



OCW helpt de sector! Evaluatie van een slemlaag op basis van een latexemulsie



Bron: IMP Bautest AG - Forumstrasse

Een slem, wat is dat voor iets?

Een slem is een bitumineus mengsel van minerale aggregaten, emulsie, water en additieven (cement, brekingsremmer, pigment). Er bestaan vier types, afhankelijk van hun kaliber: 0/2, 0/4, 0/6,3 en 0/10 mm. Slem wordt gebruikt als oppervlaktebehandeling, in één of twee lagen, en wordt ter plaatse koud klaargemaakt met een mobiele slemmachine (Figuur 1).



Figuur 1 - Uitvoering van een slemlaag

Inleiding

Een slemlaag is een snelle en voordelige oplossing voor het onderhoud van wegen. Steden en gemeenten, die vaak krap bij kas zitten, geven de voorkeur aan deze techniek. Het welslagen van een slemlaag hangt af van een aantal cruciale factoren: de keuze van de bestanddelen, de samenstelling van het mengsel, de staat van de weg, de weersomstandigheden, de uitvoering van de werf en de wachttijd voor openstelling voor het verkeer.

OCW heeft een uitgebreide technische en praktische expertise ontwikkeld op het gebied van slem, via een onderzoeksproject (BeP2S-Better Performing Slurry Surfacing)¹ dat werd gefinancierd door het Bureau voor Normalisatie (NBN) en de werkgroep "Latexemulsie". Deze werkgroep bestond uit slem-aannemers, emulsieproducenten, experts van OCW en wegbeheerders uit Wallonië en Vlaanderen.

Dit prenormatieve onderzoek, maar ook de actieve deelname aan de werkgroep, leidde tot twee belangrijke publicaties (Beaumesnil & Duerinckx, 2024; OCW, 2025) die waardevolle hulpmiddelen zijn voor professionals in de slemsector. Dit onderzoek en de publicaties hebben er ook voor gezorgd dat kationische bitumenemulsies op basis van latex werden opgenomen in de standaardbestekken van de gewesten en in de technische voorschriften voor bitumenemulsies (COPRO, 2023).

Context en problematiek

Slemmengsels zijn mengsels die zijn samengesteld op basis van emulsies, waardoor ze gevoelig zijn voor bepaalde factoren, met name factoren die te maken hebben met hun samenstelling en hun uitvoering op de werf. Hoewel ze heel wat voordelen bieden, vormen ze geen universele oplossing.

Om hun doeltreffendheid te garanderen, is het essentieel dat ze correct worden samengesteld en worden toegepast onder de juiste omstandigheden, op de juiste plaats en op het juiste moment. Een verkeerde formulering of toepassing kan nadelig zijn voor hun prestaties (Beaumesnil & Duerinckx, 2024). Daarom is het essentieel dat de beschikbare technische aanbevelingen strikt worden opgevolgd (OCW, 2025).

Van de twee bitumenfamilies ("paraffinische" en "naftenische" bitumina) worden overwegend de naftenische aanbevolen voor de productie van de emulsies voor de slem. Doordat ze rijk zijn aan asfaltene en naftenezuren, vergemakkelijken ze de emulgering en zorgen ze voor een snelle toename van de cohesie van de slem.

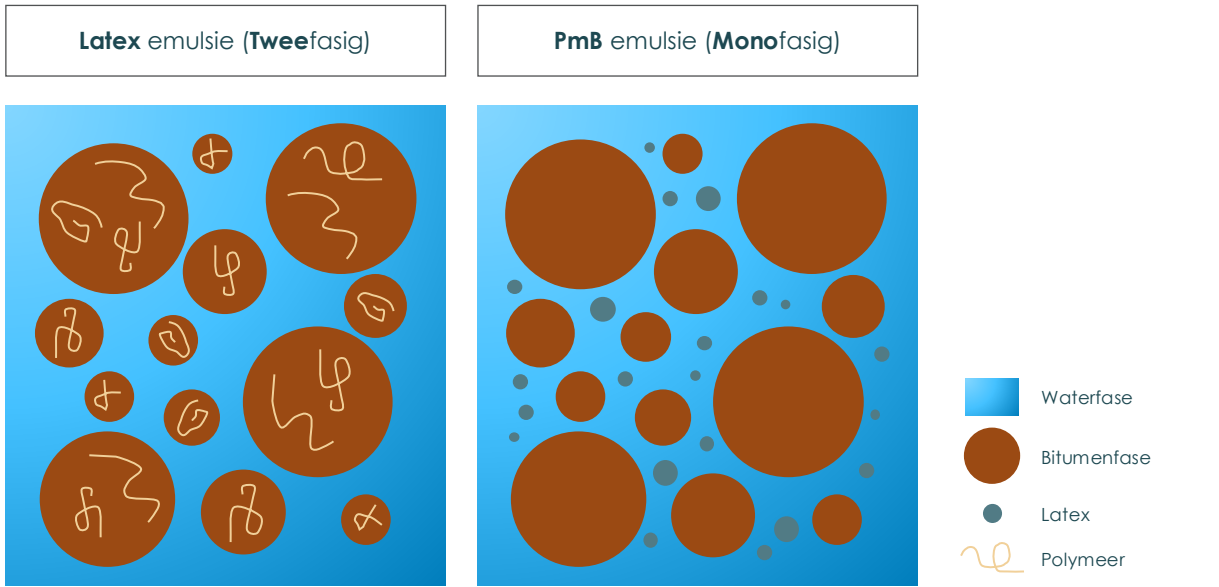
In 2021 had de onbeschikbaarheid van dit type bitumen een aanzienlijke impact op de productie van emulsies in België, vooral van die op basis van polymeerbitumen (SBS: Styreen-Butadieen-Styreen-copolymeren). Voor paraffinische bitumina, die minder geschikt zijn voor emulgering en variabele eigenschappen bezitten, waren talrijke aanpassingen nodig om de stabiliteit en prestaties van de emulsies voor slem te garanderen.

Vanwege deze beperkingen kozen producenten voor (paraffinische) **bitumenemulsies op basis van latex**, die eenvoudiger te produceren zijn dan emulsies op basis van polymeergemodificeerd bitumen (PmB).

Bitumenemulsie op basis van latex

Bitumenemulsies op basis van latex zijn effectief gemakkelijker te produceren omdat latex zelf een emulsie is die oppervlakreactieve stoffen bevat, die de verspreiding en stabilisatie van de bitumendeeltjes bevorderen tijdens de emulgering (COPRO, 2023). Dit latex is een zeer fijne waterige dispersie van een synthetisch polymeer, meestal SBR (styreen-butadieenrubber), een synthetisch rubber van het type poly(styreen-butadieen)-copolymeer. In een latexemulsie vormen de bitumen- en de latexemulsie een nauw met elkaar verbonden mengsel dat als een tweefasige emulsie wordt beschouwd, terwijl een kationische polymeerbitumenemulsie monofasig is (Figuur 2).

