

NL – LAB; Eerste resultaten op basis van typeonderzoek (RAW proef 62) en bindmiddel onderzoek voor asfaltbeton

Steven D. Mookhoek, Dave van Vliet en Diederik Q. van Lent
TNO (Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek)
Thema Gebouwde Omgeving, business line Infrastructuur,
Van Mourik Broekmanweg 6, 2628 XE Delft
Email: steven.mookhoek@tno.nl, Telefoon: 0888 6 63745

Sandra M. J. G. Erkens
TU Delft, Faculty of Civil Engineering and Geosciences (CiTG), section Road & Railway
Engineering, Stevinweg 1, 2628 CN Delft, The Netherlands
&
Rijkwaterstaat, Departement GPO,
Griffioenlaan 2, 3526 LA Utrecht, The Netherlands

Samenvatting

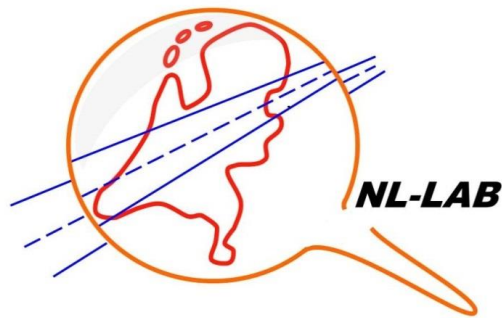
Het nieuwe onderzoeksproject NederLands Langjarig Asfalt Bemonsteringsprogramma (NL-LAB) heeft als doel de materiaaleigenschappen tussen een gerealiseerd werk in de praktijk te vergelijken met de eigenschappen zoals gevonden voor een laboratorium gemengd en verdichte mengsels via typeonderzoek beproevingen. Van hetzelfde mengsel zoals toegepast is een asfaltwerk zijn proefstukken die in het laboratorium gemengd en verdicht zijn, beproefd volgens Proef 62 (RAW standaard 2010). De resultaten van de proefstukken, beproefd op stijfheid, indirecte treksterkte en de watergevoeligheid, weerstand tegen vervorming en weerstand tegen vermoeiing, worden vergeleken met de proefstukken gemengd in een asfaltcentrale en verdicht in het laboratorium en met proefstukken verkregen uit werk in de praktijk. Uit de resultaten van de eerste twee werken lijkt naar voren te komen dat de eigenschappen gevonden voor de in de laboratorium vervaardigde proefstukken zeker niet direct representatief zijn voor de eigenschappen van in werken in de praktijk en dat de reproduceerbaarheid van de resultaten voor een enkele van de beproevingen in een tweede experiment te wensen overlaat.

1. Inleiding

Sinds de wijziging in 2008 van de Standaard RAW Bepalingen worden asfaltbeton mengsels CE geclassificeerd. Hiertoe worden de mengsels functioneel beproefd conform de regelgeving volgens proef 62 van de RAW bepalingen. De materiaaleigenschappen die worden bekeken vanuit de functionele benadering zijn stijfheid, watergevoeligheid, weerstand tegen vermoeiing en weerstand tegen vervorming. Om deze eigenschappen vast te stellen worden laboratoriumvervaardigde mengsels als representatief genomen voor mengsels gebruikt en aangelegd in de praktijk. Een vraag die men kan stellen is of de eigenschappen zoals gemeten

in het laboratorium werkelijk representatief zijn voor de eigenschappen in de praktijk en of dit toetsbaar is.

In het opgezette NL-LAB programma (2012) wordt de relatie tussen de (gemeten) eigenschappen van laboratoriumvervaardigde mengsels vergeleken met de prestatie eigenschappen van de mengsels in de praktijk die het typeonderzoek zou moeten vaststellen. Het NL - LAB onderzoek is op gezet zoals beschreven door Erkens et al. 2014. NL-LAB is een acroniem dat staat voor NederLands Langjarig Asphalt Bemonsteringsprogramma maar verwijst daarnaast naar een het systematisch inzetten van ons grootschalig ‘buiten’ laboratorium” (het wegnen).



