

Professionalisering ASPARi asfaltwegenbouw 2.0

ir. F.R. Bijleveld
Universiteit Twente

prof. dr. ir. A.G. Dorée
Universiteit Twente

Correspondentie: f.r.bijleveld@utwente.nl

Samenvatting

Veranderingen in de wegenbouw dwingen de sector tot professionalisering van het asfaltwegenbouwproces. Voorbeelden van de veranderingen zijn de langere garantieperioden, beperkingen in tijd en ruimte om het werk uit te voeren en tekorten aan goed opgeleid personeel. Elf wegenbouwbedrijven en de Universiteit Twente hebben in netwerk-verband (ASPARi) de missie om dit asfaltwegenbouwproces te professionaliseren uitgesproken. Om te komen tot deze professionalisering worden verschillende onderzoeken uitgevoerd en deze paper beschrijft deze onderzoeksrichtingen.

Binnen ASPARi is er een framework (PQi) ontwikkeld om de proceskwaliteit te verbeteren door nieuwe technologieën in het uitvoeringsproces te implementeren. De kern van deze methode is het proces op de bouwplaats nauwkeurig te registreren en in beeld te brengen, zodat naderhand teruggekeken en besproken kan worden wat er gedaan is en er wat er in de toekomst beter kan om het proces te verbeteren en de risico's te verkleinen.

Uit de gemonitorde projecten met de PQi-methode blijkt dat er veel variabiliteit aanwezig is in keuzes die asfaltploegen maken om asfaltwerken uit te voeren. Om de relatie tussen deze verschillende uitvoeringsprocessen en de eindkwaliteit van het asfalt te bepalen, wordt in het netwerk gezamenlijk onderzoek in het laboratorium uitgevoerd.

De ervaringen en inzichten uit de PQi-metingen en het laboratoriumonderzoek worden vervolgens verwerkt in een 4D-simulatie, een zogenaamde virtuele bouwplaats. Met behulp van een dergelijk model kan het uitvoeringsproces beter gepland en geoptimaliseerd worden. Op deze manier is het trainen en oefenen met een model in plaats van in projecten in de praktijk.

Uiteindelijk zullen deze inzichten en nieuwe kennis in het onderwijs geïmplementeerd moeten worden. Op dit moment is het asfaltuitvoeringsproces in het onderwijs een witte vlek. Op HBO's en Universiteiten wordt geen gestructureerd onderwijs over asfaltverwerking aangeboden. Via deze onderzoeken in het ASPARi-netwerk zal hiervoor gestructureerd onderwijsmateriaal en een doorlopende leerlijn (MBO-HBO-Universiteit) worden ontwikkeld.

Keywords: Asphalt, verwerking, uitvoeringsproces, proceskwaliteit, onderwijs

1. Inleiding

Er is de afgelopen jaren veel veranderd binnen de asfaltwegenbouw sector. Te noemen valt: de eigendomsstructuren asfaltcentrales, terugtreden van de overheidsopdrachtgever, nieuwe aanbestedingsvormen, een scherpere concurrentie, andere opvattingen over collectiviteiten. Al dergelijke zaken dragen er toe bij dat er bij de bouwondernemers een grotere behoefte bestaat aan een betere procesbeheersing en een verbetering van de kwaliteit. Hoe sterker de kennis en inzichten op dat punt ontwikkeld zijn, hoe beter men de risico's van de verlengde garantieplicht kan schatten en beheersen. Dit laatste wordt cruciaal voor het onderscheiden en presteren in de markt waar meer verantwoordelijkheden en risico's bij de opdrachtnemers komt te liggen.

In deze veranderende werkvelden gaan opdrachtgevers meer en meer over op langdurige onderhoudscontracten op prestatiebasis. De opdrachtnemer wordt op die wijze direct zelf geconfronteerd met tekortkomingen in kwaliteit. Immers, als binnen de garantieperiode het wegdek gerepareerd moet worden, dan zijn de kosten voor de opdrachtnemer. Een opdrachtnemer heeft er daarom alle belang bij de kwaliteit van de wegverharding te kunnen sturen. In die sturing op kwaliteit speelt het verwerkingsproces een sleutelrol. Dat verwerkingsproces is nog zeer ambachtelijk. Daarentegen verdwijnt het vakmanschap langzaam – meer vakmensen die met pensioen gaan dan er nieuwe instroom komt – en de druk op de asfaltploeg neemt steeds meer toe; meer werken in de nacht; boetes als het werk uitloopt; nieuwe typen mengsels; nieuwe technologieën etc. Hierdoor worden bedrijven binnen de asfaltwegenbouwsector steeds sterker gedwongen tot het professionaliseren van activiteiten. Ze streven naar bedrijfsmatiger werken, naar optimaliseren van inzet van mensen en middelen, naar betere beheersing van de kwaliteit, en naar onderscheidbaarheid.

