

# Bijlage D – Additieven, viscositeitverlager, Lypave

## Inhoud

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | Inleiding .....  | 4  |
| 1.1   | De werking van LynPave-olie op verlaging van de asfalt productietemperatuur..... | 4  |
| 1.2   | Effect LynPave op bindmiddel reologie .....                                      | 5  |
| 1.3   | LynPave olie in asfaltmengsel .....  | 6  |
| 1.4   | Eigenschappen LynPave-mengsels.....  | 7  |
| 1.4.1 | Kenmerken van LynPave-olie.....  | 7  |
| 2.    | Mengselontwerp.....  | 8  |
| 2.1   | Mengseltypen .....   | 8  |
| 2.2   | LynPave PmB-mengsels voor deklagen met zwaarbelast en wringend verkeer .....     | 8  |
| 2.2.1 | Verlaging van de productie temperatuur bij mengsel zonder PR.....                | 9  |
| 2.3   | Hergebruik .....   | 9  |
| 2.3.1 | Asfaltgranulaat in LynPave.....  | 9  |
| 2.3.2 | LynPave als asfaltgranulaat.....   | 9  |
| 2.3.3 | Hergebruik in asfaltmolen.....   | 10 |
| 3.    | Type Onderzoek .....   | 11 |
| 3.1   | Additioneel onderzoek.....   | 11 |
| 3.2   | Proefomschrijving en condities.....  | 11 |
| 3.2.1 | Weerstand tegen spoorvorming $f_c$ waarden en MSCR test (AC mengsels) .....      | 11 |
| 3.2.2 | Weerstand tegen rafeling (RSAT) (Deklaag mengsels SMA en ZOAB) .....             | 12 |
| 3.3   | Eisen en bepalingen .....  | 12 |
| 3.4   | Rapportage (Verkort verslag +).....  | 12 |
| 4     | Productie .....  | 14 |
| 4.1   | Bouwstoffen + vereiste kenmerken .....   | 14 |
| 4.2   | Aanpassing in asfaltcentrale .....   | 14 |
| 4.3   | Plaats van doseren .....   | 15 |
| 4.4   | Droge menging basis bouwstoffen + randvoorwaarden .....                          | 16 |
| 4.5   | Menging totaal mengsel .....   | 16 |
| 4.6   | Controle methoden.....   | 16 |
| 4.7   | Bijsturing van de productie op grond van analyseresultaten .....                 | 17 |
| 4.8   | Opslag van het eindproduct + randvoorwaarden .....                               | 17 |
| 5     | Transport & verwerking.....  | 18 |
| 5.1   | Transport.....   | 18 |
| 5.2   | Weer.....  | 18 |
| 5.3   | Materieel en verwerkingsprotocol .....   | 18 |
| 5.4   | Controle methoden / opleveringscontrole .....                                    | 20 |

|   |    |
|---|----|
| 6 Beheer en onderhoud.....  | 22 |
| 6.1 Aandachtspunten bij onderhoudswerkzaamheden in de gebruikperiode..... | 22 |
| 6.2 Mengsel specifiek onderhoud.....                                      | 23 |
| 6.3 Schade & schadeherstel.....   | 23 |
| 7 Vervanging en hergebruik.....   | 24 |
| 7.1 Algemeen .....  | 24 |
| 7.2 Toekomstig hergebruik .....   | 24 |
| 8 Emissies & Milieu, Arbo en Kosten .....                                 | 25 |
| 8.1 Emissies & Milieu .....   | 25 |
| 8.2 ARBO .....  | 25 |
| 8.3 Kosten .....  | 25 |
| 9 Voor de opdrachtgever .....   | 26 |
| 9.1 Mogelijke risico's en hoe deze zijn weggenomen.....                   | 26 |
| 9.2 MKI voordeel.....   | 26 |
| 9.3 Garantie .....  | 26 |
| 9.4 (Kwaliteits)eisen, condities en voorwaarden.....                      | 26 |
| 9.5 Uitvragen en accepteren.....  | 26 |
| Referenties:.....   | 27 |

## 1. Inleiding

LynPave is de naam voor de verzameling van asfaltmengsels waarin LynPave-olie, een bewerkte lijnzaadolie, aan het bitumen is toegevoegd. Het effect hiervan is dat de productie- en verwerkingstemperaturen van het asfalt tussen de 30 en 40 graden lager liggen dan bij conventionele hete asfaltmengsels, terwijl de mechanische eigenschappen van de asfaltlagen vergelijkbaar blijven met reguliere hete asfaltmengsels.

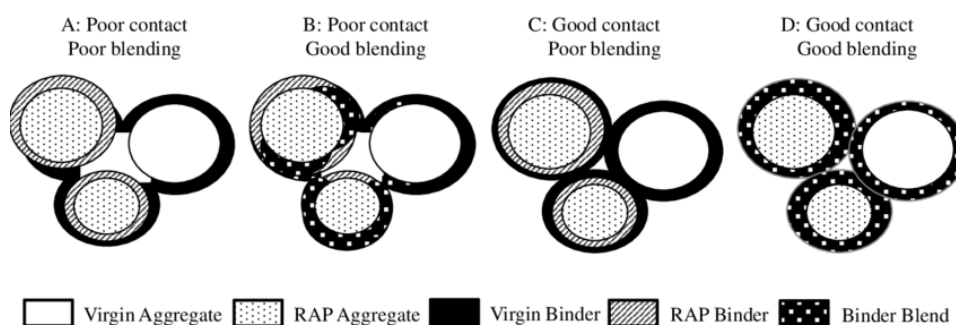
### 1.1 De werking van LynPave-olie op verlaging van de asfalt productietemperatuur

LynPave is sinds 2010 gebruikt als bio-flux om de viscositeit van het bindmiddel in asfaltgranulaat te verlagen. In 2012 werd het verder ontwikkeld als een additief voor warm mix asfalt (WMA) om de productie en verwerkingstemperatuur te verlagen. Sindsdien is in Nederland ervaring opgedaan met LynPave in verschillende WMA-mengsels, door 11 asfaltproducenten en diverse verwerkers. Afhankelijk van de weersomstandigheden en het type mengsel kan de asfaltproductietemperatuur met LynPave variëren tussen 110°C en 130°C.

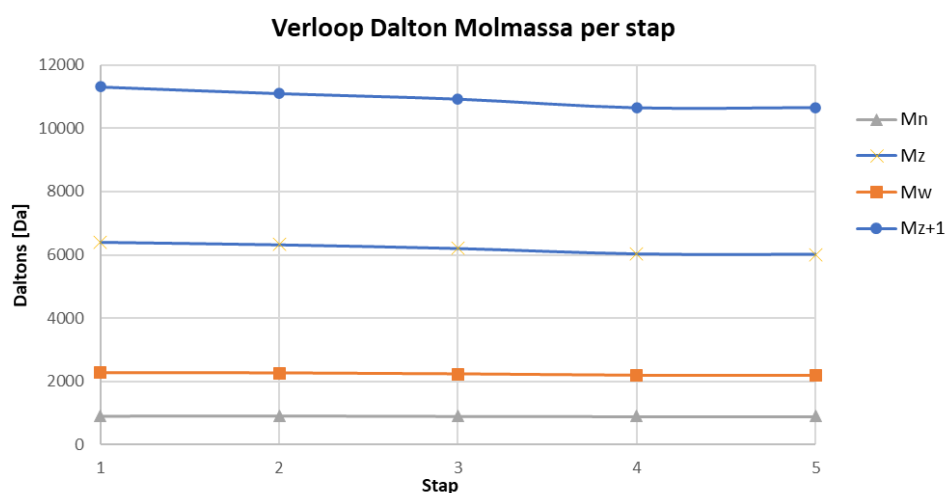
Bij hete asfaltmengsels (HMA) is de viscositeit van het bitumen bij 170°C ruwweg 200 mPa.s, voldoende vloeibaar om alle steenslag goed te benatten en een goede menging te waarborgen. De viscositeit van bitumen blijft constant gedurende de tijd dat het mengsel in de menger zit.

In tegenstelling tot HMA vereist de toevoeging van een WMA-additief enige tijd voordat de viscositeit stabiel wordt. Gedurende deze tijd vindt de benatting van de steenslag en de menging tussen de olie en het verse bitumen plaats, eventueel in combinatie met het oude bitumen uit het asfaltgranulaat.

Een van de risico's van een niet-optimaal mengproces bij WMA-mengsels tijdens de productie, is dat het verse en oude bitumen niet goed mengen, zoals weergegeven in figuur 1 A tot en met C. De ervaring van de afgelopen twaalf jaar met LynPave wijst echter uit dat het mengproces leidt tot een goede vermenging van het verse en oude bitumen uit het asfaltgranulaat. Dit wordt bevestigd door afpelproeven, waarbij bitumenlagen worden teruggewonnen uit LynPave-mengsels en de moleculaire massaverdeling van de bitumenlagen wordt onderzocht, zoals weergegeven in figuur 2. Een constante massaverdeling tussen deze bitumenlagen duidt op een homogene menging van oud en nieuw bitumen tijdens de productie, zie figuur 1 D.



