

# Afpelonderzoek – bepaling homogeniteit bindmiddel ITC validatietraject Greenway LE

Gerbert van Bochove  
*Heijmans Integrale Projecten*

Michiel-Martijn Willemsen  
*Heijmans Integrale Projecten*

Dave van Vliet  
*TNO-Delft*

Jan Voskuilen  
*Rijkswaterstaat-GPO*

## Samenvatting

In het kader van het ITC validatietraject voor Greenway LE, het Lage Temperatuur Asphalt van Heijmans, is onderzoek verricht naar de bindmiddelkwaliteit en menging van oud en nieuw bitumen in Greenway LE in vergelijking met hete AC Base met dezelfde mengsamenstelling. Dit in verband met het hergebruik van asphaltgranulaat bij een lagere productietemperatuur en het eventueel niet volledig functioneel worden van het bitumen uit het oude asphalt, de zogenaamde “black rock” theorie.

Uit GPC analyses (Gel Permeatie Chromatografie) welke door TNO Delft zijn uitgevoerd is inzicht verkregen in de samenstelling van het bitumen in de verschillende monsters en daarmee in eventuele variatie over de dikte van de bitumenfilm. Het onderzoek is uitgevoerd op 4 verschillende asphaltseries:

- **Serie 1** betreft asphaltgranulaat bemonsterd uit het depot bij de asphaltcentrale;
- **Serie 2** betreft asphaltgranulaat waaraan in de paralleltrommel van de centrale het “zachte bindmiddel” is toegevoegd als voorbereidingsstap van het Greenway LE proces;
- **Serie 3** betreft het eindproduct Greenway LE;
- **Serie 4** betreft het eindproduct van het conventionele hete productieproces van AC Base 60% PR bij normale (hoge) productietemperatuur.

In het GPC onderzoek zijn onder andere de molecuulmassaverdeling en -waarden geanalyseerd. Het aandeel groter dan 4500 Dalton is hierbij gehanteerd als indicator voor het aandeel grotere moleculen; het aandeel kleiner dan 500 Dalton is gehanteerd als indicator voor het aantal kleinere moleculen.

Uit het onderzoek kan geconcludeerd worden dat de toevoeging van zacht bindmiddel tijdens de productie van Greenway LE een positief effect heeft op de homogeniteit van het bindmiddel. Er lijkt zelfs een voordeel op te treden ten opzichte van conventioneel, heet geproduceerde AC Base. Bij Greenway LE is er geen verschil in bitumeneigenschappen geconstateerd over de dikte van de bindmiddel huid terwijl dat bij heet geproduceerde AC Base wel het geval is.

## 1. Aanleiding

In het kader van het ITC validatietraject is Greenway LE, het Lage Temperatuur Asphalt van Heijmans, in november 2012 toegepast op de A2 tussen Den Bosch en Eindhoven. Het Greenway LE proces wordt gekenmerkt door een voorbereiding van het asfaltgranulaat met een zacht “inweek” bindmiddel, waarmee het verouderde bitumen geschikt gemaakt wordt voor Lage Temperatuur Asphaltproductie. Wanneer asfaltgranulaat zonder voorbereiding wordt toegevoegd, kan niet verwacht worden dat het oude bitumen bij de lagere temperatuur volledig mengt met het nieuw toegevoegde bitumen. Er ontstaat dan een inhomogeen en moeilijk verdichtbaar eindproduct.

Over het Greenway LE productieproces is gepubliceerd op de CROW Infradagen 2012; voor verdere details wordt hiernaar verwezen.



*Oud asfaltgranulaat -koud*



*Oud asfaltgranulaat -110 °C*



*Vorbewerkt asfaltgranulaat*

*Het karakteristieke voorbereidingsproces van oud asfalt volgens het Greenway LE proces*

In het kader van het ITC onderzoek is het mengsel in een tweetal proefvakken toegepast als tweede onderlaag. Gedurende de twee dagproducties zijn van tussenproducten en eindproducten monsters verzameld. Ook zijn uit het aangelegde wegdek proefstukken genomen.