De analyse van het asfaltuitvoeringsproces is als onderzoeksgebied een witte vlek. Er is weinig onderzoek gedaan en gepubliceerd op dit gebied, ook onderzoek naar de systematische inzet en beheersing van mensen en middelen binnen dit proces is schaars. Om te kunnen professionaliseren is inzicht in de eigen processen tijdens de asfaltuitvoering en een standaardisering d.m.v. methoden en procedures noodzakelijk.

In ASPARi-verband is een methode ontwikkeld om meer inzicht te krijgen in het uitvoeringsproces, genaamd Process Quality improvement (PQi). Om deze professionalisering te versterken worden de komende jaren ASPARi-verband een aantal onderzoeken uitgevoerd, te weten:

- 1) Een brede inpassing in de praktijk van de PQi-methode,
- 2) gezamenlijk laboratoriumonderzoek om meer inzicht te krijgen in de relaties tussen uitvoeringsprocessen en de eindkwaliteit van het asfalt,
- 3) ontwikkeling van een virtuele bouwplaats, zodat geoefend en getraind kan worden in plaats van de lange leercyclus in de praktijk en
- 4) de ontwikkeling van een gezamenlijk onderwijslijn op het gebied van het asfaltuitvoeringsproces.

In deze paper zullen deze onderzoeksrichtingen naar verdere professionalisering van het asfaltuitvoeringsproces in ASPARi-verband nader worden toegelicht.

2. Professionalisering 1.0

Binnen de faculteit Construerende Technische Wetenschappen (CTW) en de vakgroep Construction Management & Engineering (CM&E) wordt al enige jaren onderzoek uitgevoerd en erkend dat professionalisering van asfaltverwerkingsprocessen kansrijk is voor ontwikkeling in samenwerking met de

- Contractvormen, marktwerking, vernieuwend ondernemerschap en innovatie in de bouw (prof AG Dorée);
- Analyse asfaltverdichtingsprocessen (dr HL ter Huerne);
- Innovatie in de asfaltwegenbouw sector (promotie ir JC Caerteling);
- Professionalisering asfaltwegenbouwproces (dr SR Miller).

praktijk. Naar aanleiding van de veranderingen in de wegenbouw, is ASPARi in 2005 bij elkaar gekomen, met zowel opdrachtgevers als opdrachtnemers, om een impuls aan het uitvoeringsproces in de asfaltwegenbouw te geven. In 2006 (Ter Huerne, Dorée & Tolman, 2006) is op dit congres een uitgebreid programma gepresenteerd om deze impuls invulling te geven. Dit programma onderstreepte de behoefte aan betere procesbeheersing en een verbetering van de kwaliteit. Om risico's van de verlengde garantieplicht van opdrachtnemers in te schatten en te kunnen beheersen is meer kennis en inzicht over het uitvoeringsproces nodig. Vanuit dat inzicht is een initiatief opgestart om met onderzoek, ontwikkeling en andere projecten, deze professionalisering in de sector te ondersteunen en te versnellen. Uit dit initiatief is een netwerk opgebouwd, genaamd ASPARi, dat staat voor ASphalt PAVing, Research & innovation. Doel uit dit programma was toen *'analyse van de verschillende werkzaamheden uit het uitvoeringsproces, de beslissingen over middelen, werkmethoden, en het handelen van de deelnemers in het proces en op basis daarvan instrumenten te ontwikkelen om het verwerkingsproces en de aansturing daarvan te kunnen modelleren en vervolgens deze inzichten te verwerken in een 4D-simulatie, zodat er met behulp van een dergelijk model het uitvoeringsproces beter gepland en geoptimaliseerd kan worden. Met de inzichten die in dit model worden verwerkt, wordt het kwaliteitsniveau direct en indirect verbeterd'*.

De eerste stap in dit onderzoeksprogramma is gezet in het promotieonderzoek van Seirgei Miller (Miller, 2010). In dit onderzoek zijn een aantal belangrijke stappen gezet, namelijk:

- 1) De ontwikkeling van een methode om meer inzicht in het asfaltuitvoeringsproces te krijgen met behulp van GPS, laser en infrarood,
- 2) de ontwikkeling van een logistiek model om de asfaltlogistiek mee te simuleren en
- 3) visualisatie-gereedschappen voor het asfaltuitvoeringsproces.

De methode om meer inzicht in het asfaltuitvoeringsproces te krijgen heet 'Process quality improvement (PQi) framework. Hierin wordt met behulp van nieuwe technologieën zoals GPS, een laserlinescanner, thermokoppels en infrarood camera's inzicht in het uitvoeringproces verkregen en kunnen de beslissingen over middelen, werkmethoden en het handelen van de verschillende personen in het proces, en dus ook de variabiliteit tussen uitvoeringsprocessen, expliciet gemaakt worden gemaakt.

Het doel van de PQi-meting is het verbeteren van de proceskwaliteit door het observeren van de belangrijkste parameters tijdens het asfaltwegenbouwproces en dit proces expliciet vast te leggen. Vervolgens kan de data worden geanalyseerd en kunnen de resultaten van de metingen aan het asfaltteam kenbaar worden gemaakt en kunnen verbetervoorstellen worden gedaan.