Nederlands programma voor Langjarige Asphalt Bemonstering

Figuur 1: NL-LAB logo, het Nederlands wegnen als “laboratorium” (Erkens et al. 2014)

De wegvakken uit het NL-LAB programma zullen na verwachting inzicht geven in de samenhang tussen samenstelling, laboratorium typeonderzoek resultaten, uitvoering en gedrag in de weg. Vaak manifesteren eigenschappen zich pas meerdere jaren na aanleg en daarom zullen de wegvakken over meerdere jaren worden gemonitord en bemonsterd om ook de eigenschappen en prestaties in de tijd te volgen. De resultaten van de beproevingen die deel uitmaken van proef 62 zullen dus gedurende de leeftijd van de weg met elkaar worden vergeleken alsook met de eigenschappen zoals vastgesteld in het typeonderzoek op het in het laboratorium vervaardigde materiaal.

2. Experimenten

Op dit moment van schrijven zijn de resultaten beschikbaar voor twee verschillende uitgevoerde werken. De mengsels die hiervoor zijn gebruikt en onderzocht zijn:

Werk 1: AC base 60% PR

Werk 2: AC base 50% PR

Om mogelijke verschillen voor de mengsels te bepalen tussen de laboratoriummonsters en de materialen uit de weg, zijn verschillende proefstukken geproduceerd van deze mengsels. De eerste groep proefstukken zijn de proefstukken zoals vervaardigd voor het typeonderzoek. Deze proefstukken zijn geheel in het laboratorium vervaardigd. Ze zijn in het laboratorium gemengd en verdicht. De precieze verdichting is afhankelijk voor de beoogde proef; gyrator verdichting voor de weerstand tegen vervorming en de watergevoeligheidsexperimenten, en plaatverdichting voor de bepaling van de stijfheid en de weerstand tegen vermoeiing. Een volgende groep proefstukken zijn molengemengd en vervolgens gelijk aan de eerste groep proefstukken in het laboratorium verdicht. Deze groep zal in vergelijking met de eerste

groep, de geheel in het laboratorium vervaardigde proefstukken, het verschil in functionele eigenschappen geven voor het verschil in mengmethode. De laatste groep proefstukken zijn de proefstukken zoals verkregen uit de praktijk. Deze proefstukken zijn dus molengemengd en verdicht met een wals op het werk. Deze groep proefstukken zal dus ook inzicht geven in het verschil tussen de verdichtingsmethoden. De drie groepen proefstukken zijn dus als volgt:

1. Proefstukken geheel in het laboratorium vervaardigd, laboratorium gemengd en verdicht (L)
2. Proefstukken molen gemengd en laboratorium verdicht (M)
3. Proefstukken uit de weg, molen gemengd en wals verdicht (W)

Voor het eerste werk (AC 22 base 60%PR) werden naast de plaatverdichting ook proefstukken vervaardigd d.m.v. handwalsverdichting.

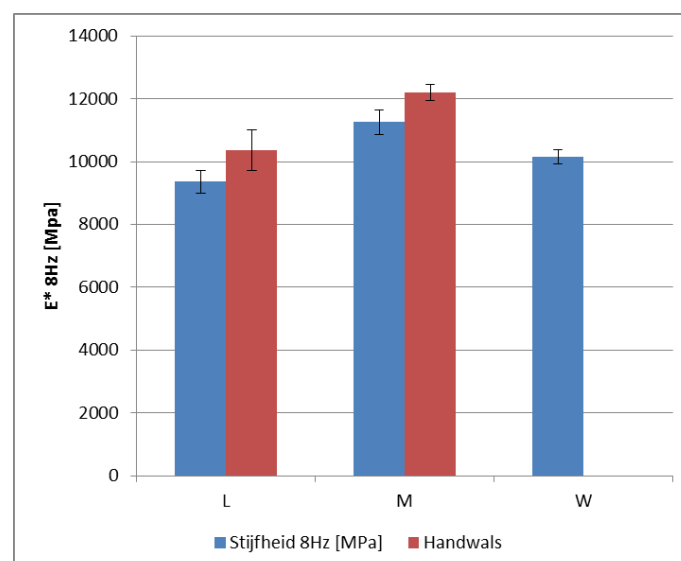
De verschillende mengsels zijn beproefd op stijfheid (EN 12697-26), indirecte treksterkte en de watergevoeligheid (EN 12697-12), de weerstand tegen vervorming (EN 12697-25) en de weerstand tegen vermoeiing (EN 12697-24) volgens de richtlijnen in Proef 62 (RAW bepalingen 2010). De monsterproductie en de experimenten zijn uitgevoerd door de aannemers van de verschillende werken.