Figuur 1: Overzicht slechte menging van verse, oude en bitumen A, B en C en goede menging D. [Bron: [1]]

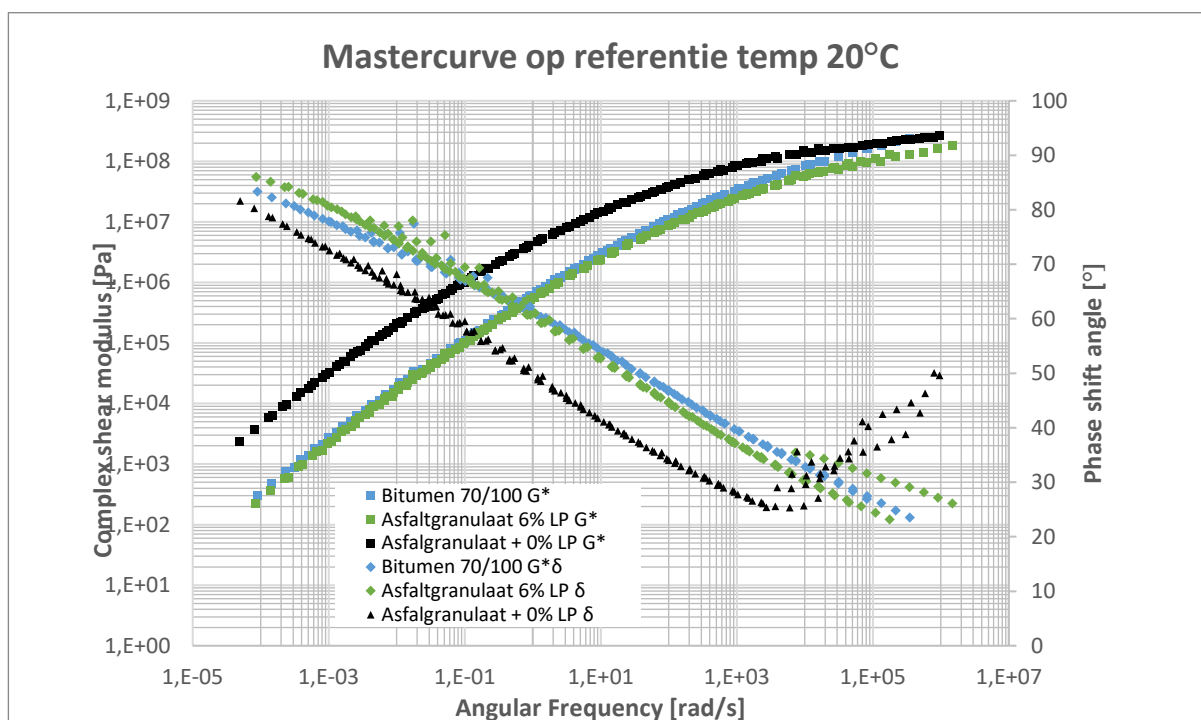


Figuur 2: Verloop Dalton molmassa per stap/ laag.

## 1.2 Effect LynPave op bindmiddel reologie

Gedurende de levensduur van een asfaltmengsel ligt het bloot aan bepaalde fysicochemische en mechanische invloeden die de prestaties van het mengsel verminderen. Het bitumineuze bindmiddel ondergaat onder meer een verouderingsproces ten gevolge van oxidatie door contact met de zuurstof in de lucht, waardoor sommige prestatie-eigenschappen van het bindmiddel mogelijk afnemen in de tijd. Deze vermindering uit zich in toenemende viscositeit, stijfheid en brosheid van het materiaal en een verminderd vermogen tot herstel (verlaagde flexibiliteit of elastische terugvering) [7], zie het reologische gedrag van het bindmiddel uit het asfaltgranulaat, weergegeven met zwarte punten in figuur 3.

De werking van lijnzaadolie in bitumen is beschreven in de literatuur [2,3,4,5,6]. Ook in Nederland zijn er interne onderzoeken door Asfalt Kenniscentrum (AKC) gedaan naar de effecten van deze olie in asfalt toepassingen. In figuur 5 is het reologische gedrag van het bindmiddel weergegeven bij een (gebruiks-) temperatuur van 20°C. Na toevoeging van 6% LynPave-olie in massa verhouding aan het bindmiddel uit het asfaltgranulaat is te zien dat het reologische gedrag identiek wordt aan het verse penetratie bitumen 70/100. De groene en blauwe lijnen liggen nagenoeg op elkaar.



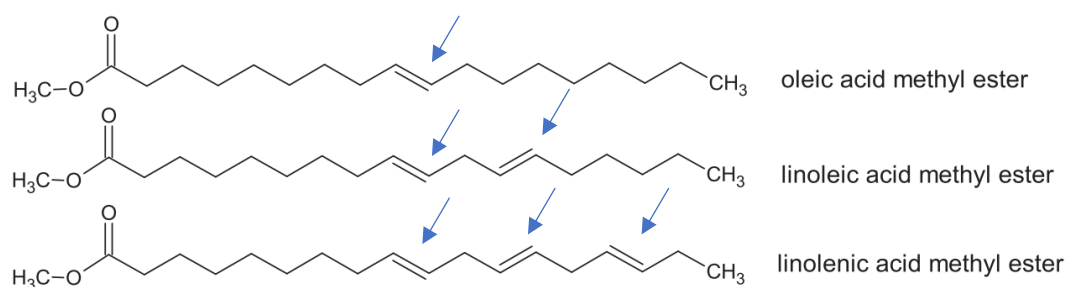
Figuur 3: Reologische gedrag van bindmiddel uit een asfaltgranulaat

### 1.3 LynPave olie in asfaltmengsel

Lijnzaad- of vlasolie wordt gewonnen uit vlaszaad en bestaat als vele plantaardige oliën voornamelijk uit koolwaterstofverbindingen met dubbele verbindingen tussen de koolstoffen (zie figuur 4 (met pijltje aangegeven) en tabel 1 voor lijnzaadolie). Dit maakt dat lijnzaadolie gemakkelijk verbindingen aan gaat met o.a. zuurstof, maar ook met andere koolwaterstoffen, zoals bestanddelen in bitumen [2].

Naast de verlaging van productie- en verwerkingstemperatuur biedt lijnzaadolie ook voordelen op het mengsel niveau, namelijk goede weerstand bieden tegen veroudering en goede vermoeiing [5]. Allemaal eigenschap verbeteringen die in grote mate bijdragen aan de levensduur van een mengsel.

*J.B. Król et al./Construction and Building Materials 114 (2016) 194–203*



**Fig. 1.** Structural formula of vegetable oil methyl ester molecules.

*Figuur 4: Onverzadigde verbindingen in de vetzuren van plantaardige oliën [J.B. Krol et al: 2016]*

*Tabel 1: Mate van onverzadigde bindingen en de samenstelling van plantaardige oliën [J.B. Krol et al: 2016].*

| Number of double bonds in the aliphatic chain | Fatty acid content, %wt. |             |               |             |
|---|--------------------------|-------------|---------------|-------------|
|   | Rapeseed oil             | Soybean oil | Sunflower oil | Linseed oil |
| 0   | 7                        | 20          | 15            | 7           |
| 1   | 63                       | 20          | 17            | 18          |
| 2, 3  | 30                       | 60          | 68            | 75          |

#### 1.4 Eigenschappen LynPave-mengsels

Uit diverse onderzoeken verricht door AKC, typeonderzoeken (conform Standaard RAW 2020 en EN 13108-series), publicaties [8] en de praktijkervaring van de afgelopen 14 jaar met ruim één miljoen ton LynPave-asfaltmengsels in Nederland kunnen de volgende zorgen met betrekking tot LynPave-mengsels worden uitgesloten:

- Weerstand tegen vermoeiing
- Weerstand tegen spoorvorming
- Weerstand tegen rafeling
- Weerstand tegen bitumen veroudering/verbrossing
- Weerstand tegen stripping (watergevoeligheid)
- Ontmenging vers en oud bitumen

##### 1.4.1 Kenmerken van LynPave-olie

Enkele belangrijke kenmerken van LynPave-olie zijn

- Minimale LynPave-olie concentratie in één ton asfaltmengsel (vaak ligt het aandeel LynPave-olie op 0,06-0,12 % in massa t.o.v. het hele mengsel, afhankelijk van het mengselontwerp).
- LynPave is een compositie van oxidatief drogende plantaardige oliën, die na droging een vernetting maakt met de bitumen structuur waarbij het materiaal flexibel blijft [2,3 &4].
- Herbruikbaarheid LynPave mengsels is middels GCMS meting aangetoond en voldoet aan de eis BRL 9320 en staat in de OPWA-Lijst als geschikte bouwstof voor asfaltmengsels.
- Viscositeit bij 25°C 63-95 mm<sup>2</sup>/s.
- Het product is conform Preparaten Richtlijn 99'/45/EG geclassificeerd als niet gevaarlijk.

