

Gekleurd asfalt toepassing en praktijk

Ir. C.P. Plug
Strukton Civiel

N. Brouwer
Ooms Producten

R. Vrijman
BituNed

Samenvatting

Ter bevordering van de verkeersveiligheid worden in Nederland en ook steeds vaker in het buitenland gekleurde verhardingen toegepast, zoals rood of geel gekleurde fietsstroken en kruisingen/plateaus. Andere argumenten voor het toepassen van gekleurde verharding zijn het reduceren van hittestress in binnenstedelijk gebied of zijn voornamelijk esthetisch van aard. Deze gekleurde verhardingen kunnen op verschillende manieren worden gerealiseerd, zoals verven van het wegoppervlak tot het gebruik van gekleurde steenslag in combinatie met synthetisch pigmenteerbare (kleurloze) bindmiddelen allen met hun specifieke voor- en nadelen.

Een gekleurde verharding met een (kwalitatief goed) kleurloos bindmiddel blijkt in praktijk het beste resultaat op te leveren met een lange levensduur. Deze kleurloze bindmiddelen hebben als voordeel dat met relatief weinig pigment een heldere kleur kan worden verkregen. Dit in tegenstelling tot conventionele zwarte bitumen waarmee met veel (poeder) pigment nog steeds een donkere kleur wordt verkregen. In de markt is echter twijfel ontstaan of deze kleurloze bindmiddelen wel milieutechnisch verantwoord zijn en of gekeurd asfalt met een kleurloos bindmiddel wel circulair is. Recent onderzoek laat zien dat beide beweringen ongegrond zijn.

In deze paper zal worden ingegaan op de specifieke aspecten pigmenteerbare (kleurloze) bindmiddelen en hoe deze het beste in de praktijk toegepast kunnen worden. Tevens zal worden ingegaan op de circulaire aspecten van gekleurd asfalt.

Steekwoorden: synthetisch pigmenteerbare bindmiddelen, gekleurd asfalt, kleurloze bindmiddelen, circulariteit

1. Inleiding

Ter bevordering van de verkeersveiligheid worden in Nederland en ook steeds vaker in het buitenland gekleurde verhardingen toegepast, zoals rood of geel gekleurde fietsstroken, kruisingen en plateaus. Er bestaat geen eenduidige methode om gekleurd asfalt te produceren en het kan op de volgende manieren worden aangebracht:

- Oppervlakbehandeling met gekleurde steenslag;
- Gekleurde epoxyhars coating;
- Gekleurd asfalt met zwarte bitumen;
- Gekleurd asfalt met niet-polymeer gemodificeerde kleurloze bindmiddelen;
- Gekleurd asfalt met polymeer gemodificeerde kleurloze bindmiddelen.

Gekleurde wegdekken kunnen op verschillende manieren worden ingezet. Naast accentuering voor de verkeersveiligheid, dragen licht gekleurde wegdekken (geel/wit) bij tot CO₂ reductie door reducering van verlichting en reductie van hittestress in stedelijk gebied.

In de markt is echter twijfel ontstaan of deze synthetisch pigmenteerbare kleurloze bindmiddelen wel milieutechnisch verantwoord zijn en of gekeurd asfalt met een kleurloos bindmiddel wel circulair is. Terwijl dit type gekleurd asfalt wel het beste resultaat geeft zowel qua kleur alsook levensduur.

In deze bijdrage zal dieper worden ingegaan op de specifieke aspecten van pigmenteerbare (kleurloze) bindmiddelen en hoe deze het beste in de praktijk toegepast kunnen worden. Tevens zal worden ingegaan op de circulaire aspecten van gekleurd asfalt.

2. Gekleurd asfalt in de praktijk

De verschillende technieken om een gekleurd wegdek te realiseren zijn zowel kwalitatief als in kostprijs duidelijk verschillend van elkaar. Een bitumineuze oppervlakbehandeling met gekleurde steenslag zal het goedkoopst zijn. De weersomstandigheden tijdens aanleg bepalen dan in sterke mate de levensduur. Als de steenslag niet goed hecht met de emulsie is de levensduur zeer kort (o.a. bij aanleg onder slechte weersomstandigheden). Dit geldt ook voor een epoxyhars coating (deze kan alleen op een droge ondergrond worden aangebracht).

