

De geïnstumenteerde wegenbouwplaats

Vernieuwingen in de wegenbouw

Prof.dr.ir. A.G. Dorée, Dr.ir. H.L. ter Huerne, Ir. S.R. Miller

De Nederlandse asfaltwegenbouwsector bevindt zich op een kantelpunt in haar ontwikkeling. De veranderde marktomstandigheden dwingen de bedrijven tot het professionaliseren van hun primaire processen i.c. de uitvoering. De bedrijven streven naar meer bedrijfsmatig werken, naar een optimale inzet van mens en mid-delen, naar betere beheersing van de kwaliteit, en naar onderscheidbaarheid. Daarbij hebben ze belang bij systematisch inzicht in de primaire werkprocessen. Procesbeheersing is de sleutel tot een consistente kwaliteit en tot consistente kwaliteitsverbetering.

Veranderingen binnen de markt.

In vergelijking met de laatste decennia uit de twintigste eeuw, verandert er in dit decennium veel in de asfaltwegenbouw - in relatief korte tijd. In weerwil van al die verandering wordt in opleiding en ontwikkeling, in leren en verbeteren, nog sterk geleund op het ambachtelijke leren in de praktijk. Wil de sector de sprong voorwaarts maken dan is het de vraag of deze vorm van leren de snel veranderende praktijk kan bijhouden.

Met het oog op het risicoprofiel van de wegenbouwers zijn de belangrijkste veranderingen, [1] de stap van voorgeschreven mengsels naar prestatie contracten, [2] de verlenging van de garantietermijn van 3 jaar naar 7-10 jaar, en [3] boetebeloning systemen voor verkeersstremming. Deze veranderingen geven ondernemen in de asfaltwegenbouw een geheel ander risicoprofiel. Daartegenover staat meer vrijheid in de keuzes van mengsel, constructie en uitvoeringswijze. Bedrijven kunnen nu een eigen familie van asfaltproducten ontwikkelen en die doorlopend verbeteren. Dit opent de weg naar meer concurrentie op onderscheidende kwaliteit. De nieuwe marktbenadering van de overheid levert daarmee ook duidelijke stimulansen voor verbetering en innovatie. Om te professionaliseren

richten de bedrijven hun aandacht allereerst op het uitvoeringsproces. Immers, consistentere kwaliteit vermindert het garantierisico. Met betere procesbeheersing kunnen kosten worden te-ruggedrongen en de risico's op boetes worden verkleind.

Informatie verzamelen en SMART Technologies.

Weten begint met meten. De mogelijkheden om het uitvoeringsproces te volgen, zijn sinds een tiental jaren sterk toegenomen. Op het vlak van de communicatie begon het met de mobiele telefoon. Sinds de invoering van UMTS en HSDPA is nu een bijna landsdekkend draadloos netwerk beschikbaar. Nieuwe sensoren en micro computers zorgen voor snelle dataverzameling en rekenkracht. GPS is ook zo'n nieuwe techno-

Kennisimpuls

In Nederland - en wereldwijd is veel onderzoek gedaan naar asfalt als materiaal en het naar constructief ontwerp van asfalt wegen. Echter, er is relatief bijzonder weinig onderzoek gedaan op het gebied van het asfaltverwerkingsproces, en de systematische inzet en beheersing van mensen en middelen. Met een kennisimpuls op dit punt wordt de professionalisering van de asfalt wegenbouw in een versnelling gebracht.

logie. Een technologie die door de navigatiesystemen in auto's gemeengoed is geworden. Imageprocessing maakt het mogelijk videobeelden automatisch te interpreteren (denk aan kenteken scanners). Track & Tracing leidt tot nieuwe inzichten in logistiek. Kortom, de nieuwe technologieën en de snellere telecommunicatie leiden tot een stille revolutie in veel bedrijfsprocessen (veelal onder de noemer SMART Technologies - Self Monitoring, Analysis and Reporting Technologies).

