

Ontwikkeling van licht reflecterende deklagen door KWS: KonweBright

Henny ter Huerne,
KWS-Infra / InfraLinQ

Dirk Hetebrij,
Light Surface Control

Jan Elfring,
KWS-Infra / InfraLinQ

Samenvatting:

KonwéBright omvat asfaltsoorten die belangrijk meer licht reflecteren dan normale asfaltsoorten. Hierdoor is vooral de nachtzichtbaarheid duidelijk beter dan van een standaard asfaltmengsel. Dit wordt gerealiseerd door het gebruik van mineraal soorten met sterker licht reflecterende eigenschappen. Naast energiebesparing omdat er minder verlichting (OV) en dus ook minder armaturen nodig zijn, biedt de toepassing een hogere veiligheid (sociaal). KonwéBright is geschikt voor binnen stedelijk openbare ruimte, tunnels en andere donkere plekken. Naast het KonweBright mengsel voert KWS ook asfaltmengsels waarvan slechts een deel van het mengsel wordt vervangen door een mineraal met goede licht reflecterende eigenschappen. Ondanks dat deze mengsels minder licht reflecteren, geven deze toch nog een reflectie waarde (Q0) van 0,09. Dit is een veel gebruikte eis voor reflecterend vermogen in combinatie met openbare verlichting.

De bijdrage behandelt met name het onderzoekstraject hoe ontwerpt KWS een reflecterend asfalt-deklaag mengsel. Binnen dit traject worden proefstukken gemaakt in het laboratorium en wordt gezocht naar een werkwijze om op basis van de in het lab gemaakte en beproefde proefstukken de reflecterende eigenschappen van het mengsel in daadwerkelijke wegvakken te voorspellen. Een belangrijk aspect is dan: de behandeling van laboratorium proefstukken zodanig dat deze qua reflectie waarden overeenkomen met vergelijkbaar in de weg “ingereden” asfalt deklaag mengsel.

Trefwoorden: lichtreflectie, KonweBright, reflecterende deklagen, energiebesparing, duurzaamheid.

1. Inleiding

Duurzaamheid is in, verspillen is uit. Waarschijnlijk, zo is de gedachte, komt het verspillen van grondstoffen en energie ook niet meer terug. Dit alles om onze aarde zo goed mogelijk te bewaren voor volgende generaties. KWS wil als grootste wegebouwer in Nederland hier graag aan bijdragen door haar primaire proces het ontwikkelen, produceren en verwerken van asfalt milieu vriendelijker te maken. Een van onze innovaties betreft lichtere asfalt soorten. Deze staan te boek onder onze merknaam KonweBright en hebben als doel dat door de hogere reflectie kan worden bespaard op openbare verlichting, bijvoorbeeld in tunnels maar ook bij nacht. Daarnaast reduceert het de spoorvorming doordat in de zomer het asfalt koeler blijft en het zou in binnenstedelijke gebieden de sociale veiligheid kunnen verbeteren. Dit laatste staat ook bekend onder de naam “heat Islands effect” (Drunen et al, 2007).

Lichtere asfalt oppervlakken kunnen op diverse manieren worden gerealiseerd. Bitumen is van nature zwart en kleuren de verharding derhalve donker. Er bestaan blanke bitumina, er kan worden gewerkt met pigment en ook de in asfalt gebruikte mineralen kunnen donkerder of lichter worden gekozen. Omwille van het vasthouden aan onze hoge kwaliteitsstandaard en de mengsels enigszins betaalbaar te houden heeft KWS bij de ontwikkeling van KonweBright varianten voor de laatste optie gekozen, toepassing met van kleur lichte toeslagmaterialen.

KWS heeft zijn eigen strategie gekozen om vanuit een laboratorium omgeving een mengsel te ontwikkelen dat voldoet aan de gevraagde specificaties. In deze bijdrage zal met name worden ingegaan op deze ontwikkelwijze van de KonweBright mengsels. In de aanloop hier naar toe zal kort worden besproken wat de theorie achter lichtreflectie van wegen mbt openbare verlichting betekent en in hoeverre nachtzichtbaarheid van wegen door automobilisten relevant is voor deklagen van wegdekken.