Op deze proefstukken zijn uitgebreide, functionele en experimentele testen uitgevoerd. Alle functionele proeven conform het CE certificaat voor AC base mengsels zijn gecheckt op molengemengd materiaal. Het algemene beeld is, dat de functionele eisen overeenkomstig en in sommige gevallen zelfs positiever zijn dan de vooraf gedeclareerde waarden.

Verder is nog experimenteel onderzoek uitgevoerd, waaronder de afpelproef. Deze proef geeft inzicht in het effect van de toevoeging van het zachte “inweek” bindmiddel van het Greenway LE proces op het bitumen van het asfaltgranulaat en daarmee dus ook het eindresultaat.

Vanwege het innovatieve karakter van dit onderzoek en de verrassende resultaten, wordt van dit onderzoek in deze paper verslag gedaan.

## 2. Inleiding

De kwaliteit en de eigenschappen van een asfaltmengsel worden in belangrijke mate bepaald door de kwaliteit van het bindmiddel. Daarbij is niet alleen de gemiddelde bitumenkwaliteit van belang, maar ook de eventuele variaties van deze kwaliteit binnen de opbouw van het asfaltmengsel.

De standaard onderzoeksmethoden geven hierin geen inzicht. Wanneer bijv. de bindmiddelkwaliteit in een asfaltmonster wordt bepaald door middel van een standaard extractie en terugwinning van het bindmiddel, dan vindt er tijdens het extractie- en terugwinningproces een volledige en homogene menging van het verouderde en nieuwe bitumen plaats. Hieruit kan geen enkele informatie worden verkregen van de homogeniteit en de verdeling van het bindmiddel in het asfalt.

Op voorstel van Rijkswaterstaat is door TNO Delft onderzoek gedaan naar dit aspect bij Greenway LE door middel van de afpelproef. Hierbij is het onderzoek met name gericht op een eventuele menging van verouderd en nieuw bitumen in de bitumenomhulling van het mineraal aggregaat. Door het inweekproces met zacht bindmiddel in het Greenway LE procedé zou een inhomogeniteit in de bitumenfase van het asfaltmengsel kunnen ontstaan, die invloed zou kunnen hebben in de mechanische eigenschappen c.q. de duurzaamheid van het eindproduct.

In het verleden is wel meer onderzoek gedaan naar eventuele menging van verouderd en nieuw bitumen in de bitumenomhulling van mineraal aggregaat. Dit in verband met hergebruik van asfaltgranulaat bij de gebruikelijke (hoge) temperatuur en het eventueel niet volledig functioneel worden van het bindmiddel uit het oude asfalt, de zogenaamde “black rock” theorie. Deze proeven zijn in het verleden uitgevoerd door een asfaltmonster in een zeefmandje korte tijd opeenvolgend onder te dompelen in een aantal naast elkaar staande bakken met oplosmiddel. Het buitenste van de bitumenfilm blijft dan achter in de eerste bak en het materiaal meer naar binnen in de tweede bak, enz. Door het oplosmiddel uit de bakken in te dampen worden een aantal bitumenmonsters verkregen die afkomstig zijn uit verschillende lagen in de bitumenfilm, vandaar de naam: afpelproef. Hieruit kunnen conclusies worden getrokken met betrekking tot bovengenoemde theorie.

### **3. Afpelproef op Greenway LE**

Voor het onderzoek op Greenway LE is een dergelijk onderzoek voorgesteld. Echter, de open bakken oplosmiddel zijn ARBO-technisch niet optimaal (natuurlijk kan het in een zuurkast) en er moet veel oplosmiddel worden ingedampd. Daarom is een alternatieve methode ontwikkeld. Hierbij is uitgegaan van een sneextractie apparaat. Daarin wordt een asfaltmonster in een gesloten systeem besproeid en doorgespoeld met een constante stroom oplosmiddel. Door de uitkomende stroom oplosmiddel met bitumen direct vanaf het begin binnen bepaalde tijdsintervallen apart op te vangen, wordt hetzelfde effect bereikt als de methode met het zeefmandje en de bakken met oplosmiddel. Het bitumen aan de buitenkant van de bindmiddellaag om het mineraal aggregaat komt het eerste eruit, daarna dieper uit de laag, enz. Door het oplosmiddel uit deze monsters uit te dampen wordt een indruk verkregen van de variatie van de bitumenkwaliteit in de bindmiddelschillen om het mineraal aggregaat.