## 2. Mengselontwerp

### 2.1 Mengseltypen

Eén van de unieke voordelen van de LynPave-olie ten opzichte van schuimtechnieken, is de mogelijkheid om PmB-mengsels als WMA variant te produceren, i.e. met een productietemperatuurverlaging van 30 graden of meer. LynPave-olie kan worden toegepast in alle soorten asfaltmengsels, waaronder AC-mengsels (bin/base/surf), SMA-mengsels en ZOAB-mengsels, ongeacht of ze met penetratiebitumen of polymeerbitumen geproduceerd zijn.

In tabel 2 zijn de LynPave-mengsels weergegeven welke momenteel verkrijgbaar zijn op de Nederlandse markt als WMA geproduceerd. Deze mengsels voldoen aan de eisen en bepalingen in standaard RAW 2020 en de Europese normen NEN-EN 13108-series voor asfalt.

Tabel 2: Overzicht LynPave-mengsel met en zonder asfaltgranulaat en met en zonder PmB

| Mengsels       | LynPave-Mengsels                | Voldoet aan RAW 2020 en NEN-EN 13108-serie | Productietemperatuur [°C] |
|----------------|---------------------------------|--|---------------------------|
| AC<br>Base/Bin | AC base / bin 0% PR             | Ja   | 110-130                   |
|                | AC base / bin 0-50 % PR         | Ja   | 110-130                   |
|                | AC base / bin 0-50 % PR met PMB | Ja   | 110-130                   |
|                | AC base / bin 51-85 % PR        | Ja   | 110-130                   |
| AC Surf        | AC surf 0% PR                   | Ja   | 110-130                   |
|                | AC surf 0% PR met PMB           | Ja   | 110-130                   |
|                | AC surf 30 en 35 % PR           | Ja   | 110-130                   |
| SMA            | SMA 8/11 0% PR                  | Ja   | 110-130                   |
|                | SMA 8 G+ 0% PR                  | Ja   | 110-130                   |
|                | SMA 8/11 30% PR                 | Ja   | 110-130                   |
| ZOAB           | (D)ZOAB 16 50 % PR              | Ja   | 110-130                   |

### 2.2 LynPave PmB-mengsels voor deklagen met zwaarbelast en wringend verkeer

In Nederland is momenteel een discussie gaande over de rol van PmB in verschillende asfaltmengsels. In specifieke situaties, zoals bij de toplaag van 2L-ZOAB, zijn er mogelijk alternatieven voor PmB door het toevoegen van vezels. De hypothesen achter de werking van vezels in het mengsel zijn nog niet in het laboratorium bevestigd. RWS zal de komende 10 jaar onderzoek verrichten om de werking van vezels in de toplaag van 2LZOAB in proefvakken vast te stellen. Het toepassen van LynPave-mengsels is, zowel met PmB als met penetratiebitumen met vezels, mogelijk.

Bij asfaltmengsels waarin eigenschappen met betrekking tot spoorvorming van groot belang zijn, is het gebruikelijk om zwaar gemodificeerd bitumen toe te passen. De uitstekende prestaties van PmB's op het gebied van spoorvorming kunnen worden vastgesteld door fundamentele tests, zoals de "Multiple Stress Creep Recovery" (MSCR) test. Het "creep-recovery" gedrag is de belangrijkste factor voor de weerstand tegen vervorming en deze eigenschap komt door het polymeernetwerk in het bitumen.

Vezels in bitumen kunnen deze eigenschap niet evenaren. Dat kan bevestigd worden door de MSCR proef op bitumen/mastiek of de triaxiaal proef op mengsels. Op dit moment zijn er dus geen wetenschappelijk bewezen alternatieven beschikbaar om PmB's voor dergelijke toepassingen te vervangen. Bij het warm produceren van dit type mengsel kunnen LynPave-mengsels wel een alternatief bieden.



### 2.2.1 Verlaging van de productie temperatuur bij mengsel zonder PR

Uit de jarenlange ervaring en laboratorium onderzoeken is gebleken dat LynPave-olie ook geschikt is als een WMA additief in mengsels met penetratie en/of gemodificeerde bitumen waarin geen PR is toegevoegd aan het mengsel. De dosering van LynPave-olie is dan vaak aan de lage kant en ligt tussen 0,050-0,075 % op het totale asfalt mengsel niveau. Dit is vooral relevant voor deklagen uit de RAW-mengsels, zoals Surf, SMA en ZOAB die geen gerecycled materiaal (PR) bevatten.

Een van de zorgen die bij een bio-flux in mengsel zonder asfaltgranulaat kan zijn dat het bindmiddel te zacht wordt waardoor risico's ontstaan voor:

- Spoorvorming in AC-mengsels
- Vetslaan in SMA-mengsels
- Vroegtijdige rafeling in ZOAB/SMA-mengsels

Echter, deze risico's zijn zorgwekkend als het bindmiddel zacht blijft, maar uit de ervaringen met LynPave-mengsels waarin geen PR is verwerkt, blijken deze risico's echter niet prominent aanwezig te zijn. Er zijn publicaties waarin wordt vastgesteld dat lijnzaadolie kan uitdrogen en tegelijkertijd een netwerk vormt met de bitumenstructuur, wat leidt tot verstijving vergelijkbaar met conventionele bitumenverstijving [2,3,4].

Sinds 2015 zijn er SMA proefvakken zonder asfaltgranulaat met en zonder PmB bindmiddel geproduceerd met LynPave op 130°C, en deze proefvakken zien er nog steeds goed uit [bron: interne Monitoringsrapporten Roelofs 2022 en NTP 2023].

## 2.3 Hergebruik

### 2.3.1 Asfaltgranulaat in LynPave

De eerste toepassing in 2010 van LynPave-olie in asfaltmengsels had het doel om reologische en mechanische eigenschappen van het bindmiddel uit het asfaltgranulaat terug te brengen op het niveau van verse bitumen. Een bijkomend voordeel was dat met het toepassen van LynPave-olie, naast het verhoogde percentage asfaltgranulaat, ook de productie en verwerkingstemperatuur kon worden verlaagd. Bij de eerste toepassing als WMA in 2012 had LynPave vergelijkbare functionele eigenschappen als de HMA-mengsels. Sindsdien zijn LynPave-mengsels vrijwel altijd met asfaltgranulaat geproduceerd door verschillende asfaltproducenten binnen Nederland.

Deze ontwikkeling is met name aantrekkelijk vanwege de lagere MKI-waarden van de mengsels, die mogelijk worden gemaakt door het hergebruik van oud asfalt in het mengsel. In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de LynPave-mengsels met het percentage asfaltgranulaat, aangeduid als % PR. In bin/base-mengsels is toepassing van 50 tot 85% hergebruik normaal, voor AC surf 35% PR, ZOAB 50% PR en SMA 30% PR. Deze mengsels zijn met succes met LynPave geproduceerd en verwerkt.

Voor deklaagmengsels komt er een richtlijn om structureel het gebruik van PR in de deklaag eerst tot 30% en vervolgens tot 50% te verhogen. Sommige marktpartijen hebben zelfs deklaagmengsels met meer dan 50% PR gevalideerd. De overgang van HMA naar WMA mag de vooruitgang in circulariteit niet belemmeren. LynPave is zeer geschikt voor het produceren van asfalt met PR op lage temperatuur en vormt geen belemmering voor hergebruik in de toekomst.

### 2.3.2 LynPave als asfaltgranulaat

Het hergebruik van LynPave-mengsels als asfaltgranulaat kent geen beperkingen bij het hergebruik in nieuwe mengsels. Verschillende asfaltcentrales, ACB, ACOB, ACT, APW, APK, APH, ZVAC, ACE, ACT, APRR, APA en APM hebben met succes LynPave-asfaltgranulaat in het verleden hergebruikt in nieuwe mengsels zonder enige complicatie gerelateerd met LynPave mengsels. Daarnaast zijn door

deze asfaltcentrales regelmatig tijdelijke deklagen aangebracht waarbij een LynPave mengsel is toegepast. Deze zijn na verloop van tijd weer hergebruikt als LynPave asfaltgranulaat.

Om de hergebruiksmogelijkheden van LynPave-mengsels te evalueren aan de hand van functionele eigenschappen, heeft H4A in 2015 LynPave freesmateriaal van een tijdelijke deklaag bemonsterd. Deze deklaag lag circa 5 jaar op de weg. Dit freesmateriaal is in een verhouding van 1:1 gemengd met normaal asfaltgranulaat en vervolgens toegepast in een 50% PR AC Base mengsel. Het mengsel werd onderworpen aan een type-onderzoek, waarvan de resultaten zijn samengevat in tabel 3.