2. Probleemgebied.

Wegen met asfalt als verhardingsmateriaal voor de constructie kennen een zeer lange geschiedenis. Bitumen, het bindmiddel in de asfalt, vervaardigd vanuit de aardolie geven de verschillende asfalt soorten hun in en in zwarte kleur vooral als ze net zijn aangelegd en de bitumen huid nog volledige aanwezig is aan het oppervlak van de verharding. Nederland kent in principe een goede verlichting van onze stelsel van openbare wegen, een goede zaak om veiligheid te waarborgen, maar er wordt, zeker in deze tijden waar duurzaamheid belangrijk is, wel met een scheef oog gekeken naar het verbruik van al deze verlichting. Het dimmen van openbare verlichting op snelwegen was dan ook al een politiek item in de discussie einde 2013. Het lichter maken van de kleur van de deklaag is zeker niet nieuw, rondom de plaats Hamburg in Duitsland wordt al zeker 10 tot 15 jaar gewerkt met sterker licht reflecterende wegdekken vanuit de gedachte energie te besparen maar ook vanuit andere beweegredenen

zoals genoemd, toename van sociale zekerheid en verminderde gevoeligheid voor spoorvorming.

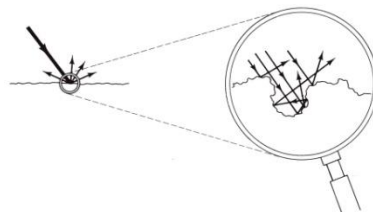
Een lastig aspecten mbt. het ontwikkelen van nieuwe materialen in de wegenbouw is dat deze gebruikt worden op/in de openbare weg en daarom veiligheid altijd geborgd dient te zijn. Dit maakt het juridisch onaantrekkelijk dergelijke mengsels full-scale uit te proberen zonder dat de veiligheidsrisico's zijn afgedekt. Om deze reden worden asfalt mengsels voor de full-scale toepassing uit en te na beproefd onder laboratorium condities, echter onder laboratorium omstandigheden zijn niet alle effecten perfect na te bootsen zoals bijvoorbeeld de belasting van het asfalt door het verkeer. Tenminste bij een tweetal mechanismen speelt echter het belasten en afslijten van het wegdek door verkeer een rol, te weten: geluid en licht reflectie. Bij geluid dient de weg door echt verkeer te worden belast om het daadwerkelijke presteren van het mengsel vast te stellen en het bitumenhuidje dient van de aggregaat delen aan het oppervlak te worden afgereden om de juiste in-gebruik toestand van het wegdek te verkrijgen. Bij licht reflectie spelen vergelijkbare zaken maar dan net anders. Ook hier dient de bitumenhuid van het wegdek te zijn gereden (gesleten) om de juiste reflectie waarden te bereiken, voor het meten echter van de reflectie waarden kan, in tegenstelling tot geluid, wel met de nodige technieken en hulpmiddelen vanuit een laboratorium meting naar een werkelijkheids-waarde worden vertaald. Hoe KWS-Infra dit precies doet en welke methoden en technieken zij hiertoe hanteert maakt onderdeel uit van deze bijdrage.

Reflectie waarden van asfalt voor wegen variëren sterk aan de hand van de omgang met het wegdek en de gebruiksomstandigheden, zo wordt in dit kader genoemd de mate van gebruik van de weg en het al dan niet nat zijn van het wegdek (Fotios et al, 2005). De parameters en middelen om vast te stellen of een verharding voldoende luminantie zal gaan geven zijn de factoren Q_0 en S_1 , (resp gemiddelde luminantie coëfficiënt en spiegel factor) en de R -waarden tabel. De reflecterende eigenschappen van een asfalt verharding kunnen sterk verschillen in de eerste 6 maanden dat de verharding in gebruik is. Fotios en anderen hebben hun reflectie informatie voor een belangrijk deel verworven via onderzoek dat is gedaan in de UK rond 2000 en gerapporteerd door Cooper (2000) en in aanloop naar 1975 is uitgevoerd in Denemarken en gerapporteerd door Sorensen (1975). Beide onderzoeken hebben bijgedragen aan de standaard in de UK de BS5489, een standaard voorschrift welke de luminantie van verhardingen regelt. Het openbare verlichting systeem in het Verenigd Koninkrijk (UK) is ontworpen op reflectie waarden welke representatief zijn voor droge wegdekken. Afhankelijk van gebruikte armaturen en lampen wordt in Ylinen (2011) aangegeven dat het verschil tussen een meest donkere verharding en een qua licht optimale verharding tot ongeveer een kosten reductie 40% kan oplopen.