Het proces van de PQi-meting is ingedeeld als volgt (zie figuur hiernaast):

1. Voorbereiding: Definieer welke asfaltprocessen gemonitord gaan worden, hoe er gemeten gaat worden en welke parameters kritisch zijn in dit proces.
2. Dataverzameling: Verzamel informatie over de belangrijke parameters tijdens het proces.
3. Data-analyse: Analyseer de data en visualiseer dat op een begrijpelijke manier.
4. Feedback: Bediscusieer de gemeten resultaten, ontrafel de logica waarom bepaalde keuzes zijn gemaakt en bedenk verbeteringen voor een volgend project.
5. Rapportage en verbetervoorstellen: Documenteer de resultaten en verbetervoorstellen.



Dit proces heeft een cyclisch karakter, oftewel de rapportage en verbetervoorstellen van voorgaande metingen worden meegenomen in de voorbereiding van een nieuwe meting met het doel om te streven naar een continue verbetering van de proceskwaliteit. Op onderstaande foto's is een deel van de meetapparatuur in de praktijk weergegeven.



De resultaten van de PQi-methodiek zijn zowel direct als indirect. Het directe resultaat is een dossier met informatie over belangrijke parameters uit het asfaltuitvoeringsproces: een 4D-animatie van het wegebouwproces, informatie over de initiële temperatuur in het wegvak en de afkoeling van het asfaltmengsel en informatie over de dichtheid tijdens het verdichtingsproces. Indirecte resultaten van de PQi-methode zijn een kwaliteits-bewustzijn bij de asfaltploegen en verbetering in de communicatie met en tussen asfaltploegen.

Verder is er in het promotieonderzoek van Miller (2010) een logistiek model ontwikkeld om de relaties tussen de logistiek en het uitvoeringsproces op de bouwplaats en ook andersom de effecten van discontinuïteiten in het proces op de bouwplaats op de logistiek te bepalen. In dit model wordt gebruik gemaakt van de simulatiesoftware EZstrobe, een sterk simulatieprogramma voor het modelleren van constructiewerkzaamheden.

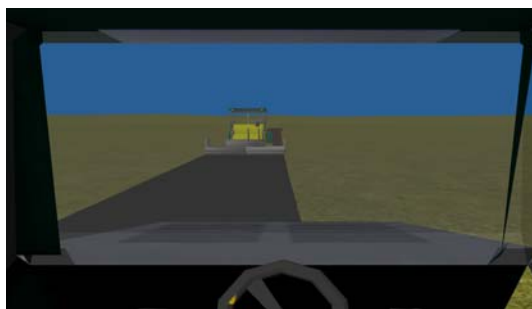
Met dit model kunnen bijvoorbeeld de effecten van hogere of lagere onlaadtijden op de bouwplaats, variaties en reistijden, inzet van meer of minder vrachtwagens worden geanalyseerd. De ervaring leert dat een optimalisering van de logistiek lang niet altijd leidt tot een verbetering van de productiviteit van het verwerkingsproces op de bouwplaats en andersom ook niet – dat een optimaal uitvoeringsproces op de bouwplaats leidt tot inefficiënties in de logistiek.

Ook zijn er verschillende visualisatie- en simulatiegereedschappen ontwikkeld: Propave en AsphaltOpen. Deze software-tools zijn gebaseerd op de resultaten die uit de PQi-metingen voortkomen: Bewegingen op de bouwplaats, initiële temperatuur achter de spreidmachine en de afkoeling van het asfaltmengsel. Deze visualisatie-tools helpen enerzijds asfaltploegen om meer inzicht in hun eigen werkzaamheden te krijgen en helpt wegebouwbedrijven hun werkzaamheden beter af te kunnen stemmen op het uitvoeringsproces.

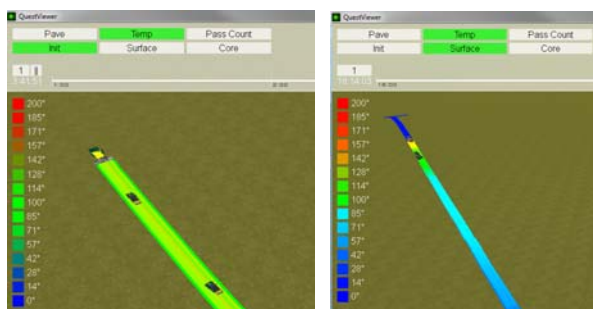
Propave is een 4D visualisatie tool waarmee het asfaltwgebouwproces in een 3D-omgeving in de loop van de tijd (vooruit en achteruit) afgespeeld kan worden. ProPave is ontwikkeld om meer inzicht in het uitvoeringsproces te krijgen. Screenshots van de tool zijn hieronder en op de volgende pagina weergegeven.