Tabel 3: Overzicht functionele eigenschappen hergebruikt LynPave mengsel

| LynPave Mengsel   | Streef Dichtheid [kg/m <sup>3</sup> ] | Holle ruimte [%] | ITSR [%] | Tri-axiaal Fc | Stijfheid @ 20°C & 8 Hz [MPa] | 4 PB vermoeiing [µm/m] |
|-------------------|---------------------------------------|------------------|----------|---------------|-------------------------------|------------------------|
| AC 16 Base 50% PR | 2382                                  | 4,3              | 84       | 0,12          | 8086                          | 104                    |

Bij de productie van dit asfalt is naast het evalueren van de functionele eigenschappen ook een emissiemeting uitgevoerd op formaldehyde, een stof die kan ontstaan bij gebruik van biologische materialen en waar bitumen ook op kan reageren. De gemeten waarde met < 0,02 ppm bleef onder de toegestane ARBO-grenswaarde van 0,12 ppm [bron: *Interne rapportage van AKC*].

### 2.3.3 Hergebruik in asfaltmolen

Bij de productie van asfaltmengsels met asfaltgranulaat worden de witte mineralen en PR apart verwarmd. De temperaturen van bitumen (170 °C) en asfaltgranulaat (120 °C) blijven zowel bij HMA als WMA identiek. Door de temperatuur van de witte mineralen te variëren, afhankelijk van het percentage PR in het mengsel, kan men op productietemperatuur sturen. Voor HMA zijn de nieuwe mineralen vaak opgewarmd tot boven de 230 °C, en voor WMA is dit vaak onder de 200 °C.

De PR wordt niet warmer dan 120°C om twee redenen:

- Het bitumen in de PR niet verder te verouderen
- De uitstoot van schadelijkstoffen als PAK's en Benzeen te beperken.

Het bitumen uit het asfaltgranulaat is tijdens zijn vorige leven, vanaf productie tot eindlevensduur, verouderd. Dit komt door de productiewarmte, zuurstofveroudering en UV-straling tijdens het gebruik. Hierdoor wordt het bitumen minder flexibel en gevoelig voor allerlei schadebeelden, zoals stripping, rafeling en scheurvorming.

Echter, naast het verlagen van de productie- en verwerkingstemperatuur, draagt LynPave-olie ook bij aan het herstellen van de flexibiliteit van het bitumen uit het asfaltgranulaat, zoals beschreven in paragraaf 1.3, en toont het herstel van het reologisch gedrag, zoals weergegeven in figuur 5. De olie wordt bij de asfaltinstallatie tijdens het mengproces toegevoegd. De dosering van deze olie is vastgesteld in het typeonderzoek en is afhankelijk van de samenstelling van het mengsel. Nadat de LynPave-olie in de menger is gedoseerd, dringt deze vrijwel direct in het asfaltgranulaat. Hiervoor wordt de mengtijd verlengd van 7 seconden naar 14 seconden.

### 3. Type Onderzoek

Het proces van typeonderzoek bij LynPave-mengsels volgt dezelfde procedures als bij conventionele hete mengsels. In tegenstelling tot bij HMA wordt bij een WMA LynPave-mengsel eerst de dosering van LynPave-olie bepaald aan de hand van percentage PR en de bindmiddel eigenschappen uit het asfaltgranulaat, zoals de penetratie en ring & kogel temperatuur. De grondstoffen worden verwarmd in een stoof op 130°C en gemengd in een krachtige dwangmenger om een representatieve asfaltspecie te verkrijgen. Eerst worden de grondstoffen droog gemengd zonder vulstof, vervolgens wordt het asfaltgranulaat toegevoegd, gevolgd door het bitumen en de LynPave-olie, en tot slot wordt de vulstof toegevoegd. Deze werkwijze komt overeen met de standaardprocedure voor het bereiden van HMA asfaltspecie.

De benodigde proefstukken worden vervaardigd en onderworpen aan testen volgens proef 62 van de Standaard RAW Bepalingen 2020. Deze proefstukken worden vervolgens binnen een periode van 2 tot 6 weken na fabricage beproefd. De functionele eigenschappen van de AC-mengsels (bin/base/surf) zijn vergelijkbaar met de overeenkomstige hete mengsels. Op basis van de gemeten stijfheid- en vermoeiingseigenschappen worden OIA-parameters berekend die op standaard wijze worden toegepast in een OIA-berekening voor wegontwerp.

#### 3.1 Additioneel onderzoek

De functionele eigenschappen, zoals vastgesteld in het typeonderzoek volgens de vereisten van proef 62 uit de Standaard RAW Bepalingen 2020, zijn eveneens van toepassing op LynPave-mengsels. Deze eigenschappen belichten de voornaamste risico's van AC-mengsels, zoals samenstelling, watergevoeligheid, vermoeiing, spoorvorming en stijfheid. Voor deklagen zoals SMA en ZOAB is proef 62 echter beperkt tot de samenstelling en empirische eigenschappen, zoals verdichtingsgraad, holle ruimte en watergevoeligheid. Voor deze mengsels zijn er op de Nederlandse markt aanvullende onderzoeksmethoden beschikbaar, zoals de RSAT en vorst- en dooitest. In de onderstaande tabel worden enkele risico's benoemd waarmee in het algemeen rekening moet worden gehouden bij het toevoegen van een LynPave-olie aan het betreffende mengsel.

Tabel 4: Risico's per mengseltype

| Risico                       | Risico bij mengsel type | Gedekt in                          |
|------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Weerstand tegen spoorvorming | AC Mengsels             | RAW 2020 Proef 62 en DSR MSCR test |
| Rafeling                     | SMA/ZOAB Mengsels       | RSAT                               |

#### 3.2 Proefomschrijving en condities

##### 3.2.1 Weerstand tegen spoorvorming $f_c$ waarden en MSCR test (AC mengsels)

Hoewel Nederland naast de vereisten van RAW geen specifieke normen hanteert voor permanente vervorming, blijft het van cruciaal belang om het gedrag van het bindmiddel met LynPave tijdens weggebruik te begrijpen. In de praktijk wordt spoorvormingsgevoeligheid inzichtelijk gemaakt door middel van twee veelgebruikte testmethoden in Nederland, namelijk de tri-axiale test op het mengsel volgens NEN-EN 12697-25 en de test op het bindmiddel volgens NEN-EN 16659.

De  $f_c$ -waarde afgeleid uit het Tri-axiaal onderzoek biedt een goed beeld van de weerstand tegen spoorvorming. Een aanvullende onderzoeksmethode om grondig inzicht te verkrijgen in permanente vervorming op het bindmiddel niveau, is de Multiple Stress Creep Recovery Test (MSCRT), uitgevoerd met behulp van de Dynamic Shear Rheometer (DSR). Deze gestandaardiseerde

testmethode, zoals beschreven in NEN-EN-16659, biedt de mogelijkheid om bitumen te evalueren met betrekking tot de weerstand tegen permanente vervorming en de elastische terugvering ervan.

### 3.2.2 Weerstand tegen rafeling (RSAT) (Deklaag mengsels SMA en ZOAB)

De rafelingsweerstand van LynPave deklaagmengsels, zoals SMA, DGD en ZOAB, wordt beoordeeld met behulp van de RSAT. Deze testmethode wordt eveneens door Rijkswaterstaat toegepast om de rafelingsweerstand van deklaagmengsels te beoordelen.

De RSAT-test simuleert de afschuif-belasting die op de weg kan optreden. Deze schuifspanningen manifesteren zich in het contactgebied tussen banden en het wegdekoppervlak. Deze spanningen kunnen leiden tot steenverlies aan het oppervlak van de deklaag, wat rafeling wordt genoemd.

De evaluatie van de rafelingsweerstand van LynPave-mengsels vindt plaats op basis van vergelijkend onderzoek. Hierbij wordt een LynPave-deklaag (bijvoorbeeld ZOAB) geanalyseerd en vergeleken met een referentiemengsel met identieke samenstelling (afgezien van de LynPave-olie), geproduceerd op traditionele wijze. Door middel van deze vergelijking kan worden beoordeeld in hoeverre het productieproces van het LynPave-mengsel van invloed is op de rafelingsweerstand in vergelijking met een traditioneel HMA-mengsel.

### 3.3 Eisen en bepalingen

Vrijwel alle wegbeheerders passen voor asfalt de RAW 2020 toe met daarin omschreven de functionele eisen voor asfaltmengsels. De bovenliggende normatieve en wettelijke eisen zijn vastgelegd in de EN 13108 reeks en in de CE systematiek. In de EN 13108 reeks is sinds 2008 geen sprake meer van een minimale asfalt productie temperatuur, daarmee is dit ook geen eis meer vanuit de RAW welke enkel functionele eisen beschrijft. De verlaging van de asfalt productietemperatuur kan probleemloos worden gerealiseerd middels de toepassing van (bio)additieven hetgeen in de EN 13108 onder artikel 4.1 nader beschreven wordt. Relevante eis in EN 13108 art 4.1 is wel dat de producent dit dient te onderbouwen middels bewijs. Specifiek voor Nederland is dit bewijs het doorlopen van de typetest plicht onder CE waarvoor Rijkswaterstaat als aanvulling het ringonderzoek via het CROW tot plicht heeft gesteld. De typetest gegevens zijn daarmee een sluitend bewijs dat het specifiek aangeboden asfaltmengsel aan de functionele eisen van de RAW 2020 voldoet. Dit geldt ook voor LynPave asfaltmengsels.