Gekleurd asfalt geproduceerd met standaard zwarte bitumen en veel kleur pigment wordt regelmatig toegepast vanwege de lagere (initiële) kosten ten opzichte van asfalt met een kleurloze bindmiddel. Een nadeel is dat de kleur veel donkerder is als wat met kleurloze bindmiddel mogelijk is (bij rood gekleurd asfalt eigenlijk paars i.p.v. rood). Ook lijkt de kwaliteit (met name verouderingsweerstand) door de grote hoeveelheid pigment in zwarte bitumen af te nemen ten opzichte van standaard zwart asfalt. De mogelijke oorzaak hiervan is dat de gebruikte pigment niet compatibel zijn met bepaalde leveranties bitumen. Dit kan zich zelfs al uiten direct na het asfalteren in de vorm van een bijna niet verdichtbaar ‘droog’ asfaltmengsel.

Gekleurd asfalt met kleurloze bindmiddelen geeft naar verwachting in het algemeen de beste kwaliteit. Wel zal een niet-gemodificeerde (laagwaardig) kleurloos bindmiddel slechter presteren dan een standaard zwart asfalt. Dit zal zich dan uiten in vroegtijdige rafeling.

2.1 Praktijksituaties

Om de prestaties te beoordelen van gekleurde wegvakken zijn in de regio Koggenland / Beemster diverse locaties met roodasfalt visueel beoordeeld (in 2019). De datum van aanleg is van de meeste locaties niet bekend, maar ze zijn vermoedelijk minimaal 10 jaar oud. Uit deze summiere inspectie blijkt dat op de locaties waar een polymeergemodificeerde kleurloos bindmiddel is toegepast het schadebeeld beperkt is ten opzichte van de (goedkopere) varianten.

Oppervlakte behandeling



Afbeelding 1: Links bitumineuze oppervlakte behandeling.

Afbeelding 2: Rechts rode epoxy coating (met links roodasfalt met kleurloos bindmiddel).

Een bitumineuze oppervlakte behandeling met afgestrooide rode steenslag geeft een heldere rode kleur. De toepassing is niet geschikt voor locaties met veel verkeer. Dit zal resulteren in snelle slijtage.

Gekleurd asfalt met zwarte bitumen



Afbeelding 2 en 3: Typisch schadebeeld van rood asfalt met zwarte bitumen. Datum van aanleg is niet bekend, maar vermoedelijk minder dan 10 jaar geleden.

Gekleurd asfalt met kleurloos bindmiddel



Afbeelding 4 en 5: Typisch schadebeeld van rood asfalt met niet gemodificeerd kleurloos bindmiddel. Datum van aanleg voor de situatie links was rond 2004. Hier was in 2019 duidelijk rafeling zichtbaar, maar dit gold ook voor het tussenliggende (zwarte) asfalt.



Afbeelding 6 en 7: Rood asfalt met gemodificeerd kleurloos bindmiddel. Afgezien van randschade verder geen schade in 2019.

Een gekleurd asfalt met een (gemodificeerd) kleurloos bindmiddel zal zich gedragen als een standaard zwart asfalt. Vervormingen uit de ondergrond (zoals verzakkingen en wortelgroei) uiten zich dan ook in het asfalt en kunnen zichtbaar worden aan het oppervlak (zie afbeelding 9).

Op basis van visuele (summiere) beoordelingen kan dus gesteld worden dat met een gekleurd asfalt met een gemodificeerd kleurloos bindmiddel in de praktijk de beste kwaliteit asfalt wordt verkregen, met een in de praktijk lange levensduur (onder zware verkeersbelasting).