Voorbeeld bovenaanzicht in ProPave

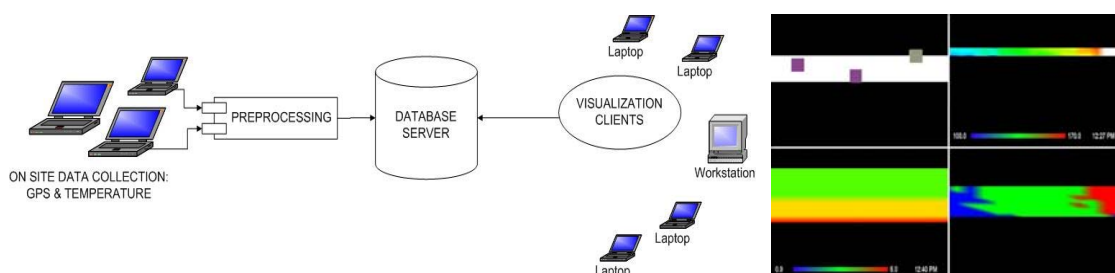


Voorbeeld perspectief vanuit de wals in ProPave



Voorbeeld van de initiële temperatuur en de afkoeling van het asfalt in ProPave

AsphaltOpen is een visualisatie-tool gebaseerd op een database gevuld met data voortkomende uit de PQi-metingen. Voordeel van deze database gestuurde tool is dat projecten makkelijker onderling vergeleken kunnen worden.



Voorbeeld database gestuurde visualisaties in AsphaltOpen

3. Professionalisering 2.0

In 2011 is ASPARi verder gegaan op de ingeslagen weg en begonnen aan 'professionalisering 2.0'. Binnen verschillende onderzoekslijnen wordt er gewerkt aan deze volgende professionaliseringsslag, namelijk:

- 1) Uitbreiding en brede inpassing in de praktijk van de PQi-methode,
- 2) gezamenlijk labonderzoek,
- 3) ontwikkelen van een virtuele bouwplaats,
- 4) ontwikkelen van een doorlopende leerlijn in het onderwijs.

3.1 Overdracht PQi-methode naar de sector

Binnen ASPARi heeft een bruikbare toepassing in de praktijk met feedback van het uitgevoerde onderzoek een belangrijk aandachtspunt. Binnen de PQi-cyclus wordt de gemonitorde data daarom ook teruggekoppeld naar de asfaltploeg. In de periode 2007-2010 is de PQi-methode ontwikkeld en getest in ca. 8 wegebouwprojecten (Miller, 2010). Omdat de

praktijk weerbaarstig en variabel is kunnen op basis van deze 8 projecten geen generieke conclusies worden getrokken. Om naar meer generieke modellen en verbeteringslagen toe te kunnen werken is een brede toepassing van de PQi-methode in de praktijk noodzakelijk. In 2011 is de eerste stap naar een brede toepassing in de praktijk gerealiseerd, waarbij er ca. 15 projecten gemonitord zijn in 1 jaar. Het streven is 2 projecten te monitoren per aannemer per jaar in ASPARi-verband, oftewel 22 projecten per jaar. In maart zijn de wegenbouwbedrijven in ASPARi in 2-daagse cursussen getraind om deze metingen binnen de PQi met GPS, een laserscanner en infrarood camera's zelf uit te kunnen voeren en te analyseren. Hieronder zijn foto's van deze cursussen weergegeven.



Foto's cursussen overdracht PQi-methode naar ASPARi-founders

Verder is de meetmethode in 2011 op een aantal punten verbeterd en uitgebreid door [1] het verder automatiseren van de metingen, [2] het verkorten van de verwerkingstijd van de data om sneller feedback aan asfaltploegen te kunnen geven en [3] het geven van real-time informatie aan de vaklieden van de asfaltploeg tijdens de uitvoering zelf.

Er is een test uitgevoerd met een infraroodcamera op een wals verbonden aan een computer om de walsmachinist niet alleen, zoals tegenwoordig al op veel walsen aanwezig is, een spottemperatuur te laten zien, maar de walsmachinist door middel van de infraroodcamera een thermografisch beeld voor en achter de wals te geven. Het voordeel hiervan is dat de walsmachinist beter onderscheid kan maken tussen warme/koude plekken en warme/koude vrachten en de koudere plekken beter kan onderscheiden. Het nadeel is dat vooralsnog veel processnelheid van de pc nodig is om de beelden in real-time te laten zien.

Ook is er een test uitgevoerd om de data van de laserlinescanner achter de balk van de asfaltspreidmachine door te sturen naar de walsmachinisten. Op deze manier ziet de walsmachinist de homogeniteit van de temperatuur achter de balk. Dit is ook gekoppeld aan de GPS-data, zodat een 'georeferenced' beeld van initiële temperatuur van het gehele werkvak ontstaat. Nog een stap verder ging een test waarbij ook de posities van de walsen weergegeven werden, zodat de walsen hun positie op dat temperatuur-beeld beter konden zien.