De techniek achter LynPave-mengsels is niet specifiek voor een bepaald mengsel, maar betreft een productietechniek. Met deze productietechniek kunnen dezelfde mengsels worden vervaardigd als bij hete productie, met dezelfde bouwstoffen en in dezelfde verhoudingen, met uitzondering van de LynPave-olie dosering. De geringe toevoeging van LynPave-olie vormt een fractie van het bitumen.

Dit betekent dat het verlagen van de productietemperatuur door gebruik te maken van LynPave-olie altijd zonder risico op kwaliteitsverlies kan worden toegepast. Het betreft een regulier productieproces op de productietemperatuur na.

### 3.4 Rapportage (Verkort verslag +)

Conform de voorschriften van NEN-EN 13108-20 dient elk asfaltmengsel te worden onderworpen aan een type-onderzoek, zoals beschreven in onderdeel 7. Daarnaast vereist proef 62 van de Standaard RAW Bepalingen 2020 een verkort verslag. Voor AC LynPave-mengsels gelden dezelfde rapportagevereisten als voor de HMA varianten, met als enige toevoeging de vermelding van de dosering van de LynPave-olie en de productietemperatuur van LynPave.

Om de zorgen zoals in paragraaf 3.1 benoemd weg te nemen, voor AC, SMA en ZOAB mengsels, dient de asfaltproducent van LynPave aan te tonen dat de productie ervan geen negatieve invloed heeft op de spoorvorming en rafeling, dit om de duurzaamheid van het mengsel te waarborgen.

Het uitvoeren van een vergelijkend onderzoek tussen HMA mengsels en LynPave-mengsels hoeft niet voor elk individueel mengsel te geschieden. Na uitvoering van dit onderzoek kunnen de bevindingen ervan generiek worden toegepast op alle AC, SMA en ZOAB mengsels, mits deze voldoen aan de vastgestelde criteria.

## **4. Productie**

(voor batch en continu menger)

### **4.1 Bouwstoffen + vereiste kenmerken**

De technische toepasbaarheid van LynPave-olie is bewezen door onderzoek en ruime ervaring (11 verschillende asfaltcentrales), asfaltploegen (1Mton tot 2024). Daarbij is uiteraard voldaan aan de eisen met betrekking tot technische toepasbaarheid, maar ook met betrekking tot emissies en gezondheid.

Om te kunnen voldoen aan de eisen volgens de BRL9320 is het noodzakelijk dat alle in asfalt toegepaste bouwstoffen op de OPWA-lijst zijn vermeld. LynPave-olie staat op deze OPWA-lijst. Daarnaast is met behulp van GCMS-onderzoek de herbruikbaarheid van LynPave na einde levensduur aangetoond. Op basis van de BRL9320 is LynPave volledig herbruikbaar in warm bereid asfalt.

Daarnaast is LynPave voorzien van o.a. een veiligheidsblad en voldoet het aan alle wettelijke eisen met betrekking tot ARBO- en milieuwetgeving.

Uit onderzoek is gebleken dat LynPave-olie naast de viscositeitverlaging van het bindmiddel ook het oude bitumen uit de PR reactiveert. Zo heeft onderzoek op bindmiddeniveau middels afpelonderzoek door TNO aangetoond, dat het bindmiddel in het mengsel bestaande uit LynPave-olie en het nieuwe en oude bitumen uit de PR goed gehomogeniseerd zijn. Op mengselniveau is de werking van LynPave aangetoond middels reguliere typetesting en aanvullende onderzoeken zoals vorst-dooi en RSAT, maar natuurlijk ook het praktijkgedrag.

### **4.2 Aanpassing in asfaltcentrale**

De aanpassing van de asfalt centrale is gering, alleen een (puls)pompinrichting is vereist en eventueel een weegbak. De dosering van LynPave-olie dient daarbij in het besturingsprogramma geïntegreerd te worden (zie foto).

LynPave-olie wordt geleverd als kant en klaar product. Om de nauwkeurigheid van de dosering middels pulsen te waarborgen, wordt er per puls 0,029 liter gedoseerd. Of anders gezegd 35 pulsen is 1 liter (= 0,95 kg) LynPave. Dat betekent dat voor bijvoorbeeld een charge van 2.000 kg asfalt en een dosering van bijvoorbeeld 0,06% LynPave-olie in het mengsel, er 44 pulsen worden afgegeven.

Zowel de dosering middels pulsen als de weegbak dienen periodiek gekalibreerd te worden. De installatie heeft nagenoeg geen onderhoud nodig. Door de eenvoud van de installatie zijn de risico's op storingen nihil.



Figuur 5: Illustratie van besturingssysteem bij asfaltmenginstallatie

De asfalt centrales die ervaring hebben met LynPave zijn:

- ACOB, Asfalt Centrale Over Betuwe, Huissen
- ACB, Asfalt Centrale Bovenveld, Stegeren
- ACT, Asfalt Centrale Twenthe, Hengelo
- APW, Asfalt Productie Westerbroek
- APK, Asfalt Productie Kootstertille
- APH, Asfalt Productie Hoogblokland
- ZVAC, Sluiskil (Gesloten per 1-1-2024)
- ACE Asfalt Centrale Eindhoven
- APT, Asfalt Productie Tiel
- APRR, Asfalt Productie Rotterdam Rijnmond
- APA, Asfalt Productie Amsterdam
- APM, Bergen op Zoom

LynPave-olie wordt nu geleverd in IBC (Intermediate Bulk Container) van 1.000 liter en van daaruit gedoseerd. Wanneer LynPave in grotere hoeveelheden toegepast gaat worden, ligt het voor de hand om voor de opslag een speciale tank te gaan gebruiken.

#### 4.3 Plaats van doseren

Lynpave-olie wordt direct in de menger gedoseerd, gelijktijdig met bitumen. Door middel van een (puls)pomp wordt LynPave-olie tijdens het mengproces in de menginstallatie gespoten, waarna de LynPave-olie en het bitumen door het mineraal worden gemengd.

Een andere toegepaste manier van doseren van LynPave-olie is door middel van een weegbak. In dat geval wordt de LynPave-olie in een weegbak gespoten, waarna de weegbak in de menger wordt gelost.

#### **4.4 Droge menging basis bouwstoffen + randvoorwaarden**

Met betrekking tot de droge mengtijd van het asfaltmengsel (minus het bindmiddel) is er geen verschil met HMA. Ook de mengvolgorde verschilt niet. De mengvolgorde is als vanouds slechts afhankelijk van de asfaltmenginstallatie en de samenstelling van het geproduceerde asfaltmengsel. Het verschil is alleen dat het materiaal uit de witte trommel (mineraal) en eventueel uit de paralleltrommel (asfaltgranulaat) tot een lagere temperatuur wordt opgewarmd. Deze temperatuur wordt zo gestuurd dat de eindtemperatuur op het gewenste niveau is. Dit sturen op de juiste eindtemperatuur werkt bij WMA hetzelfde als bij HMA, alleen nu binnen een temperatuurgebied tussen 110°C tot 140°C. Om de kwaliteit van de mengtijd en -volgorde te controleren wordt er bij de productiecontroles ook gekeken naar de mengselproductietemperatuur en de gerealiseerde mengkwaliteit.

#### **4.5 Menging totaal mengsel**

Het produceren van asfalt met een eindtemperatuur van maximaal 140 °C heeft productietechnisch geen belemmeringen. Bij het opstarten van het productieproces is het asfalt eerder op de juiste temperatuur. Hierdoor kan de operator de productiesnelheid in de opstartfase eerder opvoeren naar de maximum productiecapaciteit.

De productietemperatuur van LynPave-asfalt ligt in het gebied tussen 110°C – 140°C. Afhankelijk van het soort asfalt, percentage PR en het type bitumen, wordt een mengtemperatuur vastgelegd.

De opslag van bitumen verandert niet, het bitumen wordt opgeslagen bij de normale EVT-temperatuur voor productie.

Bij de productie van LynPave-asfalt worden voor zowel de zwarte als de witte trommel temperaturen aangehouden boven de 100°C. De temperatuur in de zwarte en witte trommel wordt gestuurd op de gewenste eindtemperatuur en het vochtgehalte van de bouwstoffen.