De uitvoering van de afpelproef zelf heeft plaatsgevonden in het laboratorium van de asfaltcentrale van Heijmans in Den Bosch. Na het indampen van de verschillende monsters is door TNO onderzoek uitgevoerd naar de bindmiddelkwaliteit middels GPC (Gel Permeatie Chromatografie) analyse. Dit levert inzicht in de samenstelling van het bitumen in de verschillende monsters en daarmee in eventuele variatie over de dikte van de bindmiddelfilm. Het onderzoek is uitgevoerd op 4 verschillende asfaltseries:

- **Serie 1** betreft asfaltgranulaat bemonsterd uit het depot bij de asfaltcentrale. Het betreft dus het ingevoerde oude asfalt in de centrale.
- **Serie 2** betreft asfaltgranulaat waaraan in de paralleltrommel van de centrale het “zachte bindmiddel” is toegevoegd. Dit is de voorbereidingstap, karakteristiek voor het Greenway LE proces. De monsters zijn genomen uit de tussensilo van de asfaltcentrale bij een temperatuur van ca. 110 °C.
- **Serie 3** betreft het eindproduct Greenway LE. Dit is een asfaltmengsel met 60 % (m/m) asfaltgranulaat waarbij het asfaltgranulaat is voorbehandeld met het “zachte bitumen” (corresponderend met serie 2). Na een verblijftijd van 10 minuten in de tussensilo, is het asfaltgranulaat toegevoegd in de menger van de centrale aan nieuw mineraal aggregaat, onder toevoeging van schuimbitumen 40/60. Het eindproduct bevat dus bitumen uit het asfaltgranulaat, het “zachte bitumen” en het schuimbitumen 40/60. De eindtemperatuur bedraagt dan ca. 105 °C.
- **Serie 4** betreft het eindproduct van het conventionele productieproces van AC Base met 60% asfaltgranulaat bij normale (hoge) productietemperatuur. Hierbij is het asfaltgranulaat via de paralleltrommel op de gebruikelijke wijze toegevoegd aan het nieuw geproduceerde asfaltmengsel. Als nieuwe bitumen is een 100/150 bitumen toegevoegd. Het eindproduct bevat dus bitumen uit het asfaltgranulaat en bitumen 100/150, geproduceerd bij een temperatuur van ca. 160 °C.

Uit deze vier asfaltseries zijn volgens de beschreven methode 5 bindmiddelmonsters bemonsterd op verschillende tijdstippen van het extractieproces. Alle bepalingen zijn in duplo uitgevoerd.

Opgemerkt wordt dat de mengselsamenstelling van Greenway LE (serie 3) en AC base (serie 4) exact hetzelfde is, ondanks dat het productieproces geheel verschillend is.

#### **4. Onderzoeksmethode**

In dit hoofdstuk wordt een samenvatting weergegeven van het volledige onderzoek dat door TNO Delft is uitgevoerd. Als analysemethode is de Gel Permeatie Chromatografie (GPC) gebruikt. Bij deze methode wordt de molecuulmassaverdeling in een monster, wat in THF (TetraHydroFuraan) in oplossing is gebracht, bepaald via een fotodiodearray UV detector.



*De GPC analyseapparatuur bij TNO Delft*

Als indicator voor de molecuulmassaverdeling worden verschillende molecuulmassawaarden (Mwaarden) gehanteerd, te weten  $M_n$ ,  $M_w$ ,  $M_z$  en  $M_{z+1}$ ;  $M_n$  benadrukt de kleinere moleculen in het monster;  $M_w$ ,  $M_z$  en  $M_{z+1}$  benadrukken de grotere moleculen in het monster.