Verder is de verwerkingstijd om alle data te verwerken en dus feedback te kunnen geven is op een aantal punten verkort. Het verwerken van de data naar grafieken is verder geautomatiseerd en ook het verwerken van de GPS-data naar een animatie is verbeterd en versneld. Het project op de A4-Leiden was de ultieme test om de kortere verwerkingstijd te laten zien. Op dit project zijn er 2 dagen achter elkaar geasfalteerd en zijn deze werkzaamheden gemonitord. Na intensieve dataverwerking van het ASPARi-team zijn we in staat gebleken om in één dag feedback te geven aan de asfaltploeg. Dit vergde echter wel veel moeite en energie, dus het is belangrijk om deze verwerkingstijd nog verder te automatiseren.

In de internationale wegenbouwindustrie liggen de ontwikkelingen om het wegenbouwproces te professionaliseren ook niet stil. Ten eerste zijn walsleveranciers bezig met nieuwe systemen waarop het aantal walsovergangen in real-time kan worden afgelezen (Hamm,

2010). Ook zijn er mogelijkheden om temperatuursensoren op de wals te plaatsen om te oppervlakte-temperatuur onder en/of voor en achter de wals te meten. Verder zijn er uitbreidingen mogelijk om de dichtheid/stijfheid van asfalt onder de rol te meten door middel van trillen en deflectiemetingen.

In Duitsland wordt er op het gebied van het uitvoeringsproces ook meer en meer onderzoek opgezet en uitgevoerd. Op de 'Fachhochschule Köln' loopt er een project, genaamd 'Processure automated road construction' dat vanuit de machinebouw meer inzicht probeert te krijgen in het asfaltverwerkingsproces en daarin zoekt automatiseringsmogelijkheden.

Ook is de toepassing van de shuttle-buggy, om een continue aanvoer van asfalt naar de asfaltspreidmachine te bewerkstelligen, steeds meer toegepast. Met de PQi-cyclus kan er goed inzicht worden verkregen in de gevolgen voor de temperatuur van het asfaltmengsel. Er zijn nog een beperkt aantal metingen uitgevoerd met de shuttle-buggy, maar wel kan er geconcludeerd worden dat de PQi-cyclus per project inzicht kan geven in het temperatuurverlies dat er door inpassing van shuttle-buggy plaatsvindt.

3.2 Gezamenlijk laboratoriumonderzoek

In aansluiting op de brede toepassing in de praktijk van de PQi-methode, wordt ook een stap gezet om de relatie tussen uitvoeringsprocessen en de eindkwaliteit te bepalen in het gezamenlijk labonderzoek binnen het ASPARi-netwerk. Uit de gemonitorde projecten (PQi's) is veel variabiliteit in werkmethoden zichtbaar geworden. Naar aanleiding van deze variabiliteit rijst de vraag op: "Heeft de ene uitvoeringsmethode andere effecten dan een andere werkmethode, en zo ja, welke?" Het is dus wenselijk om inzicht te krijgen in de relatie tussen verschillende keuzes in het uitvoeringsproces en de eindkwaliteit van het asfalt. Het bepalen van deze relatie in alleen praktijkprojecten is niet onwenselijk, enerzijds omdat de praktijk weerbarstig en variabel is, waardoor het moeilijk is om inzicht in de precieze causale relaties te krijgen en anderzijds omdat het niet wenselijk de praktijk als 'oefen- en onderzoeksterrein' te gebruiken. Een oplossing zou zijn als de praktijk vooraf in het laboratorium gesimuleerd kan worden om vooraf de effecten van verschillende uitvoeringsprocessen te bepalen en zodoende een goede uitvoeringsmethode te kunnen bepalen. Het doel van dit onderzoek is als volgt geformuleerd:

"Het simuleren van uitvoeringsprocessen uit de praktijk in het laboratorium om vooraf onderbouwde keuzes te kunnen maken hoe het werk uitgevoerd moet worden en hoe er bijgestuurd kan worden bij mogelijke afwijkingen." In 2011 is een eerste stap gezet door gezamenlijk na te denken hoe verschillende walsstrategieën in het laboratorium gesimuleerd kunnen worden om de effecten van verschillende walsstrategieën op de kwaliteit van het asfalt te kunnen bepalen. Op deze manier kunnen er ideale walsstrategieën en bijsturingmogelijkheden bij eventuele afwijkingen worden ontworpen.

In een brainstorm met vertegenwoordigers van de ASPARi-founders is er nagedacht over [1] hoe uitvoeringsprocessen met de huidige instrumenten en procedures in het laboratorium gesimuleerd kunnen worden, [2] hoe uitvoeringsprocessen met de huidige instrumenten, maar met nieuwe procedures gesimuleerd kunnen worden in het laboratorium, [3] hoe uitvoeringsprocessen met nieuwe instrumenten en nieuwe procedures gesimuleerd kunnen worden in het laboratorium en [4] welke instructies idealiter aan de asfaltploeg meegegeven moeten worden om het uitvoeringsproces uit te voeren.