¹ "Europese proefmethodes voor slemlagen", OCW-project gefinancierd door het NBN, CC-overeenkomsten CCN/PN/NBN-16A04/16B04/18A21/18B21, 2016-2019



Figuur 2 – Illustratie van een (tweefasige) latexemulsie en een (monofasige) PmB-emulsie

Latexemulsies zijn een veelbelovend alternatief voor PmB-emulsies. Voor hun opname in de bestaande bestekken was echter een zorgvuldige evaluatie van hun prestaties op het terrein noodzakelijk. **De opvolging van de toepassing van een slem op een werf in Oost-Vlaanderen bood een uitstekende kans om deze nieuwe emulsie te beoordelen.**

Doelstellingen en methodologie

De twee **voornaamste doelen** van de opvolging van deze slemtoepassing zijn:

Technische en praktische ervaring opdoen met een kationische bitumenemulsie op basis van latex (C65BP6). Dit omvat de monitoring van de uitvoering op de werf, de uitvoering van laboratoriumproeven op de emulsie en de visuele inspectie van de werf op lange termijn.

De formuleringsmethode van OCW beoordelen. Door de theoretische formulering van de slem en laboratoriumproeven op de slem uit te voeren (met en zonder cement, om de impact van deze “speciale fijne deeltjes” [OCW, 2025] te beoordelen volgens de normenreeks NBN EN-12274 (Bureau voor Normalisatie [NBN], 2005-2018).

De **zes stappen** van de **methodologie** worden gedetailleerd beschreven in de paragraaf “Resultaten en analyses”.

Resultaten en analyses

1. Uitvoering slemwerf

In oktober 2021 werd een tweelaagse slem toegepast op een werf in Oost-Vlaanderen in het kader van een onderhoudsprogramma (Figuur 3). Bij dit type slem worden twee verschillende lagen achtereenvolgens op elkaar aangebracht. Deze twee slemlagen vervullen elk een andere functie en dit bepaalt de keuze van de korrelmaat:

- **De eerste laag** (onderlaag) dient om het bestaande wegdek te conditioneren. Dit houdt in dat de staat van het wegdek wordt verbeterd, zodat de tweede laag optimaal kan worden aangebracht. De aannemer koos hier voor een onderlaag met een **korrelmaat 0/6,3 mm**.
- **De tweede laag** (toplaag) wordt gekozen op basis van de beoogde prestaties van de nieuwe verharding. Op basis van het verkeer koos de aannemer voor een toplaag met een **korrelmaat 0/4 mm**. Omdat het de bedoeling was het comfort voor de weggebruikers te verbeteren en geluidsoverlast te verminderen.

In het kader van het onderzoek werd de uitvoering opgevolgd in één van de straten die werden voorzien van een tweelaagse slem, waarvan de eerste laag van 0/6,3 mm werd geproduceerd met een klassieke emulsie en de toplaag van 0/4 mm met een emulsie op basis van latex.

De bestaande asfaltverharding, die aan een relatief zware belasting is blootgesteld (als verbindingsweg tussen de loskade en het distributiecentrum voor bouwmaterialen), vertoont vermoeiingsscheuren, rafeling en onregelmatigheden (vervormingen en verzakkingen).



Figuur 3 – Uitvoering van een tweelaagse slem op een werf in Oost-Vlaanderen, in 2021

In dit artikel concentreren we ons op de toplaag van slem met korrelmaat 0/4 mm, vervaardigd met een kationische bitumenemulsie op basis van latex. Tabel 1 geeft een overzicht van de samenstelling die werd toegepast op de werf.

	Samenstelling van de slem 0/4 mm die werd toegepast op de werf (op 100% natte granulaten)
% cement CEM II/B-M(S-L) 32,5N	0,75
% latexemulsie type C65BP6 (Tabel 3)	12,0
% toegevoegd water	4,0

Tabel 1 – Samenstelling van de slem 0/4 mm die werd toegepast op de werf

Tijdens de uitvoering stellen we vast dat voor de productie van slem op basis van latex meer cement moet worden toegevoegd dan bij een klassieke emulsie. We merken ook de vorming van talloze kleine belletjes aan de oppervlakte van de slem op basis van latex (Figuur 4), als gevolg van de emulgator die in de latexemulsie werd gebruikt.



Figuur 4 – Vorming van bellen aan de oppervlakte van de slem op basis van latex

De slem is gemakkelijk aan te brengen en heeft een geschikte consistentie. Er wordt geen ontmenging (vloei) waargenomen aan de randen van de aangebrachte slemlaag (Figuur 3).

2. Bemonstering en analyses

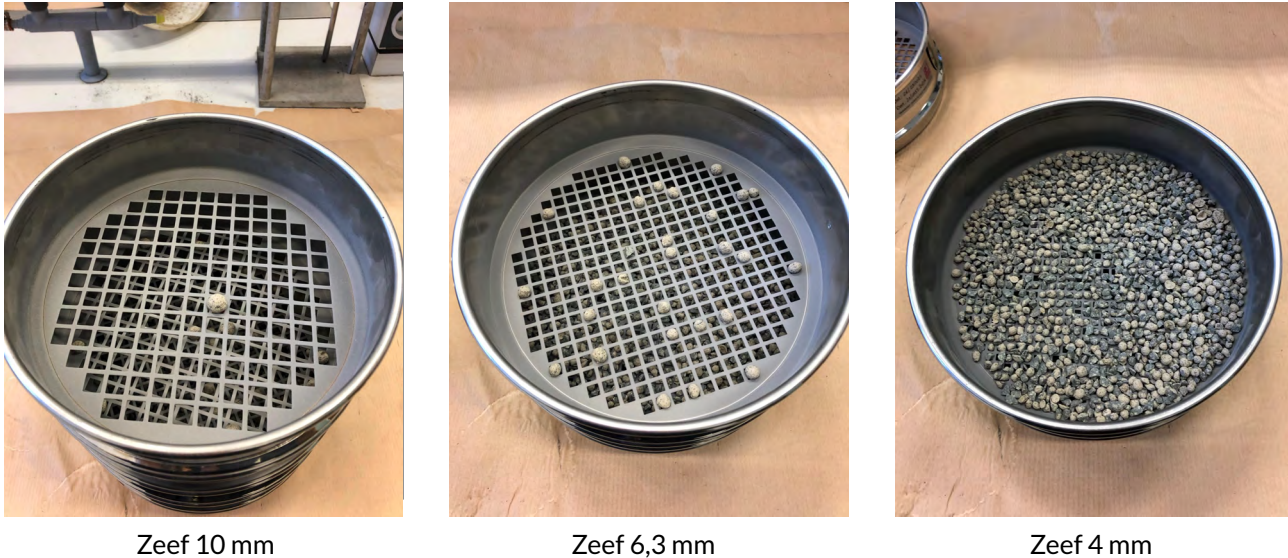
Tijdens de uitvoering werden verschillende monsters genomen voor latere analyse. Alle materialen werden afzonderlijk bemonsterd in de voorraad die voor deze werf was aangelegd (Figuur 5). Er werden monsters genomen van de granulaten, het cement en de emulsies. Het slemmengsel werd tijdens de uitvoering bemonsterd op de machine. De bemonstering van het slemmengsel werd uitgevoerd met hersluitbare plastic emmers van één liter.