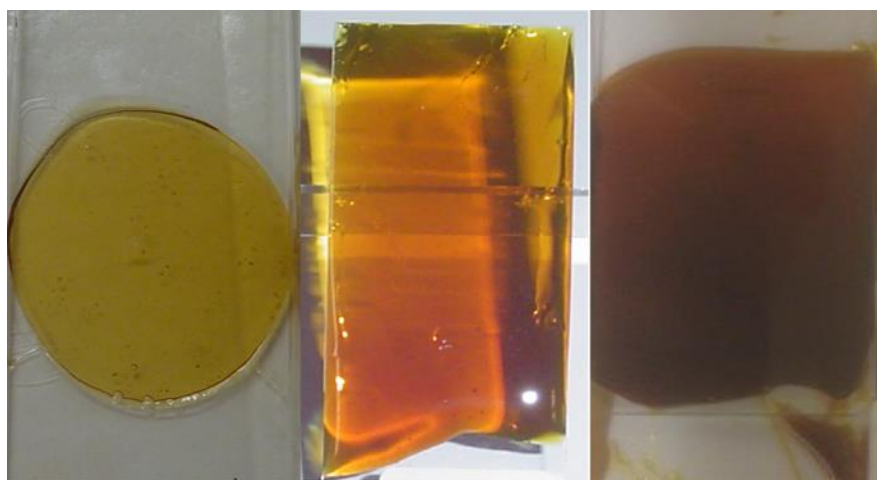


Afbeelding 8 en 9: Fietspad met gemodificeerd kleurloos bindmiddel aangelegd in 2005. Afgezien van wortel en randschade verder geen schade in 2019.

3. Synthetisch pigmenteerbaar kleurloos bindmiddel

Synthetisch pigmenteerbare kleurloze bindmiddelen hebben als voordeel dat met relatief weinig pigment een heldere kleur kan worden verkregen. Dit in tegenstelling tot conventionele zwarte bitumen waarmee met 5% (poeder)pigment nog steeds een donkere kleur wordt verkregen. Voor kleurloze bindmiddelen bestaat er in Nederland geen normering. Hierdoor kunnen er kleurloze bindmiddelen op de markt zijn met matige prestaties welke voor de verkeerde toepassing worden toegepast. Voor de Belgische markt heeft COPRO dan ook specificaties opgesteld welke opgenomen zijn in PTV 858 [1].

Synthetisch pigmenteerbare bindmiddelen bestaan in het algemeen uit petrochemische componenten afkomstig van aardolie (net zo als conventionele bitumen). Met de juiste compositie van componenten in een synthetisch bindmiddel kunnen dan de eigenschappen van een conventioneel (gemodificeerd) bitumen worden gesimuleerd met een licht bruine kleur (zie afbeelding 1)[2]. Afhankelijk van de leverancier en producttype kunnen de eigenschappen wel verschillen van lage kwaliteit standaard bitumen tot hoge kwaliteit polymeer gemodificeerde bitumen. Afhankelijk van het type bindmiddel moet dan ook hierop de asfaltmeng- en verwerkingstemperatuur worden afgestemd [3].



Afbeelding 10: Typische kleur van een kleurloos bindmiddel op een glasplaatje.

3.1 Asfaltmengtemperatuur

Door de specifieke samenstelling van synthetisch pigmenteerbare kleurloze bindmiddelen is het belangrijk dit type bindmiddel niet boven de door de leverancier aanbevolen temperaturen te verhitten en te mengen. Doordat het synthetische bindmiddel weinig grote (donker gekleurde) zware moleculen bevat, kan er bij te hoge temperaturen eerder kans zijn op degradatie van het bindmiddel met overmatige dampvorming tot gevolg. Goed te beseffen is dat de viscositeit van deze speciale bindmiddelen bij hogere temperaturen lager ligt dan van conventionele bitumen bij dezelfde temperatuur. In de praktijk betekent dit dat de mengtemperatuur van gekleurd asfalt met een synthetisch pigmenteerbaar kleurloos bindmiddel lager zal zijn dan voor een standaard asfalt.

Tevens is ook het pigment zelf gevoelig voor te hoge temperaturen. Bepaalde kleurpigmenten kunnen bij te hoge temperaturen destabiliseren en veranderen van kleur. Het is dan ook belangrijk dit type asfalt bij de juiste temperaturen te produceren.

Door nieuwe ontwikkelingen in de markt is het ook mogelijk om lage temperatuur asfalt te produceren met synthetisch pigmenteerbare kleurloze bindmiddelen. Met deze zogenaamde LT bindmiddelen is het mogelijk om bij een 30 °C lagere temperatuur asfalt te produceren (120 °C) en te verdichten (110 °C) ten opzichte van de standaard temperatuur. Door de 30 °C lagere temperatuur zal naast een besparing op gas ook de uitstoot van vluchtige bestanddelen tijdens de productie en verwerking aanzienlijk minder zijn. De verklaring voor de substantiële reductie van damp-vorming bij lage temperaturen is dat het kookpunt van 90% van de bestanddelen van synthetische kleurloze bindmiddelen boven de 140° C ligt [4].