Wanneer er met de huidige instrumenten en procedures gewerkt moet worden, wordt er vooral een vergelijking gemaakt met reeds bestaande en bekende asfaltmengsels qua afkoeling, verdichtbaarheid, verwerkingsmethode, etc. Anderzijds wordt er bij onbekende mengsels veel extra zekerheid ingebouwd: Extra personeelsinzet, extra monitoringsinstrumenten, extra materieel, etc.

Bij het scenario om te werken met huidige instrumenten en nieuwe procedures is er met name gedacht over het verder ontwikkelen van verdichtingsprocedures met de walssegmentverdichter. Het [1] kracht-gestuurd verdichten in het lab, het [2] itereren van temperatuurafname en walsovergangen en het [3] monitoren van de gebruikte walsenergie met bijbehorende walsfasen lijken gezamenlijke potentiële ideeën die verder uitgewerkt en ontwikkeld kunnen worden. Verder wordt er alsnog veel gedacht aan het aanleggen van een proefvak, waar het genoemde labonderzoek als uitgangspunt kan dienen.

Bij de ontwikkeling van zowel nieuwe instrumenten als procedures is met name gefocust op uitbreiding van de huidige instrumenten. Hierbij lijken het [1] mengen en inbrengen van het mengsel, het [2] spreiden van het asfaltmengsel en het [3] simuleren van een bandenwals potentiële ideeën.

Voor wat betreft de instructies aan de asfaltploeg zijn de volgende instructies belangrijk:

- Informatie over de verwerkbaarheid en spreidbaarheid van het asfaltmengsel;
- Beoogde mate van voorverdichting door de balk en de snelheid van spreiden;
- Wanneer er begonnen kan worden met walsen en wanneer er uiterlijk gestopt moet worden met walsen (parameters: temperatuur, tijd, afstand achter de spreidmachine);
- Aantal walsovergangen in 1^{ste} walsfase binnen een bepaalde temperatuurbandbreedte;
- Aantal walsovergangen in 2^{de} walsfase binnen een bepaalde temperatuurbandbreedte;
- Aantal walsovergangen in 3^{de} walsfase binnen een bepaalde temperatuurbandbreedte.

Uitgangspunt om de effecten van verschillende uitvoeringsprocessen op de eindkwaliteit te bepalen, zijn de walsstrategieën die gemeten zijn tijdens de PQi-metingen in de praktijkprojecten. Verschillen die in de PQi-metingen naar voren zijn gekomen en dus potentiële onderzoeksprojecten in dit gezamenlijke laboratoriumonderzoek in ASPARi-verband:

- Bij SMA mengsels wordt soms eerst een tandemwals gebruikt en dan een drierolwals. Andere ploegen kiezen voor eerst een drierolwals en dan een tandemwals. Is er een verschil in deze uitvoeringsmethoden en wat zijn de effecten van deze verschillende methoden?
- Bij meerdere feedbacksessies is het effect van de snelheid van walsen aan de orde gekomen. Sommige walsmachinisten hebben (aan)geleerd stapvoets te walsen, andere machinisten rijden veel sneller. Wat is nu werkelijk het effect van de snelheid van walsen?
- De afkoeling van het asfaltmengsel bij wind en regen is veel sneller, maar hoe kan hier het best op gereageerd worden? Eerder beginnen met walsen? Of sneller walsen, zodat hetzelfde aantal walsovergangen in hetzelfde temperatuurgebied uitgevoerd kan worden?
- Bij WMA wordt de viscositeit van het asfaltmengsel aangepast, zodat het mengsel nog goed verwerkbaar is. In veel literatuur (en in de praktijk) wordt er gezegd dat het uitvoeringsproces niet aangepast hoeft te worden. Dit is echter onmogelijk, want het asfalt komt immers op een lagere temperatuur aan. Moet er eerder worden begonnen met walsen of kan er langer door worden gewalst? Of moet er sneller worden gewalst om hetzelfde aantal walsovergangen in hetzelfde temperatuurgebied uit te kunnen voeren?
- Bij veel projecten wordt er door gewalst als de dichtheid al behaald is. Wat is het effect van doorwalsen terwijl de dichtheid al behaald is of kan er beter gestopt worden als de dichtheid behaald is? Is dit afhankelijk van het terugveereffect van verschillende mengsels?
- Er zit een verschil tussen walsmachinisten wanneer de eerste walsovergang wordt uitgevoerd. Bij sommige machinisten zit de wals er vrijwel direct op en andere machinisten laten het asfalt eerst even rusten. Hoe afhankelijk is het wel of niet behalen van de dichtheid van het moment waarop de eerste walsovergang wordt uitgevoerd?