#### **4.6 Controle methoden**

De dosering van LynPave-olie wordt in de molenregistratie meegenomen, zodat voor elke batch ook de gedoseerde hoeveelheid LynPave-olie wordt vastgelegd. Tijdens de productie worden de standaard productcontroles uitgevoerd. Dat betekent dat temperatuur en samenstelling (korrelgradering + bindmiddelgehalte) worden gecontroleerd. Hiermee past het toepassen van LynPave binnen de huidige FPC. Tijdens de audits van de afgelopen jaren zijn er ook LynPave-mengsels meegenomen in de beoordeling door de certificatie instelling. Hierbij zijn geen NCN's (Non-conformance notification) vastgesteld.



#### **4.7 Bijsturing van de productie op grond van analyseresultaten**

Op basis van de gebruikelijke controles wordt het productieproces gemonitord en op basis van de resultaten van deze productiecontrole wordt indien nodig bijgestuurd. Dit werkt voor WMA hetzelfde als voor HMA (NEN-EN 13108-21).

Uit de ervaring met de productiecontroles van LynPave-asfalt zijn dezelfde afwijkingen vastgesteld als bij HMA. Hiermee vallen de producties van de verschillende LynPave-mengsels ruim binnen de bandbreedtes vanuit de FPC.

#### **4.8 Opslag van het eindproduct + randvoorwaarden**

De tijd die LynPave-mengsels opgeslagen kunnen worden, is afhankelijk van de kwaliteit van de voorraad silo's (isolatie en klepverwarming) en mengseltype. Een LynPave-mengsel kan even lang in de voorraadsilo's worden opgeslagen als hetzelfde HMA mengsel. Dit blijkt uit de ervaring die vanaf 2010 is opgedaan met de productie van LynPave-asfalt en dit is door middel van onderzoek bevestigd.

## 5. Transport & verwerking

### 5.1 Transport

Het transport van WMA kan op dezelfde wijze als bij HMA. Door toevoeging van LynPave wordt het mengsel niet ontmengingsgevoeliger. Daarbij geldt voor LynPave-mengsels dat de opslag- en vervoerstijd niet korter wordt dan bij HMA. Hierdoor is het vooraf in voorraad draaien van Lynpave-asfalt geen probleem, waardoor de productie goed op de verwerkingssnelheid kan worden afgestemd.

Doordat het temperatuurverschil van LynPave-asfalt ten opzichte van de omgevingstemperatuur kleiner is, is de relatieve afkoeling tijdens transport minder dan bij HMA. Daarmee is het transport minder kritisch dan bij HMA. Neemt niet weg dat afhankelijk van de weersomstandigheden er een risico bestaat van lokale afkoeling binnen een vracht. Daarom is, ook bij LynPave-mengsels, een goed geïsoleerde vrachtauto van groot belang.

### 5.2 Weer

Het verdichtingsproces van LynPave-mengsel kan doorgezet worden tot een lagere temperatuur dan bij HMA. Dat betekent dat het afkoelingsproces naar een niet meer verdichtbare temperatuur langzamer verloopt dan bij HMA. Concreet betekent dit dat er, ook bij koudere omstandigheden, meer tijd voor het verdichten is dan bij HMA. Daarmee is het risico dat de vereiste verdichting niet gehaald wordt tijdens ongunstige weersomstandigheden veel kleiner dan bij HMA. Daar staat tegenover dat op dagen met heel hoge buitentemperaturen het afkoelen van het asfalt wat langer duurt dan bij HMA. Dit geldt echter alleen voor heel warme dagen waarbij het afkoelingsproces van HMA ook al langer duurt. In die gevallen kan het noodzakelijk zijn om de weg iets langer dicht te laten, totdat de buitentemperatuur 's avonds voldoende is afgekoeld waardoor de asfalttemperatuur dan ook voldoende afgekoeld is.

### 5.3 Materieel en verwerkingsprotocol

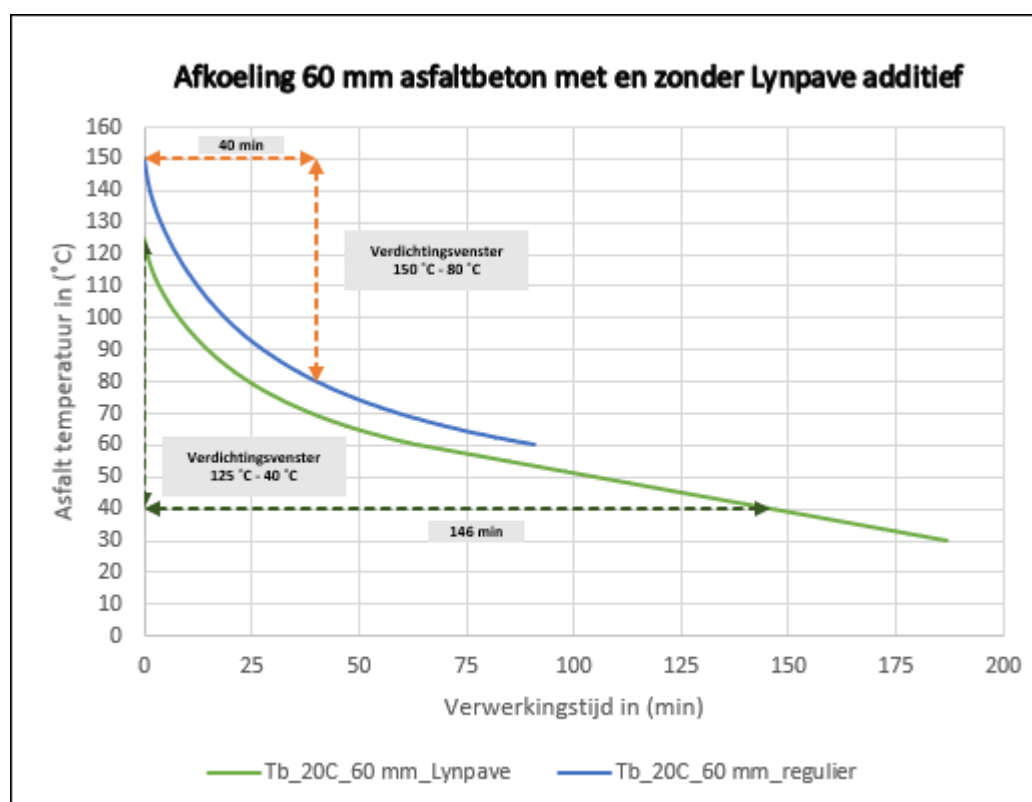
Lynpave-mengsel wordt verwerkt met het standaard materieel waarmee ook HMA wordt aangebracht. Voor machinale verwerking zijn geen aanpassingen noodzakelijk. Stopplekken dienen ook met LynPave zo veel mogelijk voorkomen te worden, al verloopt het afkoelen bij LynPave-asfalt minder snel dan bij HMA. Handmatig verwerken wordt in het algemeen bij LynPave-mengsel als zwaarder ervaren, terwijl het eindresultaat kwalitatief geen verschil maakt met HMA. Doordat het zwaarder is, is het dus wel noodzakelijk goed te kijken naar de uitvoering. De uitvoering moet zo worden ingestoken dat zoveel mogelijk machinaal aangebracht kan worden. Bij handwerk moet gekeken worden naar machinale hulp in de vorm van een kraantje en/of knikmops.

Voor het verdichten van LynPave-asfalt worden dezelfde walsen ingezet. Het grote verschil met HMA is echter de temperatuur en het verloop van het walsproces. Daar waar HMA verdicht wordt bij een temperatuur tussen 150°C tot 80°C, is dit voor Lynpave vanaf 110°C tot ca. 50 / 40°C. Dit geeft, met name onder slechte omstandigheden, een ruimere tijd om de verdichting te halen. Dat er meer tijd is komt omdat het afkoelingsproces van 110°C naar 40°C langer duurt dan de afkoeling van 150°C tot 80°C. In onderstaande tabel is de boven en ondergrens van het verwerkingsproces weergegeven.