Naast deze indicatoren worden ook nog zogeheten “markers” gebruikt. Dit zijn vaste molecuulmassawaarden, die als grenswaarden gehanteerd kunnen worden. Door het hanteren van markers kan een percentage van de molecuulmassaverdeling worden bepaald. Hierbij zijn de molecuulmassawaarden gehanteerd met een waarde van 4500 en 500 Dalton. Het aandeel groter dan 4500 Dalton is hierbij gehanteerd als indicator voor het aandeel grotere moleculen; het aandeel kleiner dan 500 Dalton is gehanteerd als indicator voor het aantal kleinere moleculen. In de rapportage zijn deze aangeduid als % > M 4500 en % < M 500.

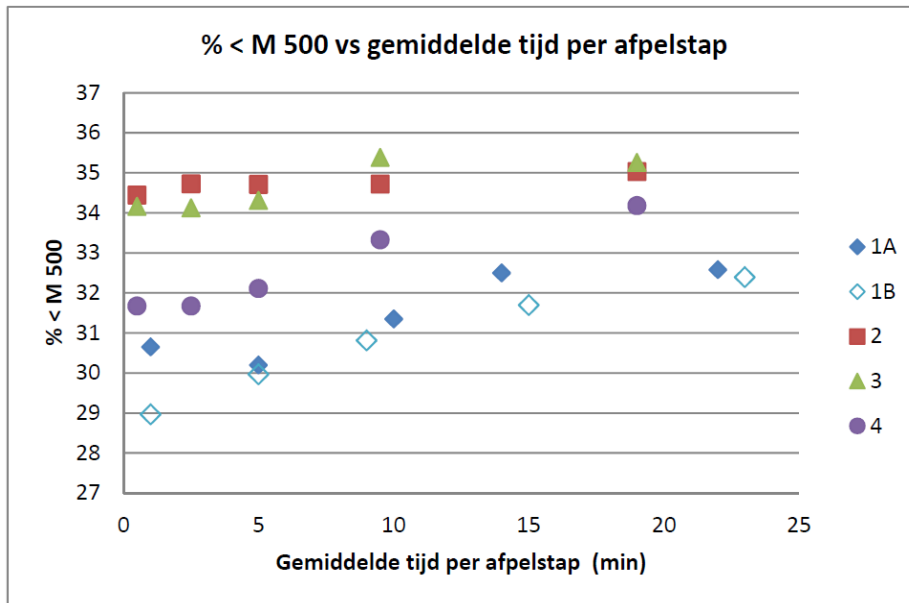
## **5. Resultaten**

Voor alle indicatoren zijn voor alle bitumenmonsters en afpelstappen de waarden bepaald. Hierbij is de afpelstap gedefinieerd als de gemiddelde tijd van het tijdsinterval waarbinnen het bitumen is verzameld. Aangezien er voor serie 1 (asfaltgranulaat uit het depot) een variatie is in tijdsintervallen per afpelstap tussen de herhalingen zijn deze als aparte sub-series weergegeven (1A en 1B). Voor de series 2 t/m 4 zijn de tijdsintervallen per afpelstap tussen de herhalingen gelijk en zijn deze als 1 serie weergegeven. Een enkel data punt is voor de series 2 t/m 4 een gemiddelde van 4 waarnemingen (2 bitumenmonsters, ieder in duplo geanalyseerd). Een enkel data punt is voor de series 1A en 1B een gemiddelde van 2 waarnemingen (1 bitumenmonster, in duplo geanalyseerd).

Uit alle testresultaten is een beeld ontstaan wat steeds voor de verschillende indicatoren bevestigd wordt. Bijvoorbeeld: het verloop over de verschillende afpelstappen voor de kleine moleculen is het spiegelbeeld van het verloop van de grote moleculen. Daarom worden onderstaand voor twee karakteristieke indicatoren de waarden weergegeven.

## Indicator % < M 500

In figuur 1 is voor de verschillende series het aandeel van moleculen met een molecuulmassa kleiner dan 500 Dalton per afpelstap weergegeven. Dit benadrukt aanwezigheid van kleinere moleculen in het bitumenmonster.