Figuur 5 – Materiaalopslagplaats voor de slemwerf

De analyses hadden uitsluitend betrekking op het watergehalte van de porfiergranulaten 0/4 mm en de slem uit de slemmachine, maar ook op het gehalte aan residuaal bindmiddel en de korrelverdeling van de slem:

- **Porfiergranulaten 0/4 mm:** het monster bevatte 6,2% water.
- **Slem:** de monsters bevatten gemiddeld $11,7 \pm 0,2\%$ water, inclusief het water van de emulsie, de granulaten en het water dat op de werf werd toegevoegd.
- **Residuaal bindmiddel en korrelverdeling van de slem:** na droging werd het residuale bindmiddel geëxtraheerd en werd een korrelverdelingsanalyse verricht.
- Het exacte bindmiddelgehalte kon niet worden bepaald: het bindmiddel was niet volledig opgelost en op de zeven werden residuen waargenomen (bolletjes die lijken te bestaan uit latex en de vulstoffractie van de granulaten) (Figuur 6).



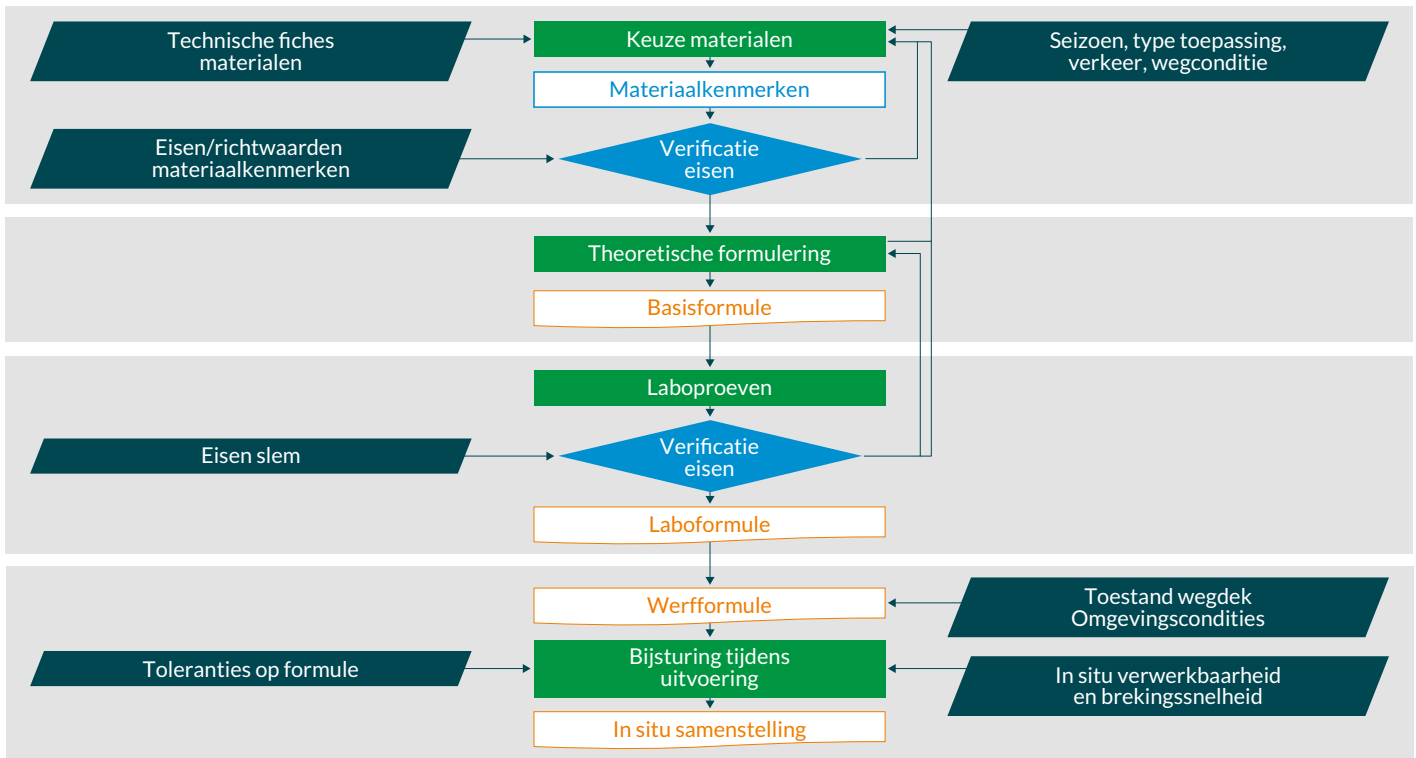
Figuur 6 – Kleine bolletjes op de zeven die voor de korrelverdelingsanalyse van de slem werden gebruikt

- De standaardmethode die bij OCW wordt gebruikt (automatische extractie volgens NBN EN 12697-1 [NBN, 2020] met dichloormethaan), bleek ongeschikt voor de monsters die een kationische emulsie op basis van latex bevatten. De verkregen resultaten zijn daarom slechts indicatief.
- In Frankrijk wordt momenteel onderzoek verricht naar een doeltreffende en veilige oplossing (Chaignon et al., 2022). L'Institut des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité (IDRRIM), 2020, wijst ook op de beperkingen van de bemonsteringsmethode beschreven in de norm NF EN 12274-1 (NBN, 2018a): deze wordt als gevaarlijk beschouwd voor de operatoren, ongeschikt voor moderne machines en weinig representatief voor de werkelijke productieomstandigheden. *In deze context zou een indirecte benadering op basis van de verbruikte hoeveelheden materiaal, geregistreerd door de automaten van de machines, een relevant alternatief kunnen zijn voor de bepaling van de samenstelling van de slem.*

3. Formulering van het mengsel

De formulering van de mengsels is een essentiële stap voor de toepassing van een hoogwaardige slem op de werf. Om tijds- en kostenefficiënt te zijn, moet deze formulering laboratoriumproeven beperken en gericht zijn op de nodige aanpassingen aan het mengsel.

Het schema in Figuur 7 illustreert de verschillende stappen van de **door OCW aanbevolen procedure voor de formulering van een slem**, van de materiaalkeuze tot het mengsel dat op de werf wordt toegepast.



Figuur 7 – Door OCW aanbevolen procedure voor de formulering van mengsels

Deze procedure begint met het kiezen van de materialen, het analyseren van hun eigenschappen en het nagaan of ze voldoen aan de eisen of richtwaarden. Dit wordt gevolgd door een **theoretische formulering**, d.w.z. het opstellen van een initiële, **theoretisch berekende** samenstelling – de zogenaamde “**basisformule**” – die als uitgangspunt dient om de experimentele laboratoriumproeven te starten, met een mengsel dat dicht bij het “optimum” ligt.