3. De theorie en achtergronden van de licht reflectie.

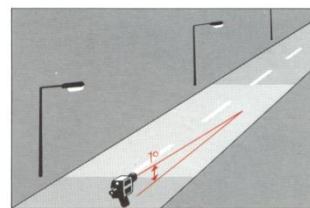
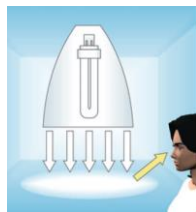
Asfalt met een hogere lichtheid reflecteert meer licht dan een traditioneel donker asfalt bij eenzelfde belichting. Niet alleen de lichtheid van het asfalt speelt een rol maar ook de micro- en macrotextuur die mede bepaalt in welke richting het licht wordt gereflecteerd. Met andere woorden hoe verdeelt het gereflecteerde licht zich in de ruimte?

Optisch gezien gaat het bij asfalt om lichtreflectie aan ruwe oppervlakken waarvan de oppervlakte-oriëntering ten opzichte van het invallende licht en het zich voordoen van holten tot enkele millimeters van belang zijn (textuurdiepte). Er treedt een gemengde- en spreidende lichtreflectie op gelegen tussen volkomen spiegelende - en diffuse reflectie.



Figuur1: een optisch gezien ruw oppervlak als asfalt kent altijd een mate van lichtverstrooiing door de verschillende oppervlakte-oriëntering waarbij ieder vlakje spiegelend kan reflecteren. Falk et.al.1986.

In het kader van lichtreflectie is de lichttechnische grootheid luminantie [$\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$] van belang. Luminantie is een waardevolle maar ook complexe lichttechnische grootheid als maat voor wat de mens van aan helderheids- en kleurcontrasten met zijn/haar visuele zintuigen kan waarnemen. De positie van de automobilist, de wijze van belichten, de “opvallende” verlichtingssterkte en de reflectie-eigenschappen van het asfalt bepalen hierbij de luminantie.



Figuur 2a (links) en 2b (rechts): 2a: luminantie als maat voor de waargenomen helderheid . 2b: meting van luminantie L [$\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$] onder observatiehoek van 1° voor het meten van gereflecteerd licht voor een automobilist als maat voor de waargenomen helderheid van een wegverharding.

Voor verkeerswegen zijn de reflecterende eigenschappen van asfalt van direct belang. Ook de gelijkmatigheid van de luminantie in het perspectivische beeld van de automobilist wordt mede door de reflectie-eigenschappen van het asfalt bepaald. De reflectie-eigenschappen van het asfalt zijn als zodanig in alle situaties en onder alle omstandigheden belangrijk; in direct zonlicht, bij bewolking, in het donker met en zonder openbare verlichting, in tunnels of anderszins verduisterde situaties, bij droog weer maar ook bij regen.

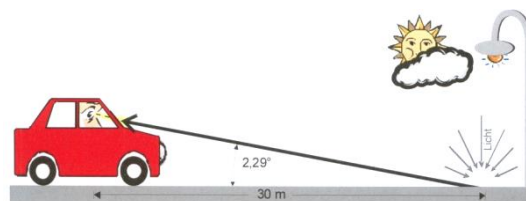
De visuele waarneming draagt in belangrijke mate bij aan de benodigde informatie voor een automobilist om zich veilig en met voldoende comfort door het verkeer te kunnen bewegen. De verschillende soorten belichting die we hiertoe kunnen onderscheiden zijn:

- Openbare verlichting
- Koplampverlichting
- Natuurlijk avond-nachtlicht (maan- en hemellicht)
- Natuurlijk daglicht (zon- en hemellicht)

De in de praktijk optredende verschillende soorten van belichting en observatie leiden tot verschillende luminantiecoëfficiënten als kwaliteitscriterium. Achtereenvolgens zullen de verschillende luminantiecoëfficiënten hier worden behandeld.