Figuur 1: Percentage < M 500 per afpelstap

### Waarnemingen:

- Voor de series 1A en 1B is een duidelijke toename per afpelstap in % < M 500 waarneembaar.
- De waarden bij de series 2 en 3 liggen aanzienlijk hoger dan die bij de series 1 en 4.
- Series 2 en 3 laten een redelijk constant aandeel zien van % < M 500.
- Serie 4 laat een vergelijkbaar aandeel zien in de eerste twee afpelstappen, waarna er een toename van % < M 500 waarneembaar is.

### Bespreking resultaten:

- Voor series 1A en 1B, waarbij het bitumen afkomstig is van het asfaltgranulaat uit het depot, is er een duidelijke toename in % < M 500 waarneembaar. Dit duidt op een hardere bitumenlaag met relatief minder kleine en meer grote moleculen aan de buitenkant van het asfaltgranulaat; een zachtere bitumenlaag met relatief meer kleine en minder grote moleculen aan de binnenkant van het asfaltgranulaat (meer richting mineraal aggregaat).
- Voor serie 2, waarbij het bitumen afkomstig is van het “ingeweekte” asfaltgranulaat uit de tussenbunker van het Greenway LE proces, is een duidelijke verhoging in % < M 500 waarneembaar t.o.v. serie 1. Ook het verschil tussen het minimale en maximale % < M 500 is aanzienlijk kleiner dan bij het bitumen afkomstig van het asfaltgranulaat (series 1). Het “zachte bitumen” lijkt te compenseren voor de verschillen in bitumenkwaliteit in het asfaltgranulaat en het geheel laat over alle afpelstappen een redelijk constant % < M 500 zien.
- Voor serie 3, waarbij het bitumen afkomstig is van het eindproduct Greenway LE, ligt het % < M 500 nagenoeg op hetzelfde niveau als bij serie 2, het ingeweekte asfaltgranulaat. Dit is zeer opmerkelijk; blijkbaar is de mix van het verouderde bitumen uit het asfaltgranulaat en het toegevoegde zachte “inweek” bindmiddel van

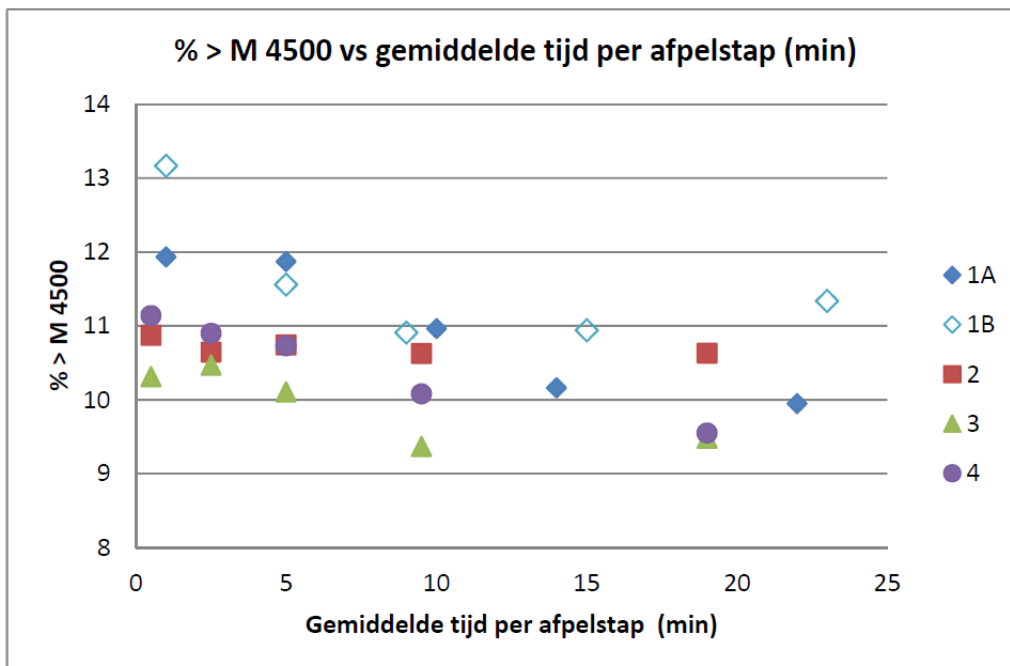
vergelijkbare kwaliteit met het nieuw toegevoegde bitumen 40/60. Ook in deze serie is het aandeel % < M 500 redelijk constant over alle afpelstappen. Het duidt op een gelijkmatige bitumenkwaliteit over de dikte van de bitumenschil om de korrels.