Daarna volgt de **experimentele formulering**, die tot doel heeft de slem te kwalificeren volgens de Europese beproevingsmethoden van de normenreeks NBN EN 12274 (NBN, 2005-2018), met beproevingsomstandigheden aangepast aan het terrein, volgens deze vier criteria: mengtijd, consistentie, cohesie en slijtvastheid van de slem (zie punt 5 Laboratoriumproeven op slem en Tabel 4). Als de slem niet voldoet aan een bepaald criterium en de door OCW aanbevolen richtwaarde, moet de formulering worden aangepast.

De OCW-methode maakt gebruik van de bestaande kennis over de invloed van de bestanddelen en hun verhoudingen op de prestaties van de mengsels. Hierdoor is het mogelijk het mengsel gericht bij te sturen en het aantal te beproeven varianten te beperken, tot een “**laboformule**” wordt verkregen die klaar is voor toepassing op de werf. *Meer informatie over deze formuleringmethode voor slemmengsels is te vinden in hoofdstuk 5 van de handleiding van OCW (OCW, 2025).*

We ontvingen vooraf de samenstelling die de aannemer in situ had gebruikt (Tabel 2). De formuleringmethode van OCW werd toegepast om de theoretische formule van de slem te berekenen, waarbij alleen de op de werf voorziene hoeveelheid cement werd behouden (0,8% op 100% droge granulaten). We zien dat de “basisformule” een samenstelling geeft die redelijk goed overeenkomt met de samenstelling die effectief werd toegepast op de werf.

	Samenstelling op de werf (op 100% natte granulaten)	Samenstelling op de werf (op 100% droge granulaten)*	Theoretische samenstelling OCW (op 100% droge granulaten)
% cement CEM II/B-M(S-L) 32,5N	0,75	0,8	0,8
% latexemulsie type C65BP6	12,0	12,7	12,5 ***
% toegevoegd water	4,0	4,25 (+ 6,2) **	10,5

* Berekend op basis van het watergehalte van de granulaten 0/4 mm, gemeten bij OCW

** Watergehalte van de granulaten 0/4 mm, gemeten bij OCW

*** Bij de berekening van de emulsiedosering werd rekening gehouden met het exacte gehalte aan residuaal bitumen (Tabel 3)

Tabel 2 – Vergelijking tussen de werkelijke samenstelling op de werf en de theoretisch berekende samenstelling volgens de formuleringmethode van OCW

4. Laboratoriumproeven op emulsie

De latexemulsie, die gebruikt wordt om slem met korrelmaat 0/4 mm te vervaardigen, is een emulsie van het type C65BP6. Dit is een emulsie met 65% residuaal bitumen op basis van latex, met een brekingsindex van klasse 6 (overeenkomstig NBN EN 13808 [NBN, 2013b]) en op basis van een bepaling van het breekgedrag via meting van de mengtijd van de vulstof [NBN, 2016b]. In het geval van slemmengsels wordt de voorkeur gegeven aan een langzaam brekende overgestabiliseerde emulsie. Deze keuze zorgt voor een probleemloze productie en toepassing van de slem. De breking mag niet te snel plaatsvinden, zodat deze niet in de menger of in de trekslede optreedt.

Ze mag ook niet te langzaam gaan om ervoor te zorgen dat de slem blijft liggen, snel begint te stollen en snel kan worden opgesteld voor het verkeer. De kenmerken van deze emulsie C65BP6 staan vermeld in Tabel 3.

Kenmerken van de emulsie C65BP6	Norm	OCW Resultaten
Brekingsindex (Forshammer)	NBN EN 13075-1 (NBN, 2016a)	199
Bindmiddelgehalte (%)	NBN EN 16849 (NBN, 2016c)	64,0
Watergehalte (%)	NBN EN 16849 (NBN, 2016c)	36,0
Zeefrest (%)	NBN EN 1429 (NBN, 2013a)	0,11
Uitstroomtijd (s) _ 4 mm / 40 °C	NBN EN 12846-1 (NBN, 2022a)	6
pH	NBN EN 12850 (NBN, 2022b)	1,51
Kenmerken van het teruggewonnen bindmiddel na plaatterugwinning (NBN EN 13074-1 [NBN, 2019])	Norm	OCW Resultaten
Penetratie bij 25 °C (1/10 mm)	NBN EN 1426 (NBN, 2024)	68,0
Ring-en-kogelverwekingstemperatuur - TR&K (°C)	NBN EN 1427 (NBN, 2015)	54,8

Tabel 3 – Kenmerken van de emulsie C65BP6 en het teruggewonnen bindmiddel

De bij OCW gemeten kenmerken beantwoorden aan de eisen in de technische fiche van de fabrikant. De methode die bij OCW wordt gebruikt om de brekingsindex te meten, verschilt van de methode in de technische fiche (NBN, 2016b). Toch komt de gemeten waarde overeen met een langzaam brekende emulsie van klasse 5 (bepaling van het breekgedrag op basis van de meting van de brekingsindex [NBN, 2016a]), die in België meestal wordt gebruikt voor de productie van slem.

Er is een goede overeenkomst tussen de gangbare opgegeven waarden op de technische fiche en de bij OCW gemeten waarden, met uitzondering van de uitstroomtijd (bij 4 mm en 40 °C), die aanzienlijk sneller is (6 seconden in plaats van 43 seconden). Toch voldoet deze waarde nog steeds aan de eisen, die tussen 5 en 70 seconden moeten liggen.