De Luminantiecoëfficiënt Qd

Luminantiecoëfficiënt Qd [$\text{mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$] is de grootheid die is toegekend aan diffuse verlichting, het is een maat voor de lichtreflectie van een wegverharding of -markering voor een automobilist bij hemellicht. De coëfficiënt Qd wordt in de NEN-EN 1436 weergegeven door de term dagzichtbaarheid. Het gaat hier echter niet uitsluitend om zichtbaarheid overdag. De coëfficiënt is namelijk tevens van belang bij zwak hemellicht gedurende schemer en donkerte, in deze situaties is visuele zintuig door het grote helderheidsbereik ook nog gevoelig en draagt bij aan de visuele waarneming. Denk hierbij aan een witte grintweg of schuim van de branding. Deze verschijnselen zijn bij zwak hemellicht visueel verrassend helder waarneembaar.

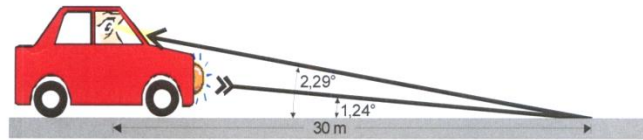


Figuur 3: meetgeometrie voor de coëfficiënt Qd (NEN-EN 1436) voor diffuus hemellicht en openbare verlichting op een waarnemingsafstand van 30 meter vòòr de automobilist. *Zehntner 2013*

In de NEN-EN 1436 wordt er van uitgegaan dat Qd ook voor openbare verlichting toegepast kan worden. De later te behandelen Qo methode is echter een meer geavanceerde methode voor openbare- en tunnelverlichting die ook de mate van spiegeling (S) van de wegverharding meet (spiegelfactor).

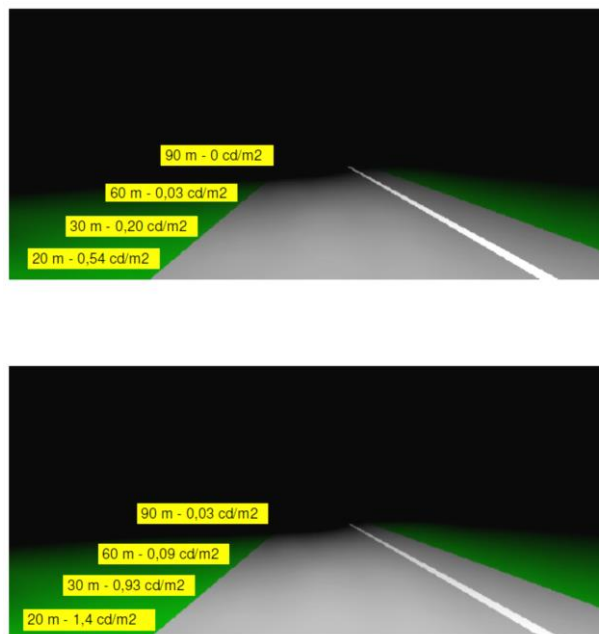
Retroreflectiecoëfficiënt of Nachtzichbaarheid

De Retroreflectiecoëfficiënt R1 [$\text{mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$] onder koplampverlichting is een maat voor de lichtreflectie van een wegverharding of -markering voor een automobilist door de eigen koplampverlichting. De retroreflectiecoëfficiënt wordt in de NEN-EN 1436 weergegeven als nachtzichtbaarheid.



Figuur 4: meetgeometrie voor de retroreflectiecoëfficiënt RI (NEN-EN 1436) voor nachtzichtbaarheid bij automobielverlichting op een waarnemingsafstand van 30.0 meter vòòr de automobilist. Zehntner 2013.