De leveranciers van materieel zoals walsen en spreidmachines springen in op deze SMART ontwikkelingen. Zij zijn wereldspelers en proberen elkaar, in de strijd om de klant, te overtreffen in de toepassing van nieuwe systemen. Daarnaast benadrukken ze het comfort voor de machinisten. High Tech en Comfort zijn in die markt de twee belangrijke concurrentiesporen. Het is niet vreemd dat daarom de vraag opduikt: "kan met dergelijke slimmere producten het materieel dan niet het werk van de mens overnemen?" Voorlopig is dat nog niet aan de orde. Paradoxaal gesproken kan het tegenovergestelde ook betoogd worden. Door slimmer en comfortabeler materieel is het uitvoeringsproces mogelijk juist moeilijker geworden. Door ontwikkelingen rond het materieel is de afstand tussen machinist, het werk en resultaat juist toegenomen. Het doorkruist de traditionele wijze van het ambachtelijke leren.

Door het verbeterde comfort is de betrokkenheid in het proces minder en daarmee ook het gevoel voor het (eind)resultaat. Vroeger voelde de machinist de richels aan zijn zitbeenderen, voelde de hit-

testraling van het asfalt, voelde de wind en de buitentemperatuur, en kon hij schreeuwen naar zijn collega's. Dat is nu allemaal minder geworden. Vaak heeft hij daar beeldschermen, meters en wijzerplaten voor teruggekregen. In de praktijk blijken de machinisten die hulpmiddelen zelden te gebruiken (Simons 2007). Ze vertrouwen sterk op hun gevoel en ervaring uit het verleden. De gegevens op de beeldschermen, meters en displays worden genegeerd omdat ze niet aansluiten bij het gevoel en de ervaring. Waar ligt nu het probleem? Neem bijvoorbeeld de continue uitlezing van temperatuur door middel van een sensor onder de wals. Dit is om meerdere redenen complex. Om te beginnen kan de temperatuur van het verwerkte asfalt sterk variëren. De temperatuur uitlezing komt daardoor hectisch en chaotisch over. Interpretatie is dan bijzonder lastig. Hoe geef je betekenis aan de grote verschillen in uitlezing? Daar boven op: De sensor geeft de oppervlakte temperatuur. De machinist moet dan gissen naar de temperatuur in het asfalt. De meting moet dus naar omstandigheden geïnterpreteerd worden. Hoe dat moet, dat wordt door de materieel fabrikanten niet uitgelegd. Het is overigens de vraag of ze zich bewust zijn van de complexiteit. In ieder geval is het onverstandig de slimme technologie op het materieel als vervanging te zien van het oordeel van de vakman. Voor verbetering is het belangrijk juist de

combinatie van die technologie en de mens te bevorderen.

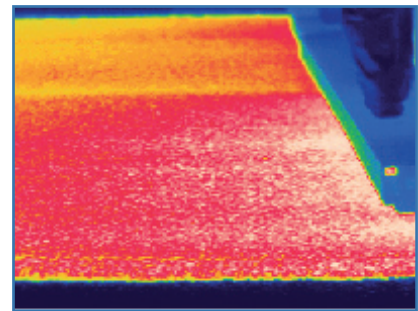
Roadmap ASPARi

Een belangrijke stap in de professionalisering van de wegenbouw is het transparant maken door data te verzamelen, te visualiseren en te analyseren. In stappen kan gewerkt worden naar een "SMART bouwplaats". Om dat te bereiken is begin dit jaar ASPARi opgericht; Asphalt Paving Research & Innovation (www.aspari.utwente.nl). Samen met een tiental vooraanstaande wegenbouwers wordt gewerkt aan: continue monitoring van het bewegende materieel, continue monitoring van de temperaturen, en feedback ter verbetering van de proces beheersing. Daar zijn ook Bachelor en Master studenten bij betrokken als student assistent en als afstudeerder(s). Hieronder volgt een overzicht van resultaten tot nu toe:

Thermografie bij asfalteren

In een gestructureerd meetprogramma werden met meerdere thermografische camera's foto's genomen van het wegdek tijdens het aanbrengen en walsen. De meetpunten zijn vooraf uitgezet langs het wegvak. Per foto werd zowel tijdstip als locatie geregistreerd. Het meettraject werd "mee geschoven" met de spreidmachine. Daarnaast is op een aantal plaatsen vanaf de zijkant een digitale temperatuur sensor in het verse asfalt gestoken en het temperatuurverloop in de tijd geregi-

streerd. Bij het werk is een digitaal weerstation opgesteld dat o.a. de temperatuur, de windrichting en snelheid en luchtvochtigheid vast-