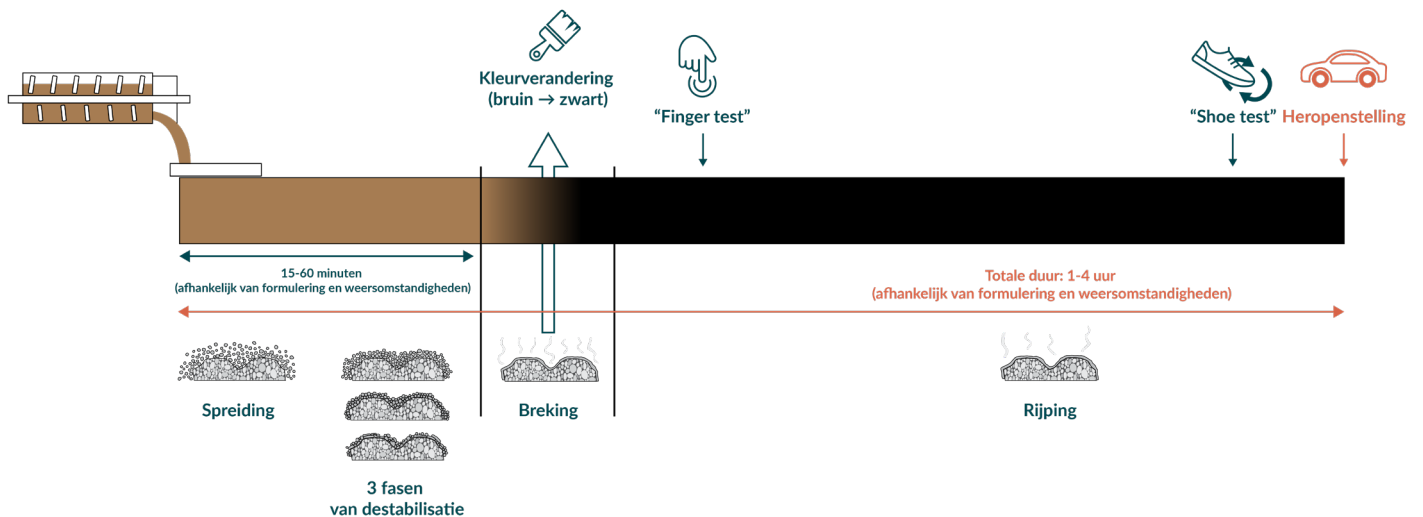
Het is belangrijk om rekening te houden met de resultaten van deze kenmerken (OCW, 2025), omdat elk kenmerk essentiële informatie verschaft voor een optimale toepassing van de slem en om goede prestaties te garanderen nadat de verharding is aangebracht:

- De **brekingsindex** bepaalt de hardingstijd van de slem en daarmee de wachttijd voor heropening van de weg voor het verkeer. Aangezien het hier een zeer traag brekende emulsie betreft, is het voor de kwaliteit van de verharding essentieel om de nodige tijden voor de breking en de rijping te respecteren (Figuur 8).
- Dankzij het (residuale) **bindmiddelgehalte** van de emulsie kan de hoeveelheid emulsie van het mengsel nauwkeurig worden gedoseerd om het juiste bitumengehalte te verkrijgen in de slem. Dit gehalte moet voldoende hoog zijn om een goede omhulling van de granulaten, een goede cohesie en een voldoende hoge slijt- en rafelingsweerstand te garanderen. Een te hoog bindmiddelgehalte leidt daarentegen tot zweten en een overmatige vervormbaarheid.
- Aan de hand van het **zeefresidu** kan de mate van verspreiding van de bitumenfase en de opslagstabiliteit van de emulsie worden beoordeeld. Hoe groter de zeefrest, hoe minder de emulsie als fijn en stabiel wordt beschouwd. Een “onstabiele” emulsie kan problemen veroorzaken bij het pompen en tijdens de uitvoering, wat tot een niet-uniforme slem leidt.
- De **uitstroomtijd** is een maat voor de viscositeit van een emulsie, die haar verpompbaarheid bepaalt en haar vermogen om de granulaten correct te omhullen bij omgevingstemperatuur. Een te lage viscositeit verhoogt het risico op afvloeiing (naar de zijbermen of op hellingen), terwijl een te hoge viscositeit tot een slechte omhulling van de korrelfracties kan leiden.
- De **pH** geeft de zuurgraad van een emulsie weer. Deze waarde is een goede indicator voor de regelmaat van de productie en beïnvloedt de opslagstabiliteit en de breking van de emulsie.

- De **bitumengraad**, die onder andere wordt bepaald door de penetratie en de verwekingstemperatuur (ring- en kogelmethode), moet worden gekozen op basis van de verwachte klimaat- en verkeersomstandigheden. Een voldoende lage penetratie beperkt het risico op vervorming van de slemlaag onder invloed van de hitte en de voertuigen die erover rijden, terwijl een voldoende hoge verwekingstemperatuur het risico beperkt dat de laag bij grote hitte uitbrokkelt en aan de banden kleeft.

5. Laboratoriumproeven op slem

Er werden vier bij OCW beschikbare proeven uitgevoerd in het laboratorium om de prestaties van de slemmengsels te beoordelen (OCW, 2025; Destrée et al., 2022). Figuur 8 illustreert de schematische evolutie van de slem in de tijd na het verlaten van de slemmachine, en in welke fase van de uitvoering van het mengsel de vier proeven van belang zijn om een verwerkbaar, homogeen, cohesieve en duurzame slem te garanderen.



Figuur 8 – Schematische voorstelling van de evolutie van de slem na het verlaten van de slemmachine en illustratie van het nut van de vier proeven met betrekking tot de uitvoering van de slem

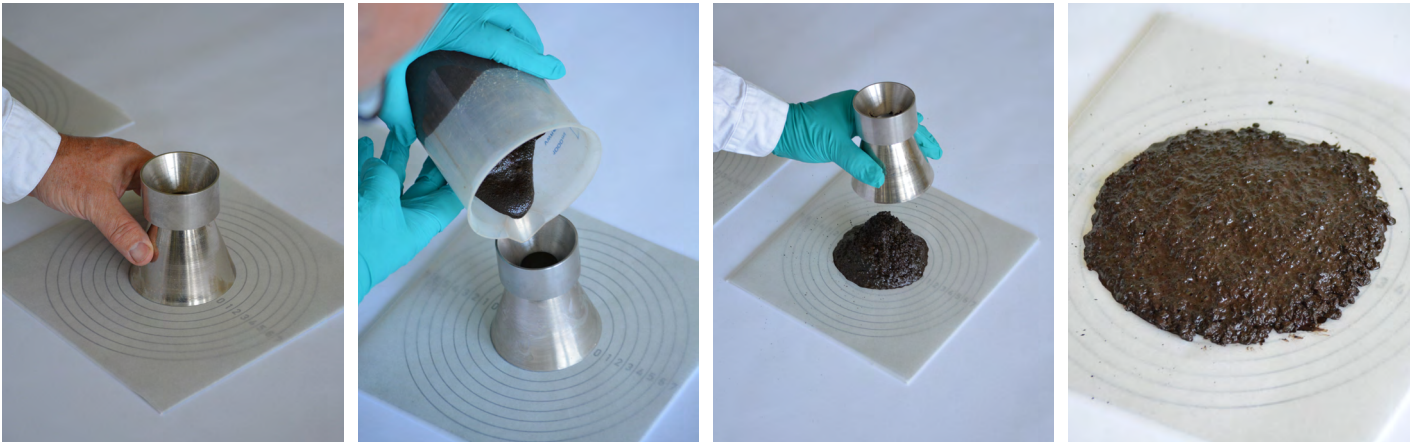
De vier door OCW aanbevolen proeven voor de experimentele formulering van slemmengsels worden hieronder kort beschreven:

- **Mengtijd** (Figuur 9): de verschillende bestanddelen worden manueel gemengd met een constante snelheid, in een welbepaalde volgorde en bij een gecontroleerde temperatuur, totdat een verandering in de "stijfheid" van de slem wordt waargenomen. Deze mengtijd (uitgedrukt in seconden) moet langer zijn dan de tijd die nodig is om het mengsel op de werf te mengen en uit te spreiden. Als de mengtijd te kort is, bestaat het risico op samenklontering en verstopping van de slemmachine.