De retroreflectiecoëfficiënt is van belang voor wegen zonder openbare verlichting vanwege de zogenaamde comfortluminantie. Dit is de gewenste luminantie van het asfalt vòòr de automobilist van zijn eigen koplampverlichting. Met enkele onderzoeken wordt de rijbaan over een gebied van 90 meter voor de auto ingedeeld in verschillende deelgebieden. De comfortluminantie bepaalt de zichtbaarheid van het alignement van een weg. Over het algemeen geeft onderzoek aan dat de automobilist hogere luminanties wenst in het gebied tot 90 meter vòòr de auto dan traditioneel donker asfalt kan bewerkstelligen indien openbare verlichting ontbreekt. Licht reflecterende asfalt soorten kunnen hier een rol van betekenis spelen op wegen zonder openbare verlichting of met gedimde openbare verlichting. Aanvullend onderzoek voor de zichtbaarheid van andere verkeersdeelnemers en objecten zal hierbij wenselijk zijn.



Figuur 5a (boven) en 5b (onder): simulatie luminanties van eigen koplampverlichting icm. traditioneel donker asfalt ($RI \sim 5 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$) gerelateerd aan afstanden in meters vòòr de auto (5a) en icm. met lichtreflecterend asfalt (5b) ($RI \sim 15 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$). Berekeningen op basis van een set koplampverlichting dimlicht halogeen 50^e percentiel-mediaan. Bron: Light Surface Control

Gemiddelde luminantie-coëfficiënt en Spiegelfactor

De gemiddelde luminantie-coëfficiënt Q_0^1 is ingevoerd om voor wegdekoppervlakken een vergelijkbare en goed hanteerbare gemiddelde grootheid te kunnen hanteren. Deze gemiddelde luminantie-coëfficiënt geeft een goed beeld van de zichtbaarheid van een wegooppervlak indien zij wordt beschouwd in combinatie met de spiegelfactor S1. De gemiddelde luminantie-coëfficiënt en spiegelfactor zijn respectievelijk gedefinieerd als:

- Gemiddelde luminantie-coëfficiënt Q_0 : maat voor de lichtheid van asfalt [$\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$].
- Spiegelfactor S1; maat voor de spiegeling van het asfalt [%].

Voor de grootheden geldt:

- Hoe hoger de Q_0 hoe meer opvallend licht wordt gereflecteerd richting de automobilist.
- Hoe hoger S1 des te meer spiegelen is het asfalt.

De Q_0 methode is een meting met een uitgebreide meetgeometrie waardoor het mogelijk is een reflectietabel (R-tabel) te bepalen waarmee openbare verlichting kan worden berekend.

Door het meten van de coëfficiënten Q_d en R_l die voortkomen uit de normering voor wegmarkering is een analyse te maken op basis van het helderheidscontrast voor de zichtbaarheid van de wegmarkering ten opzichte van het asfalt. Omdat het visuele zintuig erg gevoelig is voor helderheidscontrasten is het creëren van voldoende helderheidscontrast tussen bijvoorbeeld rijbaan en bermrand of middengeleider van belang voor de zichtbaarheid van het alignement onder zowel natte- droge condities. Voor de verkeersfunctie op stroomwegen kan lichtreflecterend asfalt de openbare verlichting in elektrisch vermogen reduceren omdat een verhoogde luminantie-adaptatie plaats vindt. Het kan tevens dienen als accentuering van conflictzones op rotondes en kruispunten. Het kan hierdoor in belangrijke mate de veiligheid van ons wegennetwerk verbeteren en tegelijk het energie behoefte reduceren.

De uitdaging in de nabije toekomst van licht reflecterende asfalt soorten als KonweBright is een optimalisatie te bewerkstelligen van lichtheid en textuur met de optredende belichtingen. Met andere woorden een vergaande synergie van asfaltinnovatie en verlichtingstechniek met behoud van de civiele functionele eigenschappen van het asfalt en zelfs een verbetering van het veiligheidsniveau van de weg.