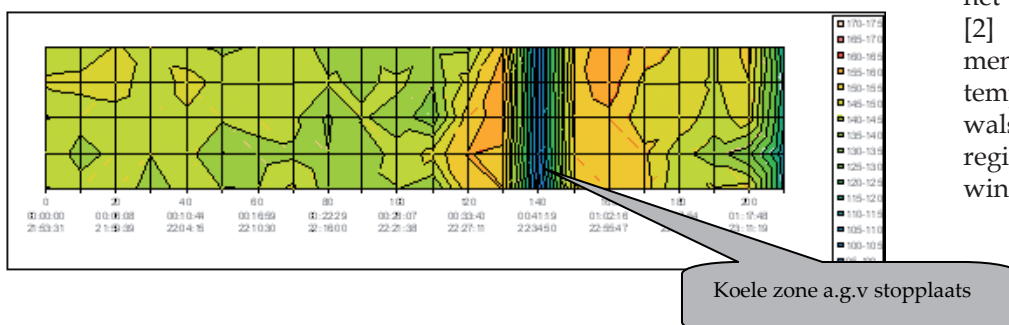


Thermografische opname van een stuk asfalt.

legd.

Van de foto's die direct achter de balk zijn genomen, zijn thermografische contourplots gemaakt die de temperatuur laten zien waarmee het asfalt onder de balk vandaan kwam. Deze contourplots geven een goed beeld van de variatieverschillen aan "aanvangstemperatuur". Stopplaatsen en discontinuïteiten in het verwerkingsproces zijn eveneens zichtbaar.

Verder zijn koelingspatronen en koelingscurven afgeleid door de foto's als reeksen per locatie te analyseren. Uit het combineren van de fotoreeksen en de "in-asfalt" temperatuur meting is afgeleid dat oppervlakte temperatuur een goede en robuuste indicator is voor de temperatuur in het asfalt-pakket. Achteraf kan per gebiedje op de weg worden bekeken; [1] het tijdstip van aanbrengen asfalt, [2] de temperatuur op dat moment, [3] het aantal, tijdstippen en temperaturen van de opvolgende walsovergangen. Het weerstation registreert de buitentemperatuur, wind, zon-instraling en eventuele



Koele zone a.g.v stopplaats

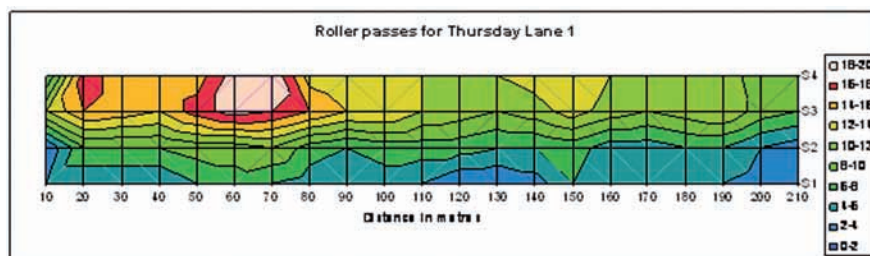
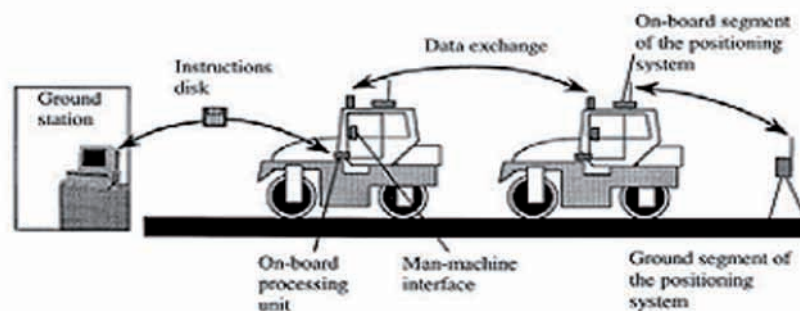
neerslag. Al deze gegevens kunnen later gebruikt worden bij rapportage en kwaliteit-, schadeonderzoek en verbetering.