Het eerste gezamenlijke project dat uitgevoerd gaat worden in dit kader is het opdoen van meer ervaring met de afkoeling van het asfaltmengsel tijdens het verdichtingsproces in het laboratorium. Hedentendage wordt er in het laboratorium eigenlijk verdicht bij 1 constante temperatuur in een korte periode, terwijl in de praktijk verschillende walsovergangen bij verschillende temperaturen worden uitgevoerd. In dit onderzoek zullen 2 verschillende asfaltmengsels (STAB, SMA) met behulp van 2 verschillende walsstrategieën (die gemonitord zijn in de PQi-projecten) verdicht worden tijdens de afkoeling van het asfaltmengsel, zoals dat ook in de praktijk gebeurt. Dit zal worden getest met een walssegmentverdichter en met een kleine wals in de praktijk. Over de resultaten van dit gezamenlijke labonderzoek zal later meer worden gerapporteerd.

Ook op laboratoriumgebied liggen de internationale ontwikkelingen niet stil. Op de Universiteit van Wuppertal wordt onderzoek uitgevoerd om de walssegmentverdichter verder te automatiseren en beter bij de praktijk aan te laten sluiten. In dit onderzoek is er een test uitgevoerd om het inbrengen van het asfaltmengsel en het vlak maken van de asfaltplaat te automatiseren. Verder is er getest om de voorverdichting door middel van de balk van de asfaltspreidmachine te automatiseren (Paffrath, 2011). Deze onderzoeken en verbeteringen lopen ook nog en hierover zal later worden gepubliceerd.

3.3 Virtuele bouwplaats

Zoals al in het programma van 2006 gepresenteerd, is – naast het uitvoeren van metingen met de PQi-methodiek – het belangrijk om de opgedane ervaringen en inzichten te verwerken in een 4D-simulatie, zodat mensen en ploegen getraind kunnen worden tot vakmensen en het uitvoeringsproces beter gepland en geoptimaliseerd kan worden.

Simulatoren worden in steeds meerdere industrieën toegepast en worden steeds belangrijker. Zo worden in de vliegtuigindustrie piloten opgeleid en getraind om te vliegen en is het tegenwoordig ook mogelijk om automobilisten een beter veiligheidsgevoel te laten ontwikkelen in rij-simulatoren (Onderzoek TNO). Ook in de asfaltwegenbouw wordt gepoogd om door middel van een simulator een kwaliteits-bewustzijn te bereiken en een trainingsfaciliteit te faciliteren. Hiervoor is in de periode 2007-2010 de eerste gezet met de ontwikkeling van ProPave (Miller, 2010) en AsphaltOpen (Miller & Hartmann, 2010). In 2011 is Alexandr Vasenev gestart om deze ‘Virtuele asfaltwegenbouwplaats’ naar een hoger niveau te brengen. Hierover zal later meer gepubliceerd worden.

3.4 Doorlopende onderwijslijn

Aansluitend op deze kennisontwikkeling op het gebied van asfaltverwerkingsprocessen, is het belangrijk om deze kennis ook vervolgens te implementeren in het onderwijs. In Nederland wordt alleen op de SBW infraopleidingen toegespitst onderwijs verzorgd over asfaltverwerkingsprocessen (met nadruk op de machinistenopleiding). Op HBO's en Universiteiten wordt geen gestructureerd onderwijs over asfaltverwerking aangeboden. Vanuit de SBW-opleidingen en het ASPARi-netwerk is wel een netwerk van ervaringsdeskundigen bereikbaar. Mede door deze ervaringskennis expliciet te maken (zie de paper over Vakmanschap; Bijleveld et al, 2012) en de opgedane ervaringen met de PQi-methode, wordt beoogd om onderwijsmateriaal te ontwikkelen. De verkenning uit 2006 en de ontwikkelingen daarna – toenemend aantal gepensioneerden en minder nieuwe instroom - onderstrepen zowel de relevantie als de ruimte voor ontwikkeling van een onderwijslijn op het gebied van asfaltverwerking. Via o.a. subsidiëring van Rijkswaterstaat wordt er in deze onderzoekslijn nieuw en recent onderwijsmateriaal ontwikkeld op het gebied van uitvoering in de asfaltwegenbouw in een doorlopende onderwijslijn. Doorlopend wil zeggen dat de

onderwijsprogramma's van de verschillende opleidingsniveaus (MBO-HBO-WO) op elkaar aansluiten. Hierdoor kunnen mensen met verschillende opleidingsniveaus later beter samenwerken. De doorlopende leerlijn moet uiteindelijk implementeerbaar zijn voor de verschillende opleidingen Civiele Techniek in hun curricula.

De aanpak voor het ontwikkelen van deze doorlopende onderwijslijn is:

- 1) Vrij maken van middelen en opzetten van een projectorganisatie,
- 2) inventarisatie van de behoeftes uit het werkveld en het reeds in het onderwijs aanwezige onderwijsmateriaal,
- 3) het matchen van de wensen uit het werkveld en het aanwezige aanbod, het bepalen van de hiaten,
- 4) bepalen welke kennis onderwezen moet worden op welk niveau en in welke volgorde dit aangeboden moet worden en
- 5) het ontwikkelen van specifieke onderwijsmodulen voor het onderwijs.

Over het doel en een uitgebreide aanpak voor het ontwikkelen van deze doorlopende onderwijslijn wordt gerapporteerd door Mensonides, Ter Huerne en Dorée (2012).

