verschillende verdichtingshoeken



Verloop Dichtheid SMA (discontinu gegradeerd) bij verschillende verdichtingshoeken



Verloop Shear SMA (discontinu gegradeerd) bij verschillende verdichtingshoeken

Een ander belangrijk aspect voor de beoordeling van het verdichtingsgedrag blijkt de meting van de "Shear" ofwel de inwendige schuifweerstand te zijn.

Tijdens het verdichtingsproces kan met dit type gyrator de kracht worden opgemeten, die nodig is om de ingestelde gyratorhoek te handhaven. Deze kracht wordt vertaald naar een spanning over de verticale doorsnede van het proefstuk en kan eveneens per omwenteling worden uitgelezen. Ook op basis van deze Shear-metingen blijkt dezelfde tweedeling in de 5 onderzochte mengselsoorten te ontstaan. Bij de continu gegradeerde mengfels blijkt deze inwendige schuifweerstand na ca. 20 – 30 omwentelingen maximaal te zijn, waarna deze spanning snel afneemt. Bij steenskelet

gehanteerd voor deze Europese "standaardgyrator". In het Europese proefvoorschrift wordt de nominale verdichtingshoek bepaald door een uitgebreid "type-testing" onderzoek met een zgn. "standaard" model van de leverancier van de gyrator.

Is deze nominale verdichtingshoek eenmaal bepaald, dan zal aanvullend onderzoek uit moeten wijzen, hoe de van het "standaard" model afgeleide apparaten door de betreffende leverancier moeten worden ingesteld. Met deze zgn. typekeuring verklaart de leverancier de overeenkomst tussen het "standaard" model en het aan de wegenbouwbranche geleverde apparaat. Sinds december 2001 is een noot aan de bijlage van deze Europese Gyratornorm toegevoegd. De overeenkomst tussen het "standaard" model en het afgeleverde type mag ook worden verkregen door de inwendige gyratorhoek te meten. Maar daarover later meer.

Met de hierboven beschreven procedures om tot een juiste instelling van de te gebruiken gyrator apparatuur te komen is sinds het in 1997 uitgevoerde oriënterende onderzoek geen enkele vooruitgang geboekt. Met vijf verschillende gyratormodellen, die allemaal op een verschillende locatie in Europa waren opgesteld zijn van zgn. referentiemengfels volgens een opgegeven werkinstructie proefstukken verdicht en uiteindelijk de nominale verdichtingshoeken bepaald. Opvallend was, dat de uitkomst van dit onderzoek in alle gevallen resulteerde in een nominale verdichtingshoek kleiner dan 1,00°. Ook op het front van de ontwikkelingen op het gebied van nieuwe apparatuur die aan deze Europese nominale verdichtingshoek voldoet, zijn door de leveranciers sindsdien geen noviteiten meer gemeld.

De Europese norm voor Gyratorverdichting

Met de Europese normen, waarvan de introductie medio 2005/2006 zal plaatsvinden, wordt ook het vervaardigen van asfaltproefstukken middels gyratorverdichting voor het mengselontwerp en bij de productiecontrole actueel. In het betreffende proefvoorschrift (prEN 12697 deel 31) is naast de gebruikelijke specificatie van de bovenbelasting (600 KPa) en verdichtingssnelheid (30 omwentelingen/min) sprake van een nominale verdichtingshoek. De grootte van deze hoek is gebaseerd op omvangrijke ervaringen van uitgevoerde onderzoeken in het Franse laboratorium van LCPC in Nantes (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées). Als nominale verdichtingshoek is de instelling van 1,00°

De Dynamische Inwendige Gyratorhoek als kalibratiemiddel.

Uit voorgaande uiteenzettingen blijkt dat de grootte van de gyratorhoek een wezenlijke invloed heeft op de dichtheid van het proefstuk. Om nu de diverse apparaten op hetzelfde verdichtingsniveau af te stemmen lijkt de meting van de uitwendige hoek van de gyratorvorm een voor de hand liggende oplossing. Bij nader onderzoek bleek echter dat de combinatie van hoek en verticale belasting een wezenlijke invloed heeft op de dichtheid van het proefstuk. Cruciaal hierbij is de inwendige gyratorhoek, die onder de verticale belasting sterk wordt beïnvloed door de stand van zowel de boven- als onderplaat in de gyratorvorm.