Monitoren van bewegingen

Wegenbouw is een relatief materieel intensieve tak van de bouwsector. Zonder vrachtwagens, spreidmachines, en walsen kan een werk niet geklaard worden. Om de goede eindkwaliteit te bereiken moet het verse asfalt onder profiel gebracht en verdicht worden. Voor het walsen mag het asfalt niet te warm zijn, maar ook niet te koud. Met GPS kan worden continu vastgelegd wat de machines doen. Literatuur en Internet laten zien dat bij plaatsbepaling GPS een centrale rol speelt. Het blijkt moeilijk om vanuit de fase van experimenten en prototypes (bijv CIRCOM/CIRPAV) door te groeien naar brede toepassing. Inmiddels is GPS een optie die door veel materieel leveranciers wordt aangeboden, maar nog niet veel wordt besteld.

GPS zoals toegepast in TomTom heeft een onnauwkeurigheid van 5 tot 20 meter. Voor ons doel is dat niet nauwkeurig genoeg. Daarom gebruiken we duurdere, meer landmeetkundige instrumenten, en wordt bij de bouwplaats een Local Differential GPS opstelling opgezet. Als experiment is bij het proefproject op de A35 op één nacht gemeten met de Squire Battlefield Radar (ter beschikking gesteld door de Thales).

De GPS data zijn gebruikt om nauwkeurige animaties te maken van het procesverloop. Deze animaties worden gebruikt om met de asfaltploeg en andere betrokkenen het proces verloop te evalueren en analyseren. Dit draagt bij aan het bespreken van de operationele keuzes (wanneer ga je rijden met de wals? Hoever rijd je door? Waarom rijd je zo ver door? etc etc). Hiermee wordt meer inzicht in de werkwijzen bij het verwer-



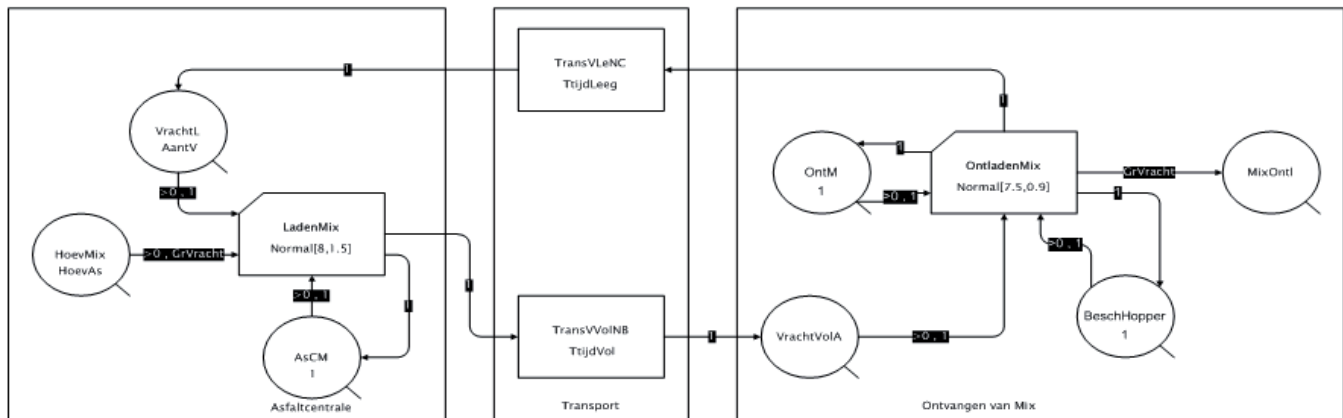
ken verdichten van asfalt verdiept en verbeterd. De animaties laten zien dat er bij het walsen geen duidelijke strategie gevolgd wordt, maar meer op gevoel en ervaring wordt gewaagd. De walsovergangen over elkaar te leggen ontstaan zogenaamde walscontourplots.