¹ CIE: Commission internationale d'éclairage - Technical report 66 – 1984 – Road surfaces and Lighting

4. Voorspellingen van lichtreflectie eigenschappen op basis van (lab) kernen.

Proefstukken in het laboratorium vervaardigd hebben, net als nieuwe deklagen in de praktijk, keurig een bitumenhuidje rond de korrel. De gewenste reflecterende eigenschappen ontstaan pas nadat dit bitumenhuidje door verkeersbelasting is weggesleten. Omdat kernen niet onderhevig zijn aan verkeersbelasting slijt hier de bitumenhuid niet en dient deze op alternatieve wijze te worden verwijderd.

Het is nog een brug te ver om vanuit de theorie voorspellingen te maken hoe steentjes met bepaalde lichtreflecterende eigenschappen zullen presteren in een licht reflecterend wegdek. Op empirische wijze zal derhalve een asfalt mengsel dienen te worden ontworpen waarvan men bepaalde lichtreflecterende eigenschappen verwacht.

KWS is van mening dat nadat een materiaal (mengsel) is gelanceerd ook op korte termijn een mengsel ontworpen dient te kunnen worden dat aansluit bij de klantwens qua vraagspecificaties en beleving zonder tijdrovende en dure metingen. KWS heeft hiertoe de stappen geïnitieerd:

1. Het uitvoeren van licht reflectiemetingen op een echt stuk wegdek,
2. Het uitvoeren van reflectiemetingen op in het lab vervaardigde proefstukken,
3. Het verband bepalen tussen de `full scale` metingen en de metingen op lab schaal, en,
4. Het komen tot een viertal standaard mengsels, waarvan de kwalificaties en eigenschappen vastgesteld zijn.

De gedacht achter de punten 1 t/m 3 is als volgt: full scale metingen zijn duur en tijdrovend en kunnen uitsluitend met geëigende apparatuur en onder geschikte condities worden uitgevoerd. Indien echter het verband tussen metingen op lab schaal en full scale metingen vastligt kan eenvoudig op basis van in het lab gemaakte proefstukken de reflecterende eigenschappen van het mengsel worden bepaald en zo nodig geoptimaliseerd (nieuwe mengsels of mengsels met aangepaste samenstelling dan wel kwalificaties).

Binnen InfraLinQ, een stafafdeling van KWS-Infra, is een werkgroep actief, welke zich specifiek met boven omschreven ontwikkeling heeft bezig gehouden. Het doel van deze werkgroep is om een methode te ontwikkelen waarmee vanuit laboratorium vervaardigde proefstukken een uitspraak gedaan kan worden met betrekking tot de mate waarin een asfaltmengsel licht reflecteert. Hierbij is steeds het streven geweest om het “boven oppervlak” van proefstukken een dusdanige bewerking te laten ondergaan, dat het oppervlak gelijkwaardig aan een in de praktijk gerealiseerd en enigszins belast wegoppervlak wordt gerealiseerd. De op het asfaltoppervlak aanvankelijk aanwezige bitumenfilm moet op een manier van de proefstukken worden verwijderd. De uitdaging is te bewerkstelligen dat dit op een dusdanige geschied dat beide asfalt oppervlakken, het behandelde proefstuk en de belaste weg, gelijkwaardig zijn qua lichtreflecterende eigenschappen.

Er zijn diverse methoden getest waarbij visueel is beoordeeld in hoeverre het ontstane oppervlak overeenstemt met een boorkern oppervlak. De kernen zijn geboord uit weggedeelten welke al een aantal jaren intensief zijn bereden, en welke naar verwachting qua textuur representatief zullen zijn.