3. Resultaten

Werk 1

Stijfheid

Voor het eerste werk is de gemeten waarde voor de gemiddelde stijfheid nagenoeg constant (binnen de foutenmarge) voor alle drie de fasen (L, M, W). Dat het (type) verdichten een significant effect heeft op de resultaten, is duidelijk af te leiden uit de verkregen resultaten voor de stijfheid, wanneer verdicht met de handwals. Voor deze laatste groep proefstukken wordt steeds een hogere stijfheid gemeten (Figuur 2).

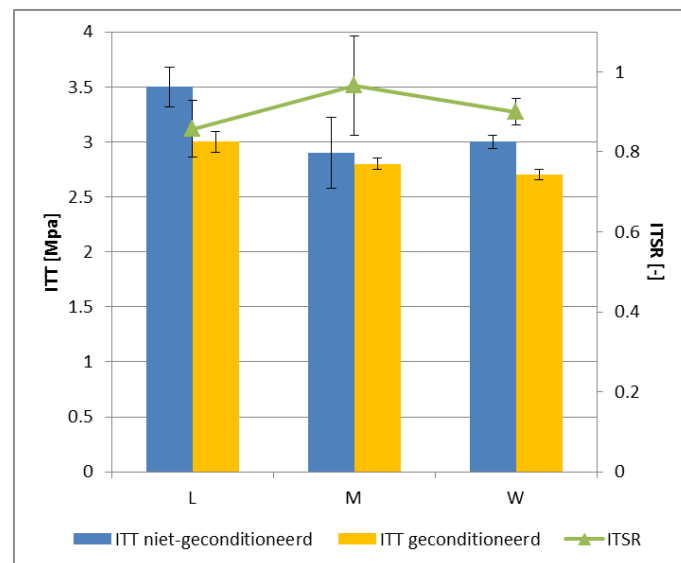


Figuur 2: Stijfheids meting van het mengsel van werk 1, geheel in het laboratorium vervaardigd (L), molen gemengd en laboratorium verdicht (M) en uit de weg (W)

De gemeten stijfheid voor de labvervaardigde mengsels lijkt echter representatief voor de vastgestelde stijfheid van beide molengemengde mengsels en lijkt er hier op basis van typeonderzoek een goede inschatting gemaakt te kunnen worden van wat op het werk wordt verkregen na aanleg.

ITT – ITSR

Voor de indirecte trektest worden in absolute zin enkele afwijkende waarden gevonden voor de treksterkte tussen laboratorium-, molen- en werkproefstukken. Er is een verschil zichtbaar tussen de laboratorium gemengde en de molengemengde proefstukken. Voor de laboratorium gemengde en verdichte proefstukken zijn significant hogere waarden gemeten voor de indirecte treksterkte dan voor de proefstukken gemengd in de molen en verdicht in het laboratorium. Hierbij dient vermeld te worden dat de foutenmarge in de data significant is (Figuur 3). Door deze foutenmarge in de ITT waarden accumuleert de fout in de ITSR waarden waardoor de significantie van de ITSR waarden voorzichtig twijfelachtig mag worden genoemd. Op basis van de huidige gemiddelde ITSR waarden en de vastgestelde foutenmarge zou geconstateerd kunnen worden dat de mengsels zoals gemeten voor fase L representatief zouden kunnen zijn voor de eigenschappen in de praktijk. Maar zoals vermeld, is de onzekerheid hierin groot.