- Voor serie 4, met bitumen afkomstig uit conventioneel geproduceerde, hete AC Base met 60% asfaltgranulaat en bitumen 100/150, ligt het % < M 500 enigszins hoger dan in de series 1A en 1B. Dit kan verklaard worden door de toevoeging van het zachtere bitumen 100/150 hetgeen het % < M 500 doet toenemen.

Wel is er voor serie 4 over de afpelstappen een aanzienlijke toename in % < M 500 waarneembaar. Deze toename kan verklaard worden doordat er in vervolgstappen meer “zacht” bitumen van binnenuit de bitumenschil in het asfaltgranulaat wordt bereikt, hetgeen het % < M 500 doet verhogen. Dit komt overeen met het verloop in het onbewerkte asfaltgranulaat (series 1A en 1B). Het afwijkend verloop van serie 4 ten opzichte van de series 2 en 3 kan verklaard worden door het inweekproces van asfaltgranulaat in het Greenway LE procedé. Dit levert een constantere bitumenkwaliteit op over de verschillende afpelstappen.

### Indicator % > M 4500

In figuur 2 is voor de verschillende series het aandeel van moleculen met een molecuulmassa groter dan 4500 Dalton per afpelstap weergegeven. Deze waarde benadrukt de grotere moleculen aanwezig in het bitumenmonster.



Figuur 2: Percentage > M 4500 per afpelstap

### Waarnemingen

- Voor de series 1A en 1B is vooral in de eerste afpelstappen een aanzienlijke afname in het % > M 4500 waarneembaar.
- Serie 2 laat een redelijk constante waarde voor het % > M 4500 zien.

- Serie 3 laat de laagste waarde van het % > M 4500 zien. Er is wel wat variatie in het % > M 4500 te zien, echter binnen een beperkte bandbreedte. De eerste afpelstappen hebben een wat hoger % > M 4500 dan de laatste.
- Serie 4 begint hoger dan de series 2 en 3 maar wel lager dan de series 1, waarna er een continue afname over de afpelstappen is te zien.