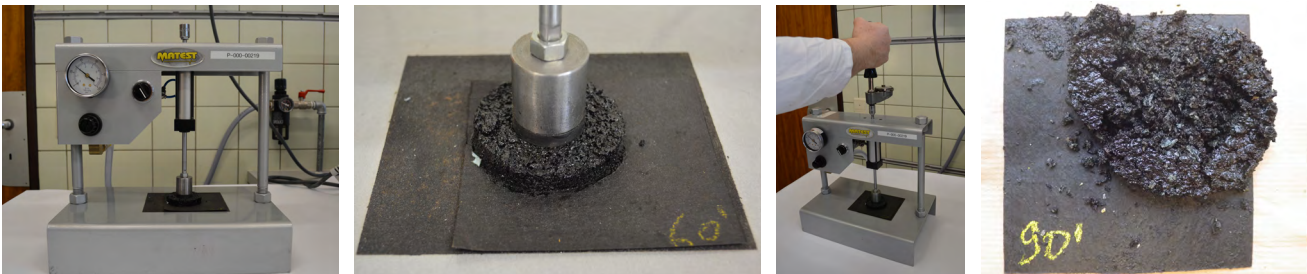
Figuur 9 – Uitvoering van de mengtijdproef volgens ISSA TB113 (deel 2) (International Slurry Surfacing Association [ISSA], 2024)

- **Consistentie** (Figuur 10): bij kamertemperatuur ($23 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$) wordt de diametrale dispersie van de slem gemeten op een metalen plaat met een gegraveerde "meetschaal". Deze spreiding, uitgedrukt in centimeters, geeft de consistentie van het mengsel weer. Als deze te hoog is (het mengsel is te "stijf"), zal het moeilijk zijn om de slem te verwerken en zal deze in principe minder homogeen zijn en minder goed hechten op de ondergrond. Als deze te laag is (het mengsel is te "vloeibaar"), is het risico op ontmenging en vloeiverschijnselen groter.



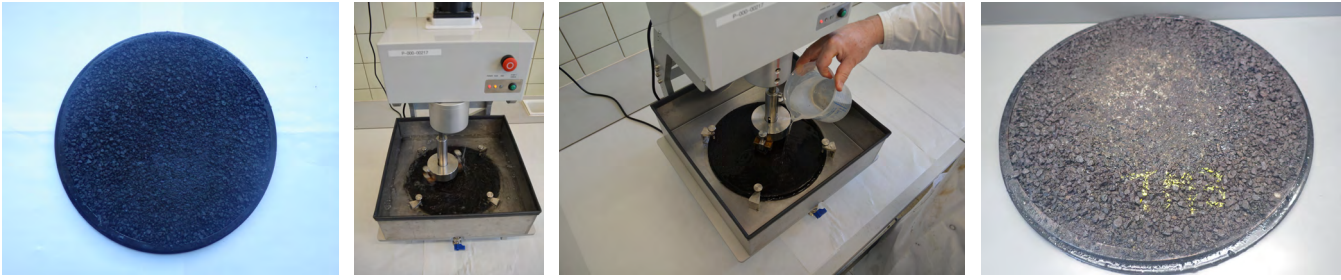
Figuur 10 – Uitvoering van de consistentieproef volgens de norm NBN EN 12274-3 (NBN, 2018b)

- **Cohesie** (Figuur 11): bij kamertemperatuur ($23 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$) wordt een rubberen stempel op een cirkelvormig monster van slem aangebracht met een constante druk van $200 \pm 4 \text{ kPa}$. Met behulp van een mommentsleutel wordt via de stempel een draaikracht uitgeoefend op de slem. Met vaste tussenpozen worden metingen van het draaikoppel uitgevoerd. Na de beproeving wordt de staat van het monster visueel beoordeeld en ingedeeld volgens vier beschadigingsniveaus: normaal, solide, gescheurd of uiteengevallen (OCW, 2025). Nadat de slem is aangebracht op het wegdek moet zijn cohesie snel toenemen om de weg zo snel mogelijk te kunnen openstellen voor het verkeer zonder risico op beschadiging. De kenmerken van de structurele samenhang en de eindcohesie zijn dus essentiële parameters die ook de samenstelling van de mengsels bepalen.



Figuur 11 – Uitvoering van de cohesieproef volgens de norm NBN EN 12274-4 (NBN, 2018c)

- **Slijtvastheid** (Figuur 12): bij kamertemperatuur ($25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$) wordt een cirkelvormig monster, dat vooraf is geconditioneerd bij $60 \text{ }^\circ\text{C}$ en is verzadigd met water, onderworpen aan een schuurprocedure met een harde rubberen cilinder. Het gewichtsverlies door slijtage van de slem wordt bepaald door weging en geeft de slijtvastheid weer, uitgedrukt in g/m^2 . Na de openstelling voor het verkeer moet de slem natuurlijk bestand zijn tegen de geleidelijke slijtage door het verkeer, maar ook tegen water (de gezworen vijand van asfaltverhardingen).



Figuur 12 – Uitvoering van de slijtageproef volgens de norm NBN EN 12274-5 (NBN, 2018d)

Dankzij de expertise die werd opgedaan in het onderzoeksproject BeP2S (Better Performing Slurry Surfacing) was het mogelijk OCW-aanbevelingen te geven voor de resultaten van de vier bovengenoemde proeven (Destrée et al., 2022).

Tabel 4 geeft een overzicht van deze aanbevelingen en de verkregen resultaten voor de theoretische formulering van slem van 0/4 mm met en zonder cement (Tabel 2). Op basis van de weersomstandigheden op de werf werd voor deze laboratoriumproeven een temperatuur van 15 °C gekozen.