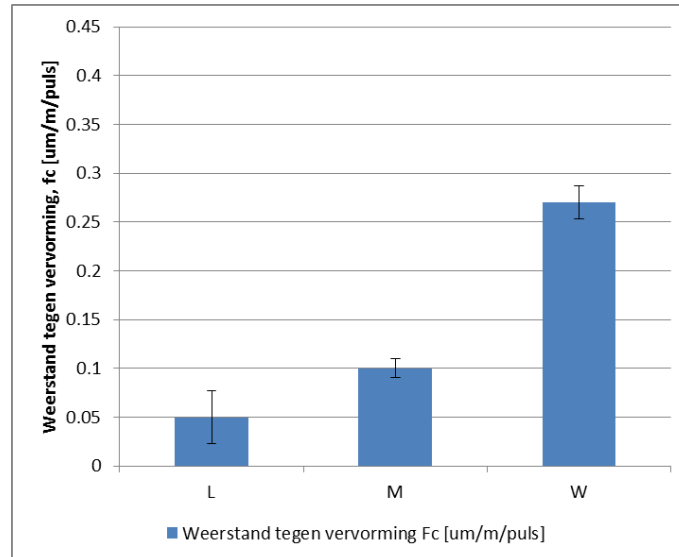


Figuur 3: Indirecte treksterkte en watergevoeligheid van het mengsel van werk 1

Weerstand tegen permanente vervorming

Overeenkomstig met de ITT waarden worden voor de triaxiaaltest ook afwijkende waarden gevonden voor de verschillende fasen. De foutenmarge in de metingen van de onderlinge fasen is echter relatief klein; wat een duidelijk verschil tussen de fasen suggereert. De variatie in de resultaten van de triaxiaaltest zijn zeer groot tussen proefstukken uit de weg en de laboratoriumproefstukken, dat afgevraagd moet worden of de materiaalbereiding in combinatie met de triaxiaaltest zoals hier ingezet voor typeonderzoek representatief is voor

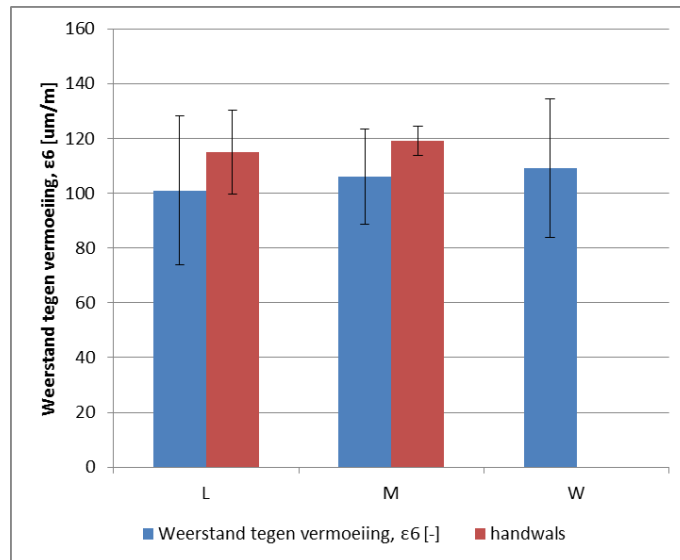
het vaststellen van materiaalprestaties in de praktijk (Figuur 4). De observaties suggereren dat het waargenomen verschil sterk afhankelijk is van zowel de manier van asfalt produceren (L vs. M) alsook van de manier van verdichten (M vs. W). De vraag rijst vervolgens hoe waardevol deze beproeving is als onderdeel van de huidige typeonderzoek procedure voor asfaltbeton wanneer zulke verschillen worden waargenomen.



Figuur 4: Weerstand tegen vervorming van het mengsel van werk 1

Weerstand tegen vermoeiing

De vermoeiingstesten (waarden ε_6) lijken weer beter aan te sluiten tussen de verschillende fasen en er worden vergelijkbare waarden over de 3 verschillende fasen gevonden (binnen de foutengrenzen). De foutenmarge (bepaald op basis van de correlatiecoëfficiënt van de vermoeiingslijn) is echter significant en maakt een nauwkeurig onderscheid tussen de verschillende fasen relatief moeilijk (figuur 5). Opvallend is ook hier, overeenkomstig aan de vastgestelde waarden voor de stijfheid, dat de gemiddelde waarden voor de weerstand tegen vermoeiing hoger liggen voor de handwalsverdichte proefstukken en dat de resultaten over het algemeen met een kleinere spreiding rond het gemiddelde worden verkregen. Dit duidt erop dat verdichting (de mate en de manier waarop) invloed lijkt te hebben op de gemeten waarden voor zowel stijfheid als weerstand tegen vermoeiing.