#### Bespreking resultaten

- Voor de series 1A en 1B, met bitumen afkomstig van het asfaltgranulaat, is er een duidelijke afname van het % > M 4500 waarneembaar. Dit duidt op een hardere bitumenlaag met relatief minder kleine en meer grote moleculen aan de buitenkant van het asfaltgranulaat; een zachtere bitumenlaag met relatief meer kleine en minder grote moleculen aan de binnenkant van het asfaltgranulaat (meer richting mineraal aggregaat). Dit komt overeen met de waarnemingen bij de andere indicatoren. Tussen de series 1A en 1B zitten per afpelstap soms wat verschillen, toch is het globale verloop over de afpelstappen van beide monsters redelijk vergelijkbaar.
- Bij serie 2, met bitumen afkomstig van het “ingeweekte” asfaltgranulaat uit de tussenbunker van het Greenway LE proces, begint in de eerste afpelstap het % > M 4500 op een lager niveau dan de series 1. Het “zachte bitumen” doet blijkbaar het aantal grote moleculen aan de buitenkant van de bitumenschil afnemen. Dit is toe te schrijven aan het “inweekproces”. Verder blijft gedurende de opvolgende afpelstappen het % > M 4500 op een constant niveau.
- Voor serie 3, met bitumen afkomstig van het eindproduct Greenway LE, ligt het % > M 4500 wat lager dan bij serie 2, het ingeweekte asfaltgranulaat. Dit kan verklaard worden door het mengeffect en de toevoeging van bitumen 40/60 in de laatste mengstap van het Greenway LE proces. Het hardere bindmiddel van de buitenkant van het oude asfaltgranulaat wordt mobiel, maar ook “verjongd” door het zachte “inweek” bindmiddel. Verder is het % > M 4500 constanter over alle afpelstappen. Het duidt op een meer gelijkmatige bitumenkwaliteit over de dikte van de bitumenfilm om het aggregaat.  
Uit het feit dat bij deze serie het % > M 4500 over alle afpelstappen op het laagste niveau ligt van alle series zou afgeleid kunnen worden dat het aandeel grote moleculen (voornamelijk asfalteenfractie) is afgenomen. Het inweekproces betreft dus niet alleen een toevoeging van kleinere moleculen, maar veroorzaakt ook een verkleinen van het aandeel (bestaande) grotere moleculen over de dikte van de bitumenfilm (verjongingseffect).
- Voor serie 4, met bitumen afkomstig uit conventioneel geproduceerde, hete AC Base met 60% asfaltgranulaat en bitumen 100/150, ligt het % > M 4500 lager dan voor de series 1 (het asfaltgranulaat). Dit kan verklaard worden door de toevoeging van het zachtere bitumen 100/150, hetgeen het % > M 4500 doet verlagen. Daarnaast is er een geleidelijke afname voor serie 4 in % > M 4500 waarneembaar vanaf het begin (in tegenstelling tot serie 3, die lager begint, iets toeneemt en daarna weer afneemt). Deze afname kan verklaard worden doordat er in vervolgstappen meer “zacht” bitumen van het asfaltgranulaat wordt bereikt, hetgeen het % > M 4500 doet verlagen. Het afwijkend verloop in het begin van serie 3 t.o.v. serie 4 kan verklaard worden door het inweekproces. De continue afname van het % > M 4500 over alle afpelstappen van serie 4 geeft aan dat er bij “hete AC Base” toch nog sprake is van een verloop van de bitumenkwaliteit over de dikte van de bitumenfilm om de aggregaatkorrels.



## **6. Conclusies afpelonderzoek**

De volgende overall conclusies zijn te trekken:

1. In de bitumenfilm om het onbewerkte asfaltgranulaat (serie 1) is te zien dat de buitenkant een hardere bitumen bevat dan dieper in de schil. Dit zal het effect zijn van oxidatie die van buitenaf inwerkt en daarnaast mogelijk een absorptie van de zachte componenten van het bitumen in het steenoppervlak (exudatie genoemd). Dit effect komt bij alle indicatoren naar voren.
2. Duidelijk is waar te nemen dat de bewerking met zacht bindmiddel in het Greenway LE proces een effect heeft op deze opbouw. Bij serie 2, met bitumen afkomstig van het “ingeweekte” asfaltgranulaat uit de tussenbunker van het Greenway LE proces, blijkt uit alle indicatoren dat de buitenkant van de bindmiddelschil om het aggregaat minder hard wordt. Dit effect is tot een zekere diepte in de schil waar te nemen, zodat de bitumenkwaliteit over de schildikte meer gelijkmatig wordt.
3. Ditzelfde effect is waar te nemen in het eindproduct Greenway LE. Ook hier is sprake van een meer gelijkmatige bitumenkwaliteit over de dikte van de bindmiddelfilm. Uit het resultaat bij de meeste indicatoren is af te leiden, dat het aandeel grote moleculen (grotendeels asfalteenfractie) daadwerkelijk is afgenomen. Het inweekproces betreft dus niet alleen een toevoeging van kleinere moleculen, maar veroorzaakt ook een verkleinen van het aandeel (bestaande) grotere moleculen over de dikte van de bitumenfilm (verjongingseffect).
4. Interessant is, wanneer dit resultaat vergeleken wordt met een normaal, heet geproduceerd (160 °C) AC Base asfaltmengsel met 60% hergebruik van asfaltgranulaat. Want ondanks dat in dit mengsel als nieuwe bindmiddel een bitumen 100/150 is toegepast ter compensatie van het hardere verouderde bitumen uit het asfaltgranulaat, is hier toch sprake van een harder bindmiddel in de buitenkant van de bindmiddelfilm. Ook is ondanks de toevoeging bitumen 100/150 sprake van een verloop van de bitumenkwaliteit over de dikte van de bindmiddelfilm. In het Greenway LE eindproduct is sprake van een meer gelijkmatige bitumenkwaliteit over de dikte van de bindmiddelfilm.