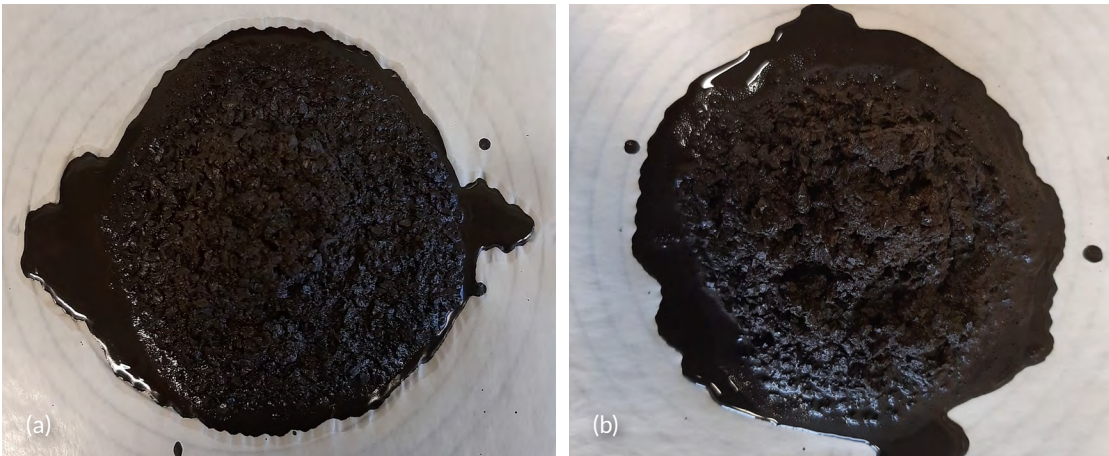
We herinneren eraan dat voor de slemmengsels langzaam brekende overgestabiliseerde emulsies werden gebruikt die moeten breken met de juiste snelheid. Cement speelt in dit proces een cruciale rol. Het beïnvloedt niet alleen de breking van de emulsie, maar ook de mengtijd, de consistentie en de toename van de cohesie van de slem. Zelfs bij een lage dosering (tussen 0,1% en 2,0%) is zijn effect significant en sterk afhankelijk van de gebruikte emulsie en emulgator. Daarom leek het ons essentieel om te beoordelen welke impact de afwezigheid van cement heeft op de prestaties van de slem.

Proeven	Norm	OCW-aanbevelingen (OCW, 2025; Destrée et al., 2022)	Resultaten formulering met cement	Resultaten formulering zonder cement
Mengtijd (M)	ISSA TB113 (deel 2) (ISSA, 2024)	$120 \text{ s} \leq T \leq 300 \text{ s}$	180 s	> 780 s
Consistentie	NBN EN 12274-3 (NBN, 2018b)	$2,0 \text{ à } 3,0 \text{ cm}$	$3,6 \pm 0,6 \text{ cm}$	$3,1 \pm 0,2 \text{ cm}$
Cohesie	NBN EN 12274-4 (NBN, 2018c)	Na 30 minuten: $\geq 1,2 \text{ N.m}$	2,00 N.m	1,10 N.m
			Schade: "gescheurd"	Schade: "uiteen-gevallen"
		Na 60 minuten: $\geq 2,0 \text{ N.m}$	2,15 N.m	1,10 N.m
			Schade: "normaal"	Schade: "uiteen-gevallen"
Slijtvastheid	NBN EN 12274-5 (NBN, 2018d)	$\leq 540 \text{ g/m}^2$	$272 \pm 152 \text{ g/m}^2$	$537 \pm 308 \text{ g/m}^2$

Tabel 4 – OCW-aanbevelingen en beproevingsresultaten die werden verkregen voor de theoretische formulering van slem van 0/4 mm met en zonder cement

Op basis van deze Tabel 4 zijn de bevindingen als volgt:

- **Mengtijd:** slem met cement voldoet aan de aanbevelingen van OCW. Afwezigheid van cement verlengt de mengtijd aanzienlijk, wat de uitvoering in situ kan bemoeilijken.
- **Consistentie:** beide formuleringen vertonen een gemiddelde consistentie die hoger is dan de OCW-aanbevelingen, wat de uitvoering van het mengsel in situ ongunstig zou kunnen beïnvloeden. Bij dit soort latexemulsie heeft cement een significante invloed op de toestand van de slem wanneer hij wordt uitgespreid op de meetplaat (Figuur 13), maar in numerieke waarde zijn de consistenties niet significant verschillend. We zien dat de formulering zonder cement een sterkere vloeï van de emulsie vertoont.
- **Cohesie:** de monsters met cement vertonen ontegensprekelijk een betere cohesie en voldoen aan de OCW-aanbevelingen. De beschadigde staat van de monsters na de beproeving geeft duidelijk aan dat cement zeer belangrijk is om mengsels te verkrijgen met een snelle toename van de cohesie en een goede eindcohesie die een openstelling voor het verkeer mogelijk maakt zonder de slem te beschadigen.
- **Slijtvastheid:** beide formuleringen bieden een gemiddelde slijtvastheid die voldoet aan de OCW-aanbevelingen. We zien echter een betere slijtvastheid (gemiddelde waarde) bij de mengsels met cement. Dit laatste blijkt essentieel om de prestaties en duurzaamheid van het mengsel te garanderen.



Figuur 13 – Consistentie van de slem met (a) en zonder (b) cement

6. Visuele inspectie op lange termijn

In mei 2025 verrichtte OCW een visuele inspectie (Figuur 14). De weg is blootgesteld aan zeer druk zwaar verkeer (aanwezigheid van een bedrijf in bouwmaterialen). Het bouwmaterialenbedrijf en de betoncentrale bevinden zich aan de ene kant van de werf, terwijl er aan de andere kant een kade is waar boten zand, stenen en andere materialen aanleveren. Deze materialen worden per vrachtwagen naar de site van het bedrijf vervoerd. Daarbij komt nog het zware landbouwverkeer dat deze straat gebruikt.



Figuur 14 – Goederenvervoer op de straat in mei 2025

Na vier jaar gebruik lijkt de slem in goede staat te zijn (Figuur 15). Afgezien van de verwachte beschadigingen, namelijk reflectiescheuren ten gevolge van vermoeiingsscheuren in de onderliggende oude asfaltlaag, was er weinig andere schade te zien.

We stelden alleen een heel lichte algemene rafeling van graad 1 of zelfs 2 vast (Figuur 16) (zie definitie in [Beaumesnil & Duerinckx, 2024]).



Figuur 15 – Algemeen beeld van de toestand van de slem in mei 2025



Figuur 16 – Gedetailleerd beeld van de rafeling van ernstgraad 1 en 2 in mei 2025

Conclusies

- **Latexemulsies zijn de toekomst van slem** en bieden een veelbelovende oplossing voor wegverhardingen.
- **De eigenschappen van de emulsies zijn essentiële elementen om rekening mee te houden** voor een optimale uitvoering van de slem en om goede prestaties van de verharding te garanderen. De latexemulsie die op deze werf werd gebruikt, bezit de juiste eigenschappen voor de productie van een hoogwaardige slem.
- **De formuleringmethode van OCW** heeft haar doeltreffendheid bewezen en werd gevalideerd door laboratoriumproeven, wat bevestigt dat de theoretische formuleringen geschikt zijn voor de werkelijke omstandigheden op de werf.
- **De mengtijd-, consistentie-, cohesie- en slijtvastheidsproeven** hebben aangetoond dat de prestaties van de kationische, latexgemodificeerde bitumenemulsie die op deze werf werd gebruikt, over het algemeen bevredigend waren. **De invloed van cement op deze vier criteria** moet absoluut in aanmerking worden genomen bij de formulering van de mengsels en bij toekomstige toepassingen van slem, vooral als deze met latexemulsies worden vervaardigd.
- **Slemmengsels op basis van latex en porfiergranulaten** zijn makkelijk te verwerken en na vier jaar gebruik blijkt hun duurzaamheid bevredigend.
- **Zoals aangegeven in de handleiding A98** (OCW, 2025), biedt een slem geen structurele oplossing voor aanwezige vermoeiingsscheuren.