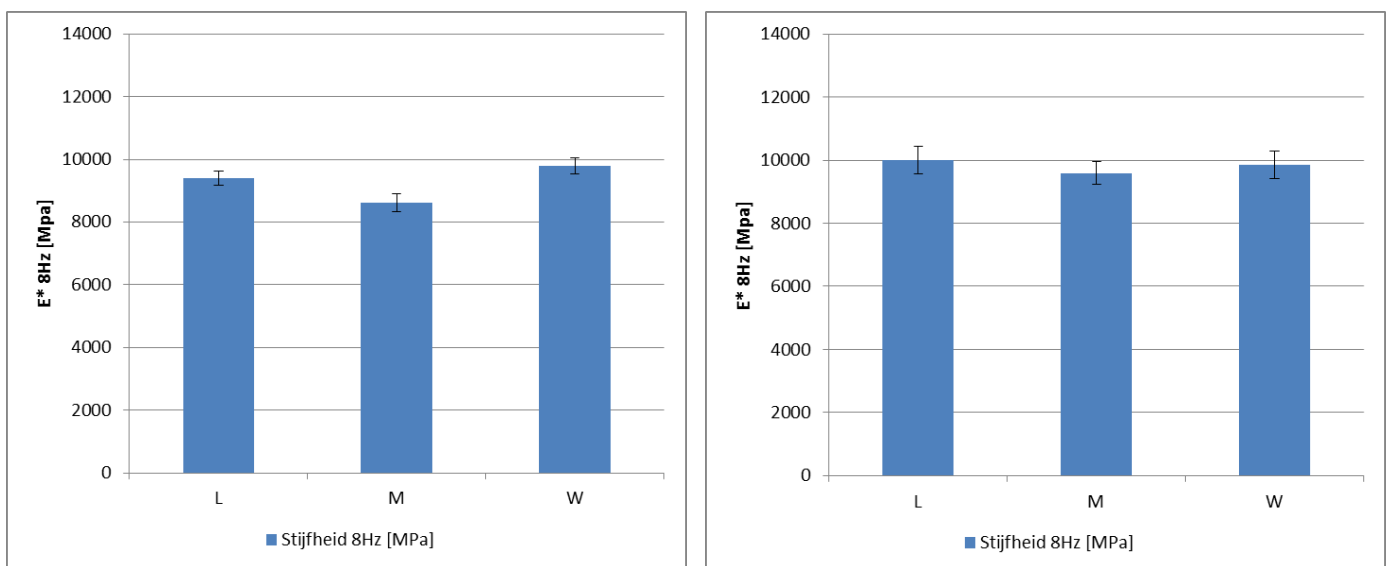
Figuur 5: Weerstand tegen vermoeiing van het mengsel van werk 1

Werk 2

Voor een tweede werk is na afronding van alle experimenten, nog een gehele herhaling van monsterproductie en uitvoering van experimenten gedaan. Voor dit werk zijn dus twee geheel onafhankelijke sets met gegevens beschikbaar. Voor werk 2 worden daarom steeds twee sets resultaten gepresenteerd per beproeving.

Stijfheid

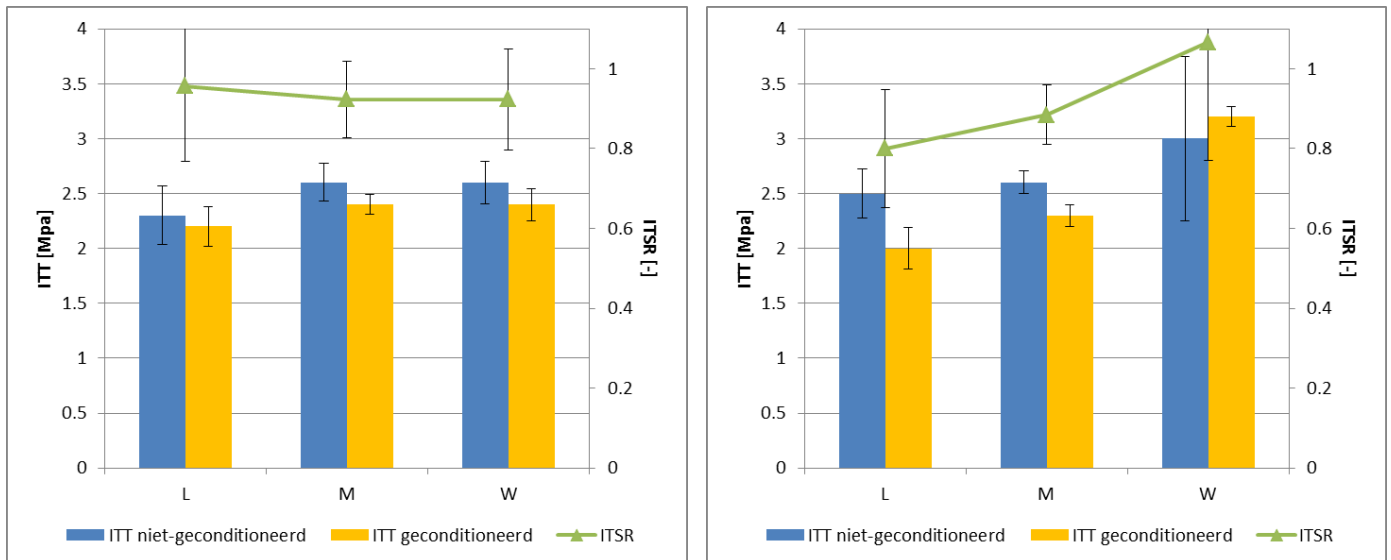
Overeenkomstig aan werk 1, zijn voor werk 2 de vastgestelde stijfheden voor de verschillend geprepareerde proefstukken ook nagenoeg gelijk. Ook hier tonen de resultaten dat de proefstukken vervaardigd in het laboratorium een relatief goed voorspellend vermogen voor de proefstukken verkregen uit de weg, waarbij tevens de fout in de gemeten waarden klein is. (Figuur 6). Opvallend hier is dat voor de fasen L en M relatief hogere waarden voor de stijfheid worden gevonden, wanneer de twee sets experimenten met elkaar worden vergeleken, maar dat de vergelijking tussen de vastgestelde waarden van de materialen uit het werk nagenoeg gelijk zijn. Op basis van de observaties die uit het eerste werk zijn gedaan eerder in deze paper zou het waarschijnlijk kunnen zijn dat in de twee verschillende sets van monsterproductie verschillend techniek van verdichting is toegepast.