3.2 Kenmerken synthetisch pigmenteerbare kleurloze bindmiddelen

Voor synthetisch pigmenteerbare kleurloze bindmiddelen zijn er zoals eerder genoemd geen (Europese) specificaties. Doordat met deze bindmiddelen wel standaard (gemodificeerde)-bitumen worden gesimuleerd kunnen deze bindmiddelen wel worden gekarakteriseerd volgens de bitumennorm voor polymeer gemodificeerde bitumen (EN 14023).

In onderstaande tabel zijn de door de leverancier opgegeven specificaties van in Nederland veel toegepaste (polymeer gemodificeerde) synthetisch pigmenteerbare kleurloze bindmiddelen weergegeven. Product A betreft een niet polymeer gemodificeerde variant. Product B en C zijn wel polymeer gemodificeerd.

Tabel 1: Specificaties veel toegepaste synthetisch pigmenteerbare bindmiddelen in Nederland.

Eigenschap		Eenheid	Product A	Product B	Product B (LT)	Product C (LT)
Penetratie		[dmm]	70-100	70-100	70-100	50-70
Verwekingspunt		[°C]	40-50	50-60	50-60	≥ 65
Breekpunt van Fraaß		[°C]	-	≤ -10	≤ -10	≤ -10
Elastische terugvering		[%]	-	≥ 70	≥ 70	-
Viscositeit	135 °C	[mPa.s]	150-250	500-700	500-700	< 500
	185 °C	[mPa.s]	-	100-200	100-200	-
Aanbevolen mengtemperatuur		[°C]	150	160	120-140	140-160

3.3 Arbo aspecten synthetisch pigmenteerbare kleurloze bindmiddelen

Zoals eerder genoemd wordt gekleurd asfalt op dezelfde wijze geproduceerd als een regulier asfalt met standaard bitumen. Doordat de bitumen echter is vervangen door een synthetisch kleurloos bindmiddel gedraagt een dergelijk gekleurd asfaltmengsel zich niet 100% gelijk als een standaard asfaltmengsel. Door de aard van het kleurloze bindmiddel is dit type asfalt gevoeliger voor (te) hoge temperaturen bij de asfaltproductie. Belangrijk is het dan ook om de maximale aanbevolen mengtemperaturen opgegeven door leverancier niet te overschrijden. Gezien het kookpunt van deze bestanddelen, is het mogelijk om de emissies van deze componenten te voorkomen als deze asfaltmengsels bij lage temperatuur worden geproduceerd/verwerkt.

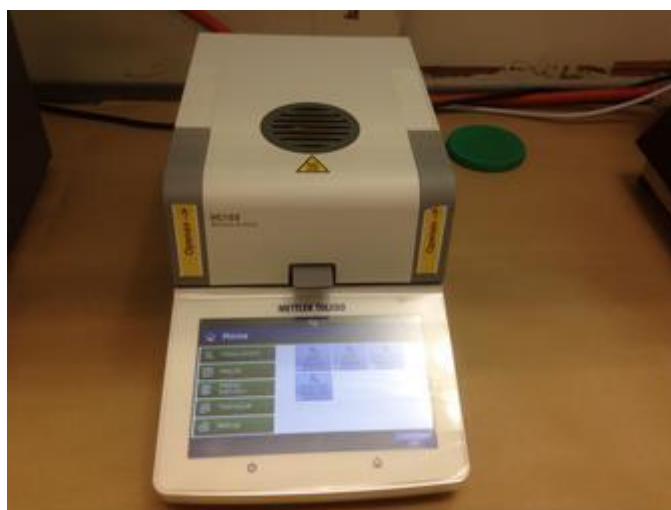
Met behulp van de onder beschreven massaverlies methode met de thermobalans kan op eenvoudige wijze het effect van de temperatuur worden vastgesteld. Op een meer kwantitatieve wijze kan met behulp van GC-MS (massaspectrometrie) test de aard van de damp vast te stellen.

Massaverlies thermobalans

Bepaling massaverlies bij 160 en 180 °C gedurende 4 uur.