Tabel 5: boven en ondergrens van het verwerkingsproces

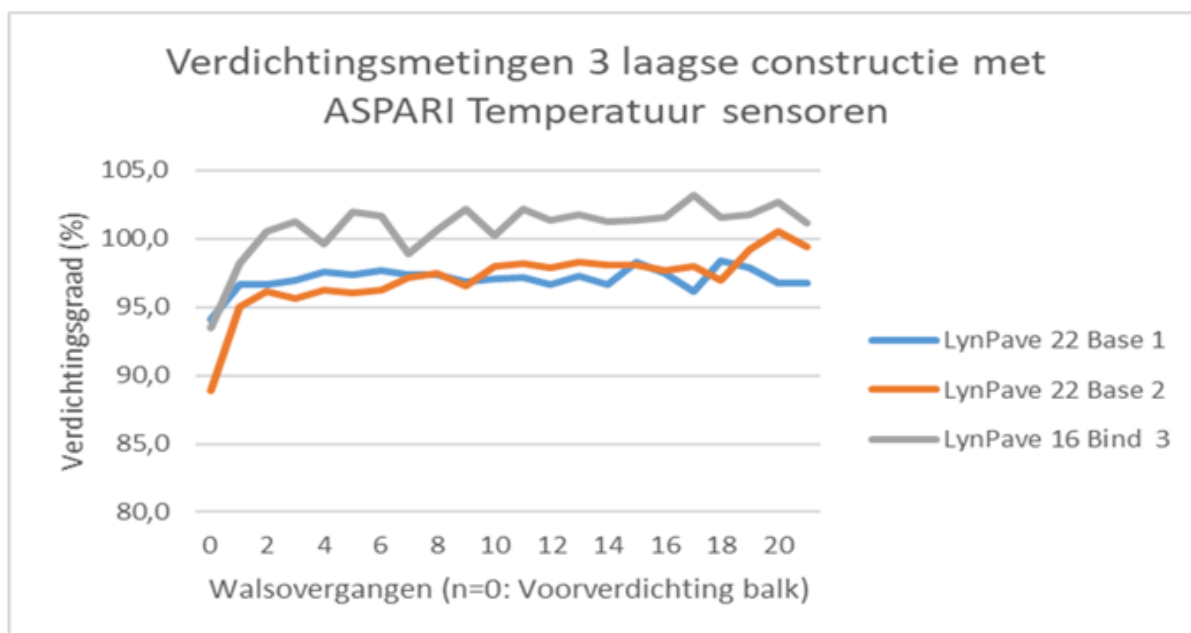
|         | Ondergrens | Bovengrens |
|---------|------------|------------|
| HMA     | 80 °C      | 150 °C     |
| LynPave | 40 °C      | 110 °C     |

Met behulp van de tool Pavecool (zie <http://www.dot.state.mn.us/app/pavecool/>) kan vooraf worden voorspeld binnen welke tijd het verdichtingsproces voltooid moet zijn. Pavecool is gemaakt voor HMA. Met behulp van metingen in de praktijk is de betrouwbaarheid van Pavecool ten aanzien van WMA gecheckt. Uit deze check is gebleken dat wanneer in Pavecool een lagere begin en eind temperatuur wordt aangehouden, de door Pavecool berekende verdichtingstijd correct wordt weergegeven. Een uitwerking van een afkoelingscenario is in de onderstaande grafiek weergegeven. Hier wordt een vergelijk gemaakt tussen de beschikbare verdichtingstijd voor HMA en LynPave-asfalt.

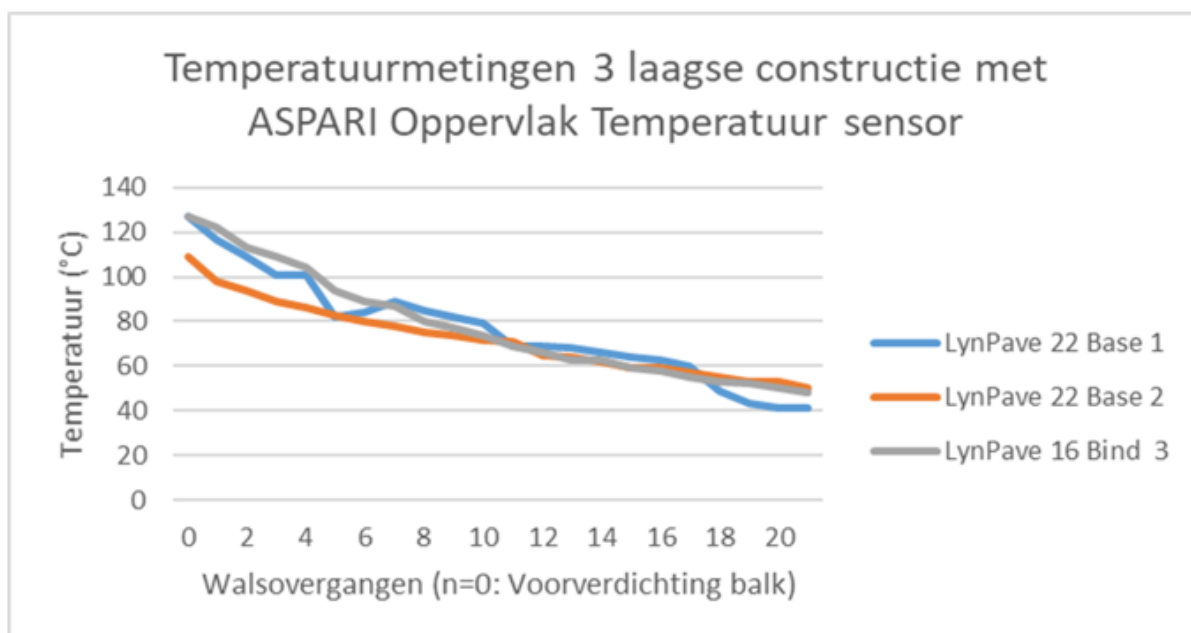


Figuur 6: Afkoeling asfalt met en zonder LynPave

Ook is er met behulp van ASPARi onderzoek uitgevoerd naar het verdichtingsproces (verdichting in relatie met walsovergangen) en het temperatuurverloop (temperatuur ten opzichte van walsovergangen). In onderstaande grafieken zijn de resultaten van dit onderzoek weergegeven.



Figuur 7: Verdichting versus walsovergangen



Figuur 8: Temperatuur versus walsovergangen

#### 5.4 Controle methoden / opleveringscontrole

De beoordeling van de kwaliteit van het geleverde werk, verschilt voor de toepassing van LynPave niet van die van HMA. Dezelfde onderzoeksmethoden en beoordeling van de resultaten zijn van toepassing.

Uit vergelijkend boorkernonderzoek blijkt dat de spreiding en het gemiddelde van metingen aan boorkernen met LynPave gelijkwaardig zijn aan de resultaten van de referentievakken met HMA.

CROW Richtlijn Warm Mix Asphalt v1.0, mei 2024, bijlage D – Additieven, viscositeitverlager, Lynpave

In onderstaande tabellen zijn de resultaten van twee wegvakken weergegeven waar zowel LynPave-asfalt als reguliere HMA is toegepast.

Tabel 6: Gemiddelde resultaten WMA metLynPave

| LynPave  |           |   |  |   |                   |                        |
|--|-----------|---|--|---|-------------------|------------------------|
| Project  | Aantal BK | Dichtheid proefstuk<br><i>in kg/m<sup>3</sup></i> | Streef dichtheid<br><i>in kg/m<sup>3</sup></i> | Dichtheid mengsel<br><i>in kg/m<sup>3</sup></i> | VG<br><i>in %</i> | HR<br><i>in %(V/V)</i> |
| N348 Frooackerdyk<br>West invalsweg Leeuwarden |           |   |  |   |                   |                        |
| Gemiddelde LynPave                             | 19        | 2383  | 2388   | 2502  | 99,8              | 4,7                    |
| St. Afw. LynPave                               |           | 36,2  | 0,0  | 0,0   | 1,5               | 1,4                    |

Tabel 7: Gemiddelde resultaten referentie HMA

| Referentie HMA                                 |           |   |  |   |                   |                        |
|--|-----------|---|--|---|-------------------|------------------------|
| Project  | Aantal BK | Dichtheid proefstuk<br><i>in kg/m<sup>3</sup></i> | Streef dichtheid<br><i>in kg/m<sup>3</sup></i> | Dichtheid mengsel<br><i>in kg/m<sup>3</sup></i> | VG<br><i>in %</i> | HR<br><i>in %(V/V)</i> |
| N348 Frooackerdyk<br>West invalsweg Leeuwarden |           |   |  |   |                   |                        |
| Gemiddelde HMA                                 | 8         | 2364  | 2374   | 2480  | 99,6              | 4,7                    |
| St. Afw. HMA                                   |           | 31,7  | 6,8  | 3,4   | 1,5               | 1,4                    |

## 6. Beheer en onderhoud

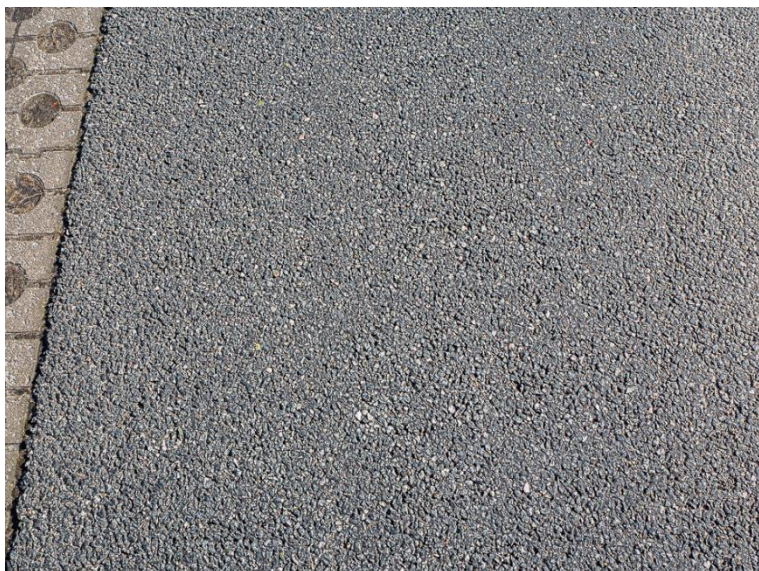
### 6.1 Aandachtspunten bij onderhoudswerkzaamheden in de gebruiksfase.