In Amerika is hiervoor een metalen proefstuk ontwikkeld, dat de mogelijkheid biedt om tijdens het verdichtingsproces de werkelijke hoek te meten tussen binnenwand van de vorm en de loodlijn door onder- of bovenplaat. Het metalen proefstuk met een hoogte van 75 mm en met een diameter net iets kleiner dan 150 mm is uitgerust met een batterij, elektronische verplaatsingsopnemers en een data geheugenbank. Per gyrator-omwenteling worden de metingen van deze dynamische inwendige hoek opgeslagen en na beëindiging van de meet sessie (ca. 100 omwentelingen) kunnen deze met behulp van een laptop worden uitgelezen en verwerkt. Door tijdens de metingen deze kalibratiekit onder in de gyratorvorm te plaatsen met daar bovenop de te verdichten asfaltspecie kan de onderhoek worden bepaald. Wordt de kit omgekeerd op de te verdichten asfaltspecie geplaatst dan kan de bovenhoek worden gemeten. De gemiddelde meetwaarde van onder- en boven-



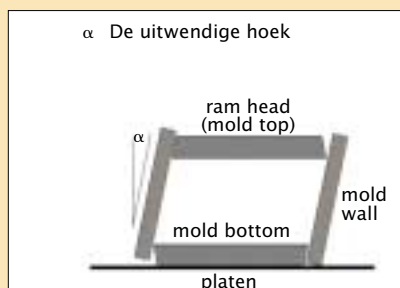
De dynamische Kalibratieset in gebruik

hoek wordt als "Dynamische Inwendige Gyratorhoek" gedefinieerd, waarbij als standaardhoogte voor het asfaltproefstuk 115 mm is gekozen.

De Begeleidings Commissie Gyratorverdichting heeft in de zomer van 2001 deze zogenaamde "Dynamic Angle Validator" in Nederland geïntroduceerd met medewerking van de Amerikaanse overheid (Federal Highway Administration). Uit hun onderzoek bleek dat een vergelijkbaar verdichtingsniveau met verschillende gyratoren kon worden bereikt door de apparaten af te stellen op dezelfde dynamische inwendige gyratorhoek. Tijdens deze introductie zijn enkele metingen verricht met de kalibratiekit op verschillende typen gyratoren in

Nederland. Aansluitend is in het kader van de Europese conceptnorm betreffende gyratorverdichting samen met een afvaardiging van de begeleidingscommissie ook een bezoek gebracht aan het laboratorium van LCPC in Nantes. Ook daar zijn de ervaringen op het gebied van kalibratie van gyratoren uitgewisseld en heeft het FHWA tijdens dit bezoek besloten het demonstratiemodel van de kalibratiekit aan LCPC ter beschikking te stellen om de nodige ervaring met deze werkmethode op te doen. Tevens onderhoudt de Begeleidingscommissie Gyratorverdichting de nodige contacten met deze instanties om bij de bepaling van de nominale verdichtingshoek, zoals vermeld in de Annex van de Europese norm voor Gyratorverdichting (prEN 12697-31), optimaal gebruik te maken van de mogelijkheden van dit kalibratiemiddel.

Het succes van deze meetmethode was voor VBW-Asfalt de aanleiding om tot aanschaf van deze zgn. DAV-kit over te gaan. Begin 2002 is dit kalibratiemiddel in gebruik genomen en is onder leiding van de begeleidingscommissie het onderzoek naar de dynamische inwendige gyratorhoek opgestart. De eerste resultaten zijn veelbelovend, maar zal een gedegen onderbouwing van de resultaten nog enige tijd vergen.



Principe-metingen van de "Dynamic Angle Validator"