Apparatuur

- Thermobalans (Mettler-Toledo HC 103)



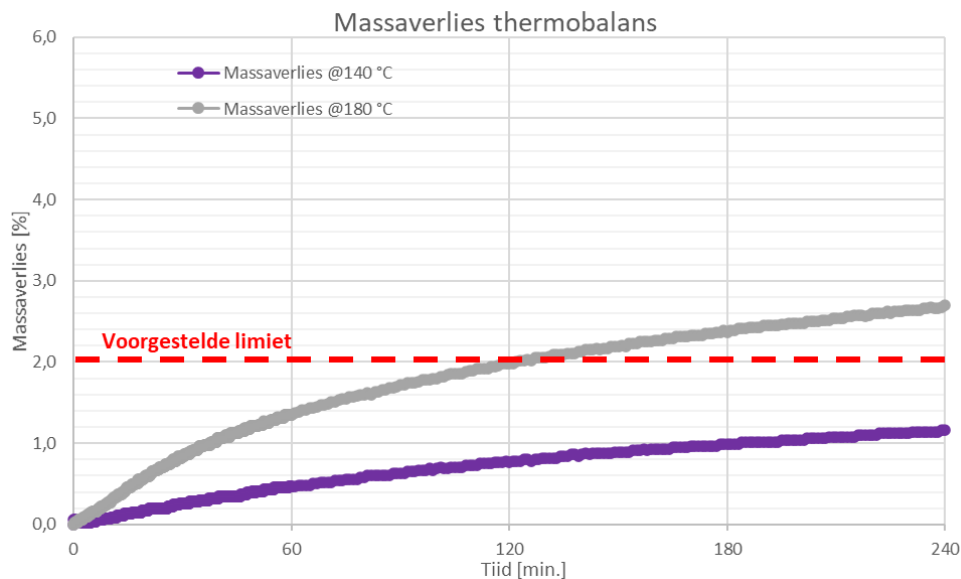
Werkwijze

- Weeg ongeveer 5 gram bitumen af in het aluminiumschaaltje (zoveel als nodig om het schaalje met een dunne en gelijkmatige laag te bedekken).
- Bepaal het massaverlies (LOD – loss on drying) gedurende 4 uur bij 160 °C.
- Herhaal de proef met een nieuw monster bij 180 °C.
- Zet het resultaat in een grafiek (massaverlies uitgezet tegen de tijd [minuten]).

Resultaat

- Grafiek met massaverlies uitgezet tegen de tijd.
- Massaverlies na 4 uur (240 minuten).

Resultaat massaverlies



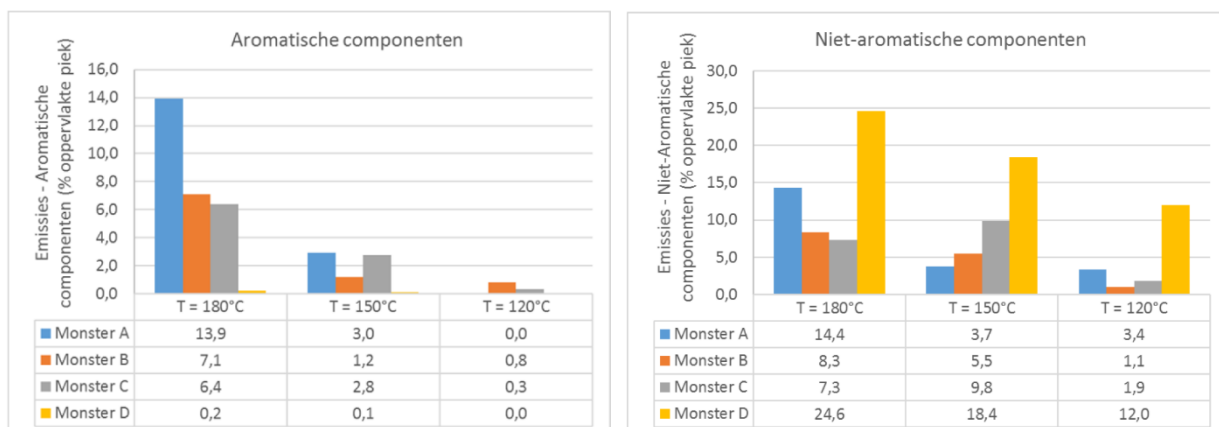
Figuur 1: Massaverliescurve polymeer gemodificeerd kleurloos bindmiddel bij 140 en 180 °C.

Uit figuur 1 blijkt duidelijk het temperatuureffect op het massaverlies. Dit massaverlies heeft in de praktijk een relatie tot de uitstoot van dampen van het bindmiddel. Verwerking bij een lagere temperatuur is hierbij gunstiger. Door het toevoegen van LT additieven in het kleurloze bindmiddel is verwerking bij lagere temperaturen van gekleurd asfalt in de praktijk dan ook mogelijk.