Figuur 6: Stijfheidsmeting van het mengsel van werk 2

ITT –ITSR

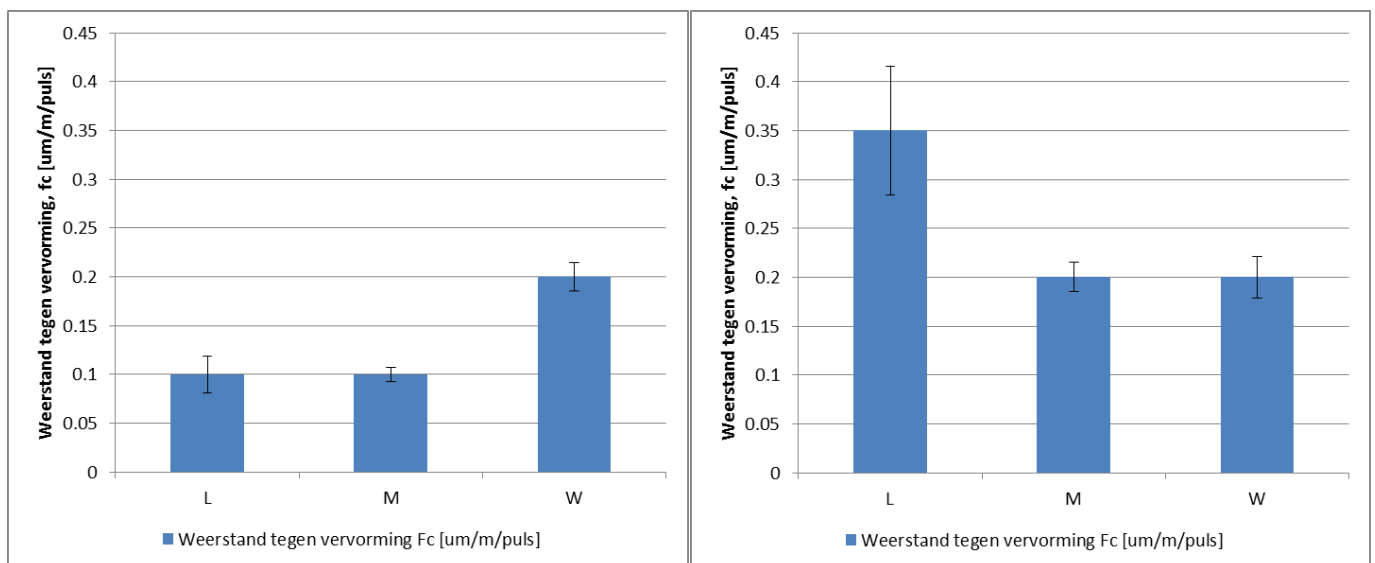
Voor de indirecte treksterkte resultaten is te zien dat de trend van de gemiddelde treksterktes, voor het verschil in mengmethode en verdichting tussen laboratorium en praktijk, voor werk 1 en werk 2 tegengesteld lijkt. Maar ook hier is echter de foutenmarge in de data vrij groot en door accumulatie in de ITSR waarde kan op basis van deze onnauwkeurigheid geen verschil gevonden worden tussen de fasen, ook niet voor de verschillende aannemers van de twee verschillende werken. Zoals eerder vermeld is door deze onnauwkeurigheid het onderscheidend vermogen van de ITSR slecht (Figuur 7).