De geteste methoden zijn:

- a) Zandstralen
- b) Borstelen
- c) Schuren

ad a) Zandstralen:

Deze is qua uitvoering relatief eenvoudig uitvoerbaar. Nadeel is dat ondanks dat een proefstuk zo gelijkmatig mogelijk wordt gestraald, er toch plekken ontstaan waar minder en zwaarder wordt gestraald. Het slijtagebeeld bleek niet homogeen te zijn, en in die zin onvoldoende representatief voor de praktijk.

ad b) Borstelen:

Middels borstelen met zand met hierin een kleine hoeveelheid oplosmiddel kan de bitumenhuid van het oppervlak worden geborsteld. Dit geeft een oppervlak dat redelijk overeenkomt met dat van boorkernen. In deze zin lijkt deze methode dan ook bruikbaar. Nadeel is dat deze methode sterk afhankelijk is van de persoon die de behandeling van het proefstuk uitvoert. Daarnaast blijkt de methode bij de bitumen rijkere mengsels arbeidsintensief voordat een praktisch gelijkwaardig oppervlak is gerealiseerd.

ad c) Schuren:

Op een roterende zeefmachine wordt een zeef geplaatst. Vervolgens wordt een dun laagje korund op de zeef aangebracht. De zeef zorgt er voor dat de vrij scherpe korund korrels voor een deel in de mazen van de zeef vast blijven zitten. Het proefstuk wordt vervolgens op het korund geplaatst. De zeefmachine wordt gestart, en de bitumenfilm wordt van het oppervlak van de proefstukken geschuurd. Het oppervlak dat hierdoor ontstaat blijkt goed overeen te komen met een in de praktijk enigszins afgesleten wegdekoppervlak. Met deze methode worden vooral de uitstekende delen kaal, en de tussen de stenen gelegen mortel wordt nagenoeg niet geraakt. Door een lichte overmaat aan korund, komen de losse korrels ook tussen de uitstekende delen van het oppervlak. Dit geeft op deze locaties een geringe afslijting van de bitumenfilm. Het lijkt waarschijnlijk dat ook dit overeenkomt met de praktijk. Door middel van een eenvoudige reflectie meter kan worden gemeten of er nog een toename van het reflecterend vermogen van het mengsel is te meten. Is er geen toename meer, dan kan de behandeling worden gestopt. En zijn de proefstukken klaar voor de officiële metingen.



Figuur 6a (links) en 6b (rechts): 6a: het oppervlak van een in het lab behandelde proefstuk en 6b de behandelingsmethode "schuren".

Aandachtspunten

De reflectiemetingen welke InfraLinQ tot nu toe heeft laten vaststellen, zijn allen gemeten op gyrator vervaardigde profstukken met een diameter van 150 mm. Een probleem met het vervaardigen van deze proefstukken is, dat er altijd een zekere mate van ontmenging zal ontstaan, en of de standaardafwijking die al doende over (een beperkt aantal) proefstukken zal ontstaan voldoende genoeg werkbaar is om te kunnen spreken van een betrouwbare meet/behandel methode.



Figuur 7): *Het oppervlak van een laboratorium kern na behandeling van het oppervlak. In het oppervlak zien we enige ontmenging, met name AC Surf mengsels zijn hier gevoelig voor.*

Behandeling van het oppervlak mbt. reflectie metingen.

Volgens de hierboven beschreven en gehanteerde methode c) worden metingen verricht op in het lab vervaardigde kernen en bestaat er een relatie met in de werkelijkheid gedraaide asfalt deklagen. Een methode die is gehanteerd en voldoende voorspellingskracht blijkt te hebben voor tussen kernen en “full scale” in de praktijk aangelegde asfalt deklagen. Op deze wijze behandelde kernen kunnen prima gebruikt worden om de lichtreflectie van de in de praktijk gelegde vakken te borgen.

Gegeven de beschreven methodiek heeft KWS vier licht reflecterende mengsels ontwikkeld.

Vier soorten mengsels: (SMA, DAB, KonwéBright en KonwéBright met verbeterde eigenschappen)

KWS heeft gemeend er goed aan te doen vier soorten mengsels in de markt te zetten. Dit betreffen respectievelijk:

- i. KonwéBright als SMA 11 variant;
- ii. KonwéBright als DAB 11 variant;
- iii. KonwéBright met verbeterde eigenschappen als SMA 11 variant, en;
- iv. KonwéBright met verbeterde eigenschappen als DAB 11 variant.