Headspace GC-MS

Met de headspace GC-MS kan de dampvorming van een substantie worden gekwantificeerd. De methode bestaat uit een gaschromatograaf en een massaspectrometer. De gaschromatograaf zorgt voor scheiding van de verschillende componenten, waarna identificatie volgt doormiddel van een massaspectrometer. Door een (kleurloos)bindmiddelmonster in een afgesloten monsterflesje gedurende bepaalde tijd op te warmen bij de gewenste proeftemperatuur (voor bindmiddelen relevante temperaturen 120, 150 en 180 °C). De ontstane vluchtige componenten kunnen vervolgens worden geïnjecteerd in de gaschromatograaf en verder worden geanalyseerd.

Onderzoek [4] tussen 3 type synthetisch pigmenteerbare kleurloze bindmiddelen in vergelijking tot een standaard bitumen 70/100 laat zien de kleurloze bindmiddelen zich kenmerken tot een hogere emissie van aromatische componenten in vergelijking tot standaard bitumen. De emissie van niet-aromatische componenten zijn juist voor een standaard bitumen hoger dan voor kleurloze bindmiddelen. Dit verklaart dat kleurloze bindmiddelen een meer specifieke geur hebben in vergelijking tot standaard bitumen. In figuur 2 en 3 is de relatieve emissie bij verschillende temperaturen van aromatische en niet aromatische componenten voor de verschillende onderzochte kleurloze bindmiddelen en een referentie bitumen grafisch weergegeven.



Figuur 2 en 3: Relatieve emissie aromatische en niet-aromatische componenten uitgezet tegen de temperatuur van kleurloze bindmiddelen (monster A, B en C) en referentie bitumen 70/100 (monster D) [4].

Uit de resultaten is het duidelijk te zien dat de emissie van kleurloze bindmiddelen bij een temperatuur van 180°C voornamelijk aromatische componenten bevatten. De meest voorkomende stoffen zijn Indene en Cumene met de C_9H_x moleculaire structuur. Deze componenten veroorzaken prikkeling en hoest bij inademen en roodheid en pijn/irritatie in contact met ogen en hebben ook een typerende geur.

Bij lagere temperaturen neemt de emissie van de aromatische componenten drastisch af (80% reductie). De verklaring hiervoor is dat het kookpunt van de aromatische componenten gemiddeld boven de 140 °C liggen. Dit betekent dat verwerking van kleurloze bindmiddelen als LT (lage temperatuur) variant een vergelijkbare emissie dampen zal hebben als een standaard bitumen (voornamelijk emissie van niet-aromatische bestandsdelen).

Opgemerkt moet worden dat zichtbare dampvorming tijdens het asfalteren niet automatisch betekent dat er emissie is van schadelijke stoffen. Asfalteren op een vochtige ondergrond zal bijvoorbeeld veel waterdamp genereren.

4. Circulariteit gekleurd asfalt

Asfalt wordt in Nederland op grote schaal hergebruikt in de vorm van partiële recycling (PR) in nieuw asfalt. Recycling kan zowel met standaard asfalt alsook met oud polymeer-gemodificeerd asfalt (PmA) en gekleurd asfalt met kleurloze bindmiddelen zonder problemen en zonder veel inspanning worden toegepast tot percentages van 60-70% PR voor onderlagen (AC base asfalt). De verkregen kwaliteit van het nieuwe asfalt is tot op heden minimaal vergelijkbaar met de kwaliteit van standaard asfalt zonder PR. Dit is mogelijk doordat een kleurloos bindmiddel volledig compatibel is met (verjongings)bitumen en tevens nog actieve polymeren bevat. Dit omdat de samenstelling van een synthetisch pigmenteerbaar kleurloos bindmiddel uit ingrediënten bestaat welke ook in gemodificeerde bitumen kunnen worden toegepast. Hergebruik van gekleurd asfalt met een synthetisch pigmenteerbaar kleurloos bindmiddel is dan ook geen enkel probleem.

Toepassen in een standaard (zwarte) deklaag verdient niet de voorkeur vanwege de afwijkende kleur steenslag. Belangrijk is het dus wel om in een dergelijk geval het gekleurde asfalt goed te homogeniseren door het bestaande asfaltgranulaat. Anders bestaat er kans op verkleuringen zichtbaar op het wegdek na afslijten van de nieuwe bitumen aan het oppervlak.