Figuur 7: Indirecte treksterkte en watergevoeligheid van het mengsel van werk 2

Weerstand tegen permanente vervorming

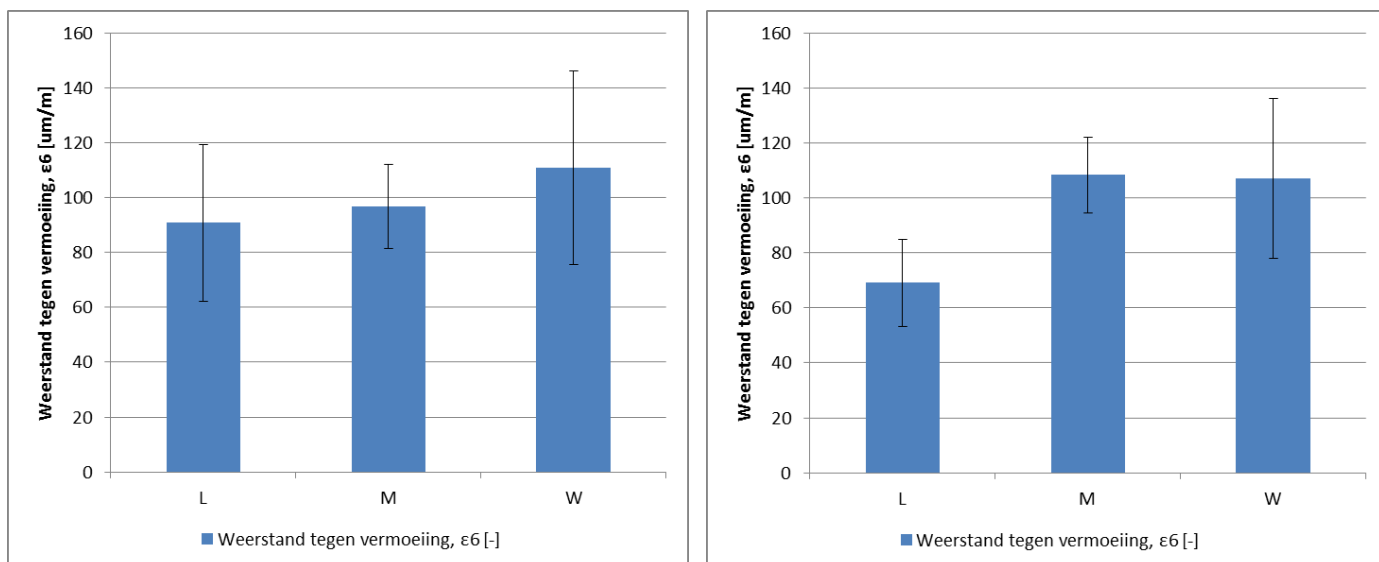
Zeer opvallend om te zien is echter de trend over de verschillende preparatiemethoden van het mengsel voor de triaxiaaltest (Figuur 8). De eerste set experimenten van zowel werk 1 als werk 2 laten een hogere weerstand tegen vervorming zien van proefstukken uit de praktijk verkregen t.o.v. proefstukken, geheel of gedeeltelijk, vervaardigd in het laboratorium. Bij de tweede set triaxiaalproeven voor werk 2 wordt verrassend genoeg een tegenovergestelde trend waargenomen. De proefstukken, geheel of gedeeltelijk, vervaardigd in het laboratorium hebben op basis van deze monsterproductie en experimenten dus blijkbaar een grotere weerstand tegen vermoeiing dan de proefstukken verkregen uit de weg. Deze resultaten zijn tegenstrijdig wanneer men beseft dat het voor werk 2 om het exact gelijke mengsel gaat. Aan de hand van de eerder gemaakte constatering en ook de waarnemingen hier voor deze twee verschillende datasets moet men zich afvragen hoe gevoelig de triaxiaaltest is voor variatie in materiaaleigenschappen en/of hoe robuust hij is voor het gebruik als type test beproeving voor het beoordelen van asfaltbeton mengsels.