4. Conclusies en stellingen

De belangrijkste conclusies van deze paper zijn:

- In 2006 is op de Wegbouwkundige Werkdagen een programma gepresenteerd om de wegebouwsector te professionaliseren. In de periode 2006-2010 is de eerste stap gezet (met name in het promotieonderzoek van Seirgei Miller) om meer inzicht in het uitvoeringsproces te krijgen. ASPARi is in 2011 verder gegaan op de eerder ingeslagen weg met het uitvoeren van onderzoek op het gebied van het asfaltuitvoeringsproces.
- In 2011 is het onderzoeksprogramma uitgebreid met [1] laboratoriumonderzoek om de relatie tussen uitvoeringsprocessen en de eindkwaliteit van het asfalt te bepalen, [2] de ontwikkeling van een virtuele bouwplaats en [3] de ontwikkeling van een doorlopende onderwijslijn op het gebied van het asfaltuitvoeringsproces.
- Er zijn internationale initiatieven gaande die ook onderzoek uitvoeren op het gebied van het asfaltuitvoeringsproces. Zo wordt er in Köln vanuit het perspectief van de machinebouw gewerkt om het wegebouwproces te professionaliseren en wordt er op de Universiteit van Wuppertal onderzoek gedaan om de walssegmentverdichter te verbeteren en te vergelijken met het verdichtingsproces uit de praktijk.

Stellingen voortkomende uit deze paper zijn:

- Verdere professionalisering van het uitvoeringsproces is noodzakelijk om de steeds groter wordende druk op kwaliteit te realiseren. In deze professionalisering zijn zowel monitoring van uitvoeringsprocessen, laboratoriumonderzoek, een trainingsfaciliteit in de vorm van een virtuele bouwplaats en gestructureerd onderwijs essentieel.
- Nauwere samenwerking tussen de disciplines uitvoering, kwaliteitsdienst, werkvoorbereiding en productontwikkeling is noodzakelijk om te kunnen verbeteren in het uitvoeringsproces.
- Technologie is bruikbaar in de drang naar kwaliteitsverbetering. Startpunt voor het implementeren van de technologie moet de asfaltploeg zijn. Erg belangrijk hierbij is te herkennen waar behoefte aan is, hoe dat duidelijk en begrijpelijk gevisualiseerd kan worden en het opleiden van de ploeg om met de technologie te werken.

Referenties

- Bijleveld, F.R. (2010). Asfaltwegenbouw, op weg naar professionalisering (gratis te downloaden op: <http://essay.utwente.nl/59418/>).
- Dorée, A. G., S. R. Miller, et al. (2009). Vaklieden: trots op het vak, maar...VBW Asfalt: 17-19.
- Dorée, A. G., Miller, S. R., en Ter Huerne, H. L. (2008). "Asfalt, wat bakken we ervan?" *Combinatie van artikel en presentatie van de CROW infradagen*
- Dorée, A. G., en ter Huerne, H. L. (2005). "Professionalisering asfalt wegenbouw sector; Van ambacht naar industrie."
- Dorée, A.G. (2004). Gemeentelijk aanbesteden - Een onderzoek naar de samenwerking tussen diensten gemeentewerken en aannemers in de grond-, weg- en waterbouwsector. phd thesis Universiteit Twente.
- Kölner Labor für Baumaschinen. Process-sure automated road construction. Opgehaald 27 januari 2011 via: <http://www.mobilearbeitsmaschine.de/project-past.html>.
- Miller, S.R. (2010). Hot mix asphalt construction - Towards a more professional approach. phd-thesis Universiteit Twente.
- Miller, S.R., Hartmann, T., Dorée, A.G. (2010). Measuring and visualizing hot mix asphalt concrete paving operations. Automation in construction volume 20, issue 4, July 2011, p. 474-481.
- Miller, S. R., en Dorée, A. G. (2009). "Proefproject Aziëhavenweg." *Asfalt nr. 2, juni 2009*.
- Miller, S. R., en Dorée, A. G. (2008). "Temperature profiling and the monitoring of equipment movements during construction".
- Miller, S. R., H. L. ter Huerne, et al. (2008). Op weg naar verdere professionalisering asfaltverwerking - Monitoring A35. VBW Asfalt: 8-12.
- Paffrath, T.D., Nussbaum, J. (2011). Presentatie 'Herstellung grossformatiger Asphalt-Probekörper'. 7. Internationale verkehrstage in Wuppertal 2011.
- Simons, B., en ter Huerne, H. L. (2008). "Op weg naar een beter beheerst asfaltverwerkingsproces." *VBW-Asfalt*, Nr. 2, p. 16-20.
- Ter Huerne, H. L. (2004). Compaction of Asphalt Road Pavements Using Finite Elements and Critical State Theory, University of Twente.
- Ter Huerne, H. L., en Dorée, A. G. (2005). Professionalisering asfalt wegenbouw sector, van ambacht naar industrie.