De toepassing van LynPave heeft geen consequenties voor onderhoud in de gebruiksfase. Uit de monitoring van diverse projecten, waar een LynPave-mengsel is toegepast in de deklaag, is gebleken dat de veroudering door weersinvloeden en het verkeer eenzelfde beeld vertoont als bij HMA.

Zo blijkt de langdurige monitoring van twee proefvakken met SMA LynPave (beide zonder PR) geen afwijkend beeld te geven ten opzichte van HMA. Zo is er 2015 in Sneek een proefvak aangelegd en in 2017 een vak op de N351 in Overijssel. Beide vakken zijn beoordeeld op de schadebeelden rafeling, dwarsonvlakheid, vetslaan, randschade en scheurvorming.



*Figuur 9: Controle dwarsvlakheid SMA-NL 11B LynPave na 6,5 jaar*



*Figuur 10: Oppervlaktetextuur SMA-NL 11B LynPave na 6,5 jaar*

Aan de hand van deze monitoring en verdere ervaringen met LynPave-deklagen is vast komen te staan dat LynPave-deklagen geen andere schadeontwikkelingen kennen dan HMA. Hiermee kan dezelfde onderhoud systematiek gehanteerd worden die ook voor HMA geldt.

## **6.2 Mengsel specifiek onderhoud**

Er is geen onderscheid tussen mengsel specifiek onderhoud met LynPave ten opzichte van dezelfde HMA-mengsels.

## **6.3 Schade & schadeherstel**

Net als HMA kan er bij LynPave-mengsels ook schade ontstaan die met dezelfde onderhoud technieken hersteld kan worden. Het vullen van gaten (boorgaten, mechanische schades) in LynPave-deklagen kan goed met Rephalt koud asfalt van Vialit worden uitgevoerd.

## **7. Vervanging en hergebruik**

### **7.1 Algemeen**

Bij de productie van LynPave-mengsels wordt gestuurd op de meng-pen (penetratie) van het nieuwe bitumen eventueel in combinatie met de pen van de PR, de zogenaamde log-pen-regel.

Gedurende de gebruiksfase verandert de penetratie van LynPave-mengsels zoals ook de penetratie van HMA verandert. Ten tijde van vervanging, is bij LynPave-mengsel de penetratie van het bindmiddel op eenzelfde niveau als bij HMA. Voordat een LynPave-mengsel hergebruikt kan worden, zal net als bij HMA o.a. de penetratie moeten worden bepaald.

### **7.2 Toekomstig hergebruik**

De samenstelling van LynPave-mengsels is, met uitzondering van een zeer geringe hoeveelheid LynPave, identiek aan eenzelfde HMA-mengsel. Doordat 1 ton LynPave-asfalt uit dezelfde grondstoffen bestaat als HMA, zijn de mogelijkheden voor toekomstig hergebruik gelijk.



## **8. Emissies & Milieu, Arbo en Kosten**

### **8.1 Emissies & Milieu**

De lagere productietemperatuur van LynPave-mengsel leidt tot minder emissies op de productie- en verwerkingslocatie. Een reductie van de productietemperatuur van 30 graden leidt tot een verlaging van het gasverbruik van ca. 15%. Wanneer de productietemperatuur met 50 graden wordt verlaagd, dan neemt het gasverbruik ca. 20-25% af. Hiermee ligt de CO<sub>2</sub>-reductie in dezelfde orde van grootte.

### **8.2 ARBO**

Uit de ervaringen die recentelijk zijn opgedaan tijdens de verwerking van asfalt, blijkt dat met name het aandeel nieuwe bitumen bepalend is voor de hoogte van de gemeten emissies. Maar naast het aandeel nieuwe bitumen, speelt de temperatuur ook een rol. Lagere temperatuur betekent minder emissies.

Handmatig verwerken van WMA in het algemeen wordt als zwaarder ervaren. LynPave-mengsel is hier geen uitzondering op. Het is daarom van belang om het werk zo in te richten dat WMA zoveel mogelijk machinaal verwerkt kan worden. Daarnaast dienen asfaltploegen beter ondersteund te worden in die gevallen waar handwerk noodzakelijk is.

### **8.3 Kosten**

De meerkosten voor LynPave-mengsels zijn per ton asfalt beperkt. Deze extra kosten worden, afhankelijk van de gasprijs, grotendeels opgeheven door de reductie in het gasverbruik.

Daarnaast zijn de kosten voor de doseerinrichting en de onderhoudskosten (afschrijving) van deze doseerinrichting nihil. Deze kosten hebben dan ook geen invloed op de asfaltkostprijs.

## **9. Voor de opdrachtgever**

### **9.1 Mogelijke risico's en hoe deze zijn weggenomen**

Op basis van de 13 jaar ervaring (onderzoek en praktijk) met LynPave in asfalt kan geconcludeerd worden dat LynPave-asfalt geen extra risico's met zich meebrengt voor de opdrachtgever/wegbeheerder.

### **9.2 MKI voordeel**

Bij de berekening van MKI volgens de huidige PCR 2.0, leidt de toevoeging van een additief tot een verhoging van de MKI. Dit geldt ook voor de toevoeging van LynPave. Echter zal de reductie in het gasverbruik een verlaging van de MKI teweegbrengen. Per saldo leiden deze twee effecten tot een verlaging van de MKI.

Naast een verlaging van de MKI, heeft het verlagen van de productietemperatuur direct effect op de uitstoot van CO<sub>2</sub>-eq ten gevolge van het verlagen van het gasverbruik.

### **9.3 Garantie**

Asfalt met LynPave valt binnen de regels van de RAW en daarmee is ook de garantie vanuit de RAW van toepassing. Dit verschilt niet met HMA. Indien in het contract andere garantieafspraken gemaakt worden, is het contract hierin leidend.

### **9.4 (Kwaliteits)eisen, condities en voorwaarden**

Dezelfde eisen aanhouden zoals deze in RAW-bestekken worden gehanteerd.

### **9.5 Uitvragen en accepteren**

De opdrachtgever kan dezelfde systematiek aanhouden, zoals nu in RAW-bestekken wordt gehanteerd. Schrijf als opdrachtgever het gewenste mengsel voor (AC base, bind, surf SMA enz.) en geef daarbij voor AC-mengsels aan welke categorie gewenst is (OL-B, OL-C enz.).

**Referenties:**

[1] Reclaimed Asphalt Pavement - Virgin Binder Diffusion in Asphalt Mixes November 2014  
Conference: Canadian Technical Asphalt Association At: Winnipeg, MB, Canada

[2] Jan B. Król 1 ID , Łukasz Niczke 2 and Karol J. Kowalski 1,\* ID 1 Towards Understanding the  
Polymerization Process in Bitumen Bio-Fluxes Faculty of Civil Engineering, Warsaw University of  
Technology, 00-637 Warsaw,

[3] Jan B. Król a, Karol J. Kowalski a Łukasz Niczke b, Piotr Radziszewski, ] Effect of bitumen fluxing  
using a bio-origin additive The Faculty of Civil Engineering, Warsaw University of Technology, Al.  
Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland

[4] Languri, G. M. (2004). Molecular studies of Asphalt, Mummy and Kassel earth pigments: their  
characterisation, identification and effect on the drying of traditional oil paint. [, Universiteit van  
Amsterdam].

[5] Conrado Cesar Vitorino Pereira da Silva1 , Osires de Medeiros Melo Neto1 , John Kennedy  
Guedes Rodrigues1 , Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça1 , Sonaly Mendes Arruda1 , Robson Kel  
Batista de Lima Evaluation of the rheological effect of asphalt binder modification using Linum  
usitatissimum oil Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Civil,  
Laboratório de Engenharia de Pavimentos. Rua Aprígio Veloso, 882, 58428-830, Campina Grande,  
PB, Brasil.

[6] IR. Gawel, J. Pilat, P. Radziszewskim, L. Niczke, J. Krol, M. Sarnowski, Bitumen fluxes of vegetable  
origin, POLIMERY 2010, 55, nr 1

[7] Luc De Bock, Nathalie Pierard, Stefan Vansteenkiste, Ann Vanelstraete, “Classificatie en analyse  
van verjongingsmiddelen voor asfaltrecycling” Dossier 21.

[8] Tanghe, Tine, Vansteenkiste, Stefan, Vanelstraete, Ann, “ITT-standaardprotocol voor  
asfaltmengsels met verjongers.”, publicatie CROW infradagen 2020.