Figuur 8: Weerstand tegen vervorming van het mengsel van werk 2

Weerstand tegen vermoeiing

De vermoeiingstesten van werk 2 lijken, net als voor werk 1, beter aan te sluiten tussen de verschillende fasen en ook hier voor werk 2 worden vergelijkbare waarden, binnen de foutengrenzen, over de 3 verschillende fasen gevonden. Waarneembare verschillen tussen werk 1 en de twee sets van data uit werk 2 zijn hierdoor ook niet nader (onderling) te bepalen.



Figuur 10: Weerstand tegen vermoeiing van het mengsel van werk 2

4. Conclusies

Deze volgende conclusies zijn gebaseerd op de eerste resultaten van twee onderzochte werken binnen het NL – LAB monitoringsprogramma. In de komende tijd zullen nieuwe wegvakken worden bemonsterd waarna resultaten van deze werken aan de bovenstaande resultaten zullen worden toegevoegd. Tevens zullen de materialen uit de wegvakken over een periode van meerdere jaren worden beproefd opdat de materiaaleigenschappen in de tijd met elkaar en met bovenstaande vergeleken kunnen worden.

Uit de resultaten en discussie van deze eerste twee werken kunnen de volgende zaken vooralsnog geconcludeerd worden:

- Het bepalen van de stijfheid lijkt de enige beproeving die binnen de huidige typeonderzoek procedure zowel representatief als reproduceerbaar is om functionele materiaaleigenschappen vast te stellen in het laboratorium voor de hier onderzochte asfaltbetonmengsels (hoog gehalte PR).
- De representativiteit en de reproduceerbaarheid van de andere 3 beproevingen die deel uit maken van het typeonderzoek procedure zijn op basis van sterke verschillen in resultaten tussen de fasen L, M en W alsook de soms grote foutemarges die worden gevonden, enigszins twijfelachtig voor de hier onderzochte materialen.

- Het verschil in bereiding tussen laboratoriumproductie en molengemengd materiaal (L vs. M) lijkt weinig invloed te hebben op de resultaten van het typeonderzoek onderzoek (gegeven de huidige foutenmarges).
- Het verschil in verdichting tussen laboratoriumproductie molengemengd materiaal (M vs. W) en het gebruik van handwalsverdichting i.p.v. plaatverdichting lijkt een zekere invloed te hebben op de resultaten van het typeonderzoek onderzoek, e.g. stijfheid (gegeven de huidige foutenmarges).
- De foutenmarge in de ITSR waarden en ook de weerstand tegen vermoeiing (ϵ_6) blijkt van zo'n orde grootte dat de significantie van de gemeten grootheden zeer laag is en dat het voorspellen van functionele eigenschappen op basis van vastgestelde ITSR en ϵ_6 waarden in het laboratorium dan ook met een grote onzekerheid gepaard gaat.
- De beproeving voor de weerstand tegen permanente vermoeiing (triaxiaaltest) lijkt zo erg gevoelig voor variatie in materiaaleigenschappen (e.g. productie en gyratorverdichting) dat de waarde van deze beproeving als onderdeel van het typeonderzoek procedure voor het functioneel beoordelen van asfaltbeton mengsels in het laboratorium nihil lijkt.

Literatuur

CROW, “Standaard RAW bepalingen 2010”, 2010

Erkens, S., Stigter, J., Sluer, B., Khedoe, R., Bondt, A. de, Wall, A. vd, “NL-LAB: onderzoek naar de voorspellende waarde van proef 62”, CROW Infradagen, 2014

EN 12697-26: 2012 - Bitumineuze mengsels - Beproevingmethoden voor warm bereid asfalt - Deel 26: Stugheid

EN 12697-12: 2008 - Bitumineuze mengsels - Beproevingmethoden voor warm bereid asfalt - Deel 12: Bepaling van de watergevoeligheid van bitumineuze proefstukken

EN 12697-25: 2005 - Bitumineuze mengsels - Beproevingmethoden voor warm bereid asfalt - Deel 25: Cyclische drukproef

EN 12697-24: 2012 - Bitumineuze mengsels - Beproevingmethoden voor warm bereid asfalt - Deel 24: Weerstand tegen vermoeiing