Horizontale recycling van kleurasfalt-granulaat kan wel een significante bijdragen leveren aan het realiseren van de doelstellingen van de wegbeheerders om tot het komen van duurzamere asfaltmengsels. Vanwege logistieke redenen wordt kleurasfalt-granulaat bij de asfaltcentrale momenteel niet apart gehouden. Mocht dit in de toekomst wel het geval zijn dan zou op eenvoudige wijze ook een kleurasfalt kunnen worden geproduceerd met gerecycled asfalt. Door de afwijkende kleur van standaard (zwart) asfaltgranulaat is het niet zinvol dit materiaal in gekleurd asfalt toe te passen.

5. Discussie

Met de juiste selectie van materialen is het mogelijk om gekleurd asfalt te produceren met een levensduur minimaal gelijk aan standaard (zwart) asfalt. Voor een heldere kleur is het toepassen van een synthetisch pigmenteerbaar kleurloos bindmiddel hierbij nodig. Synthetisch pigmenteerbare bindmiddelen hebben andere eigenschappen dan verwacht mag worden dan met conventionele penetratiebitumen. Bij het mengen in de asfaltcentrale moet hier dan ook rekening mee worden gehouden. Indien de juiste productie- en verwerkingsvoorschriften worden toegepast dan zijn er geen aanwijzingen dat dit gekleurde asfalt zowel kwalitatief alsook Arbo-technisch problemen zal opleveren. Dit in tegenstelling tot het alternatief waarbij aan zwarte bitumen additieven worden toegevoegd. Dit asfalt lijkt in de praktijk een kortere levensduur te hebben.

Alleen door afwijking van de instructies bij het gebruik van een kleurloos bindmiddel kan overmatige damp- en emissievorming ontstaan. Deze afwijking kan leiden tot zintuiglijke overlast. Dit geldt niet alleen voor synthetisch pigmenteerbare kleurloze bindmiddelen maar voor bindmiddelen in het algemeen. Door de toepassing van kleurloze bindmiddelen in een LT-variant (Lage Temperatuur) is de productietemperatuur van het asfalt zodanig (lager dan 130 °C) dat de kans op zintuiglijke effecten gereduceerd is tot nihil en vergelijkbaar is met conventionele bindmiddelen. Deze nieuwe ontwikkelingen op basis van LT-additieven welke ook in combinatie met synthetisch pigmenteerbaar kleurloze bindmiddelen mogelijk zijn, zorgt voor verbeterde verwerkingseigenschappen bij lagere asfalttemperaturen en aanzienlijke reductie van dampen tijdens productie en verwerking van het asfalt.

Aangetoond is dat een synthetisch pigmenteerbaar kleurloos bindmiddel volledig compatibel is met bestaande bitumen. Recycling van gekleurd asfalt is dan ook volledig mogelijk. Bij recycling in conventioneel asfalt is het wel belangrijk om het gekleurde asfaltgranulaat goed te homogeniseren door het 'zwarte' asfaltgranulaat om problemen in kleur te voorkomen. Voor PR asfalt geldt in algemene zin dat de optimalisatie zit in de logistieke kant; gescheiden opslag en opwerking van materialen. Ditzelfde geldt ook voor gekleurd asfalt met synthetisch pigmenteerbaar kleurloos bindmiddel. Deze optimalisatie zie je terug in de markt bij de totstandkoming van zogenaamde asfaltbanken

Op grond van praktijkervaring is er dan ook geen enkele aanwijzing dat synthetisch pigmenteerbare kleurloze bindmiddelen minder duurzaam en circulair zou zijn dan de momenteel voorhanden zijnde alternatieven.

6. Referenties

- [1]. PTV 858; [Technische voorschriften voor synthetisch pigmenteerbaar bindmiddel](#); COPRO, 2018.
- [2]. Plug, C.P.; Bondt, A.H. de; Required mechanical properties of a clear binder for coloured asphalt concrete; 16th LJMU Pavement Engineering and Infrastructure Conference, Liverpool, UK, 2017.
- [3]. OCW Dossier 17; [Gekleurde asfaltmengsels](#); 2013
- [4]. Hagos, E.T.,; Onderzoek naar emissies van colorless bindmiddelen; Intern rapport 2021-08-30, Latexfalt, 2021.