De KonweBright mengsels zullen met volledig witte toeslag stoffen worden gemaakt. Dit zijn de mengsels die een voorbeeld functie zullen kunnen gaan vervullen daar waar het gaat om echt zo licht mogelijke verhardingen op asfalt basis. Deze mengsels zullen niet overal (binnen alle verkeersklassen) worden geadviseerd omdat de licht steenslagsoorten nu eenmaal andere kwalitatieve eigenschappen hebben dan de gebruikelijke steenslagsoorten als Porfier, Morene en Bestone (denk aan polijstgetallen en verbrijzelingsgetallen).

Het tweede duo mengsels, KonwéBright's met verbeterde eigenschappen, scoren qua reflectie waarden iets lager dan de pure KonwéBright's. De mengsels voldoen echter wel aan de eis

zoals deze in de regel in bestekken worden gesteld ($Q_0 > 0.09$). Deze mengsels bevatten in de mineraal fractie ca 70% porfier en zijn daarmee geschikt voor de zwaarste verkeersklassen.

Alle mengsels hebben een grootste korrel van 11 mm, dit sluit het best aan voor wat in de regel wordt gevraagd binnen bestekken als deklaag. Het feit dat in beide soorten zowel een DAB als een SMA is ontworpen heeft wederom met de diversiteit van de vraag binnen bestekken te maken.

5. Afsluitend:

- ✓ De visuele waarneming verzorgt voor een belangrijk deel de benodigde informatie voor de verkeersdeelnemer zodat deze zich veilig en met voldoende comfort door het verkeer kan bewegen. Lichtreflectie is nauw betrokken bij de visuele waarneming en het is daarom belangrijk de reflectie-eigenschappen van wegverhardingsmaterialen nauwkeurig te kwantificeren.
- ✓ De spiegefactor S1 lijkt een goede parameter om de wijze van nabehandeling van laboratorium kernen te vergelijken met het ingereden asfalt uit de praktijk.
- ✓ KWS ontwikkelde vier nieuwe licht reflecterende asfalt mengsels; KonweBright en Budget KWB, SMA en DAB, 0/11.
- ✓ Budget KWB voor zwaarste verkeersklassen en voldoet aan veel in bestekken voorkomende lichtreflectie eisen.
- ✓ KonweBright voor de echte witte oppervlakken en de minder zware verkeersklassen.
- ✓ Bespaar op openbare verlichting, energie en CO2 door te spelen met verhoogde lichtreflectie.

Acknowledgements:

Met dank aan Light Surface Control voor de inbreng van de theorie en achtergronden betreffende licht reflectie.

Referenties:

- Cooper, B.R., Nicholls, J.C., and Simons, R.H. 2000, Draft report: *the Reflective Properties of Some New and Established Road Surfacing Materials* – Final Report, Crowthorne, Berks: TRL.
- Drunen van, M., en Lasage, R., 2007. *Klimaatverandering in stedelijke gebieden*, Habiforum, Gouda.
- Falk, D.R., Brill D.R., en Stork, D.G., 1986. *Seeing the Light: Optics in Nature, Photography, Colour, Vision and Holography*. New York: John Wiley & Sons.
- Fotios, S., Boyce, P. en Ellis, C., 2005. *The effect of Pavement Material on Road Lighting Performance*, UK Department for Transport.
- Light Surface Control: <http://www.lightsurfacecontrol.nl/wegreflectie>
- Sorensen, K., 1975, Report 10: *Road Surface Reflection Data*, Lyngby, Denmark: The Danish Illuminating Engineering Laboratory.
- Ylinen, A.M., Pellinen, T., Valtonen, J., Puolakka, M., en Halonen, M., 2011. *Investigation of Pavement Light Reflection Characteristics*, In: *Road Materials and Pavement Design; an International Journal*, volume 12, number 3, pages 587-614.
- Zehntner GMBH, 2013. *Testing instruments – prospect*.
www.zehntner.com/download/prospekt_zrm1013_messprinzip_rlqd_d