## **7. Evaluatie afpelonderzoek in relatie tot de productiemethode van Greenway LE**

In relatie tot de productiemethode van Greenway LE kunnen uit het afpelonderzoek de volgende conclusies getrokken worden.

### **Het Greenway LE concept**

Bij de ontwikkeling van de Greenway LE productiemethode is de doelstelling gehanteerd om het oude asfalt met een voorbewerking geschikt te maken voor productie bij een lage temperatuur. Het zomaar toevoegen van oud asfalt (met verouderd bitumen) geeft bij een productie met lage temperatuur een grote kans op inhomogeniteit in het eindproduct als gevolg van het niet optimaal mengen van verouderd bitumen met nieuw bitumen. Er blijven dan resten van het oude bitumen in het eindproduct aanwezig, zonder dat de bouwstoffen zich homogeen hebben vermengd. Indien het een twee-fasen systeem blijft (black rock), wordt het

oude bitumen niet functioneel aangesproken en bevat het asfaltmengsel eigenlijk te weinig bindmiddel, waardoor de asfalteigenschappen nadelig worden beïnvloed.

De resultaten van het afpelonderzoek geven duidelijke indicaties dat deze opzet is geslaagd. Het zachte bindmiddel in combinatie met de temperatuur en de verblijftijd in de warme bunker heeft tot gevolg dat het harde bitumen uit het asfaltgranulaat zachter wordt (verjongd), zodat het zich bij de lagere temperatuur beter kan vermengen met de nieuwe bouwstoffen.

Wanneer het Greenway LE eindproduct wordt vergeleken met conventioneel, heet geproduceerde AC Base laten de resultaten van het afpelonderzoek een opmerkelijk resultaat zien. Door het “inweek” effect is de kwaliteit van het bitumen in de bindmiddelfilm rondom het mineraal aggregaat bij Greenway LE homogener dan bij het heet geproduceerde mengsel.

### **De mechanische eigenschappen**

Het waargenomen effect heeft tot gevolg dat het bitumen aan de buitenkant van de bitumenfilm, ofwel de minst aan het minerale aggregaat gebonden bitumen, bij Greenway LE zachter is dan bij conventioneel heet geproduceerd asfalt, ook al is de gemiddelde hardheid van de totale bindmiddelhoeveelheid in beide asfaltmengsels ongeveer gelijk.

Dit heeft zijn weerslag op de mechanische eigenschappen van het eindproduct, die het meest bepaald worden door de eigenschappen van het bitumen aan de buitenkant van de bitumenfilm. De watergevoeligheid is hierdoor lager (gunstiger) dan bij de “hete” variant. Het levert ook goede vermoeiingseigenschappen op bij een (beperkt) lagere stijfheid.

### **De verwerking**

Ook de verwerking wordt het meest beïnvloed door de eigenschappen van het bitumen aan de buitenkant van de bitumenfilm. Het zachtere bindmiddel tussen de stenen heeft een positief effect op verwerking en verdichting. Dit is in het werk ook geconstateerd. Het bereiken van de gewenste verdichtingsgraad is met dezelfde walsconfiguratie als bij heet geproduceerd asfalt geen enkel probleem. Dit is een positieve uitzondering in het algemene beeld van Lage Temperatuur Asfalt. In de literatuur wordt gerapporteerd dat daarvoor meestal (veel) meer verdichtingsenergie voor nodig is.



*Toepassing Greenway LE in de ITC Pilotvakken op de A2 bij Boxtel*