Aanbevelingen

- **De formulering van het mengsel** is een essentiële stap voor de toepassing van een hoogwaardige slem op de werf. OCW raadt aan de procedure te volgen voor de formulering van slemmengsels in het laboratorium, zoals beschreven in hoofdstuk 5 van de handleiding over deze mengsels (OCW, 2025).
- **Latexemulsies** (in combinatie met paraffinische bindmiddelen) blijken een goed alternatief te zijn voor emulsies op basis van naftenische bindmiddelen. Deze mogelijkheid om emulsies op basis van latex te gebruiken, is ook opgenomen in de standaardbestekken van het Vlaams en Waals Gewest (SB 250 en Qualiroutes).

Dankwoord

De auteurs danken het Belgisch Bureau voor Normalisatie (NBN) voor zijn financiële steun, Willemen infra NV en hun slemploeg, de leden van de werkgroep "Latexemulsie" en het personeel van OCW: Feremans Joeri, Fondu Anne, Kestens Erik, Peaureaux Philippe, Schelkens Els, Thomas Annick, Vansteenkiste Stefan, Vanelstraete Ann, Vanelven Peter.

Slem: een weloverwogen en verstandige keuze

Om tegemoet te komen aan de behoeften van de sector en de mogelijkheden van slem ten volle te benutten, heeft OCW de voorbije acht jaar een uitgebreide technische en praktische expertise opgebouwd op dit gebied (formulering van slemmengsels, laboratoriumproeven, opvolging van werven enz.). De technologische adviseurs van OCW staan voor u klaar om al uw vragen te beantwoorden en oplossingen te zoeken voor alle problemen die u op de werf kunt tegenkomen. Stuur hiervoor gewoon een mail naar assistance@brrc.be

Auteurs



Alexandra Destrée
+32 2 766 03 88
a.destree@brrc.be



Bart Beaumesnil
+32 2 766 03 96
b.beaumesnil@brrc.be



Ben Duerinckx
+32 2 766 03 75
b.duerinckx@brrc.be



Tine Tanghe
+32 2 766 03 30
t.tanghe@brrc.be



Nathalie Piérard
+32 2 766 04 04
n.pierard@brrc.be

Literatuur

- Beaumesnil, B. & Duerinckx, B. (2024). Visuele inspectie van schadebeelden bij slemlagen (Meetmethode OCW nr. MN 106). Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW).
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2005-2018). *Emulsie-asfaltbeton: Beproevingmethoden* (NBN EN 12274[-1-8]).
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2013a). *Bitumen en bitumineuze bindmiddelen: Bepaling van de zeefrest van bitumenemulsies, en bepaling van de opslagstabiliteit door zeven* (NBN EN 1429).
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2013b). *Bitumen en bitumineuze bindmiddelen: Raamwerk voor de specificatie van kationische bitumenemulsies* (NBN EN 13808).
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2015). *Bitumen en bitumineuze bindmiddelen: Bepaling van het verwekingspunt: Ring en kogelmethode* (NBN EN 1427).
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2016a). *Bitumen en bitumineuze bindmiddelen: Bepaling van het breekgedrag. Deel 1: Bepaling van breekwaarde van kationische bitumineuze emulsies, minerale vulstofmethode* (NBN EN 13075-1).
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2016b). *Bitumen en bitumineuze bindmiddelen: Bepaling van het breekgedrag. Deel 2: Bepaling van de mengtijd van fijne deeltjes van kationische bitumenemulsies* (NBN EN 13075-2).
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2016c). *Bitumen en bitumineuze bindmiddelen: Bepaling van het watergehalte in bitumineuze emulsies: Methode met behulp van een droogbalans* (NBN EN 16849).
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2018a). *Emulsie-asfaltbeton: Beproevingmethoden. Deel 1: Monstername van slems* (NBN EN 12274-1).
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2018b). *Emulsie-asfaltbeton: Beproevingmethoden. Deel 3: Consistentie* (NBN EN 12274-3).
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2018c). *Emulsie-asfaltbeton: Beproevingmethoden. Deel 4: Bepaling van de cohesie van het mengsel* (NBN EN 12274-4).
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2018d). *Emulsie-asfaltbeton: Beproevingmethoden. Deel 5: Bepaling van het minimale bindmiddelgehalte en slijtvastheid* (NBN EN 12274-5).
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2019). *Bitumen en bitumineuze bindmiddelen: Terugwinning van bindmiddelen van bitumineuze emulsies of van vloeibitumen. Deel 1: Terugwinning door verdamping* (NBN EN 13074-1).
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2020). *Bitumineuze mengsels: Beproevingmethoden. Deel 1: Gehalte aan oplosbaar bindmiddel* (NBN EN 12697-1).
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2022a). *Bitumen en bitumineuze bindmiddelen: Bepaling van de fluxtijd door de effluxviscosimeter. Deel 1: Bitumineuze emulsies* (NBN EN 12846-1).
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2022b). *Bitumen en bitumineuze bindmiddelen: Bepaling van de pH-waarde van bitumineuze emulsies* (NBN EN 12850).
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2024). *Bitumen en bitumineuze bindmiddelen: Bepaling van de naaldpenetratie* (NBN EN 1426).
- Chaignon, J., Andrioletti, B., Henry, S., Gueit, C., Obeidy, C., Nicolai, A., Schrevel, F., Urbain, J.-É., Lebarbe, T., Martinez, C. & Leroy, C. (2022). Substitution du perchloroéthylène pour les analyses de matériaux bitumineux. *Revue générale des routes et de l'aménagement (RGRA)*, (987), 57-60.
- COPRO. (2023). *Technische voorschriften voor bitumenemulsie* (COPRO PTV No. 856, versie 1.0). <https://www.copro.eu/sites/default/files/copro-documents/WEB%20PTV%20856%20v%201.0.pdf>
- Destrée, A., Vansteenkiste, S., Tanghe, T. & De Visscher, J. (2022). Reliable laboratory tests: A prerequisite for the design of high-quality slurry surfacing mixtures. *Advances in materials science and engineering*, Article 7157233. <https://doi.org/10.1155/2022/7157233>
<https://www.hindawi.com/journals/amse/2022/7157233/>
- Institut des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité (IDRRIM). (2020). Maîtrise de la qualité des matériaux bitumineux coulés à froid: Étalonnage du matériel de mise en œuvre (Note d'Information IDRRIM No. 39). <https://www.idrrim.com/publications/7270.htm>
- International Slurry Surfacing Association (ISSA). (2024). *Test method for determining mix time for slurry surfacing systems* (ISSA Technical Bulletin No. 113, revision 1/2024).
- Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW). (2025). *Handleiding voor slemlagen* (OCW Aanbevelingen No A98, rev. 2).