Deze contourplots laten de variatie zien van het aantal wals overgangen. Hieruit blijkt onder andere; [1] het linkerdeel van de strook wordt weer meer gewalst dan het rechterdeel, [2] brede stroken worden minder gewalst dan smalle stroken. Dit correspondeerde met de uitkomsten van het dichtheidsonderzoek van de geboorde kernen.

Uit de combinatie van thermografische data en de bewegingsregistratie kan worden afgeleid welk aandeel van de walsovergangen binnen het bewerkingsinterval van het asfalt ligt, en in welke mate en op welke locaties is gewalst bij te hoge of te lage temperatuur. De gegevens van de walsovergangen en temperatuur zijn ook te combineren met metingen van de asfaltverdichting. Verdichting van het asfalt wordt bepaald met de nucleaire meting.

Monitoren en simulatie van asfaltlogistiek

Het plannen van de logistiek is een belangrijk onderdeel van de werkplanning. Te veel vrachtwagens leidt tot wachttijden en onnodige kosten, te weinig vrachtwagens leidt tot vertraging en stopplaatsen. Het optimale aantal is afhankelijk van de aard van de vrachtwagens (groot- klein), het aantal centrales dat wordt gebruikt voor productie, de beoogde dagproductie, de afstand tot het werk, de verkeersdruk, de snelheid van de spreidmachine etc. Eerst zijn vanuit een literatuurstudie en vanuit de praktijk observatie modellen gemaakt. De modellen zijn omgewerkt naar het simulatieprogramma EzStrobe. In het simulatiemodel kunnen projectgegevens worden ingevoerd en kunnen verschillende opties voor de logistiek worden doorgerekend. De berekeningen geven uitkomsten over verwachte wachttijden van de vrachtwagens in het systeem, en de kans op stilvallen van de spreidmachine door tekort aan aanvoer. Vele vrachtwagens hebben inmiddels al een GPS en het ligt in de verwachting dat over



een paar jaar elke vrachtwagen een eigen IP-adres heeft. Realtime uitwisseling van data opent nieuwe mogelijkheden voor logistieke optimalisatie door combineren van monitoren en doorlopende scenario simulatie.

Reflectieve asfaltploegen

Verwerken van asfalt wordt in het algemeen gezien als een ambachtelijk proces. De vaklieden hebben hun vaardigheden in de praktijk opgebouwd. Operationele keuzen worden sterk vanuit ervaring en "op gevoel" gemaakt. In deze ambachtelijke manier van werken - met nadruk op doen en minder op denken - wisselen de leden van de asfaltploeg onderling weinig informatie uit. Als onderling nadrukkelijker gesproken zou worden over operationele keuzes en ervaringen, dan kan sneller geleerd en verbeterd worden. Als

de vaklieden zich zouden ontwikkelen als "reflective practitioners", dan worden nieuw wegen geopend tot continu verbeteren. Met een gerichte aanpak kan de ploeg de concrete problemen inventariseren. Als ze dat doen dan blijkt dat veel problemen en frustraties het gevolg zijn van (moeizame) afstemming tussen werkplaats en kantoor. Het benoemen van de problemen leidt in de praktijk al snel tot (zelf)onderzoek naar oplossingen, en tot een meer op leren en verbeteren gerichte cultuur.

Verdere Professionalisering van de Asfaltwegbouw

Hoe gaat dit verder? In samenwerking met de bedrijven werken we verder in onderzoek en projecten gericht op de professionalisering van de asfaltwegbouw. Daarbij streven we naar het combineren

van onderzoek, technologie ontwikkeling, opleiding en training; dicht bij de praktijk. We willen meer typen sensoren inzetten, en we werken aan een SMART wegenbouwplaats en een multi player VR road construction game annex simulator. Naast de wegenbouwers hebben de materieel fabrikanten en de leveranciers van GPS en Infrarood camera's inmiddels hun belangstelling getoond. Die willen we uiteraard graag meer betrekken. Internationaal werken we o.a. al samen met Stellenbosch Universiteit uit Kaapstad en wegenbouwers in Zuid Afrika. Het internationale netwerk willen we uitbreiden. Studenten die in dit vakgebied interessant vinden, en bijvoorbeeld hun Ba- of Ma eindopdracht willen doen, worden van harte uitgenodigd onze website te bezoeken: www.aspari.utwente.nl.

