

High Tech Campus 25  
5656 AE Eindhoven  
Postbus 6235  
5600 HE Eindhoven

[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 88 866 50 00

## TNO-rapport

100337001 TNO 2020 R12238

# Eindrapport project Professioneel gebruik van functionele coatings op glas en gevel

|                 |   |
|-----------------|---|
| Datum           | 21 december 2020  |
| Auteur(s)       | Aike Wypkema<br>Henk van Bracht<br>Jacco Eversdijk  |
| Exemplaarnummer | 1   |
| Oplage          | 5   |
| Aantal pagina's | 28 (excl. bijlage)  |
| Aantal bijlagen | 1   |
| Opdrachtgevers  | Schoonmakend Nederland<br>Rompertsebaan 50<br>5231GT 's-Hertogenbosch<br>Mevrouw Ilse Mariën<br><br>Vereniging Schoonmaak Research (VSR)<br>Reitseplein 1<br>5037AA Tilburg<br>De heer John Griep |
| Projectnaam     | Professioneel gebruik van functionele coatings op glas en gevel   |
| Projectnummer   | 060.40122   |

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

# Inhoudsopgave

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding</b> .....  | <b>3</b>  |
| 1.1      | Aanleiding .....  | 3         |
| 1.2      | Nano of niet? .....   | 3         |
| 1.3      | Doelstellingen en werkplan.....   | 4         |
| <b>2</b> | <b>Inventarisatie en selectie (WP1)</b> .....   | <b>6</b>  |
| 2.1      | Functionaliteiten van coatings .....  | 6         |
| 2.1.1    | Overzicht .....   | 6         |
| 2.1.2    | Voorkoming van indringing water in de gevel .....                                       | 7         |
| 2.1.3    | Voorkoming van indringing urine in de gevel .....                                       | 8         |
| 2.1.4    | Voorkoming van hechting/indringing vuil, olie en vet aan/in de gevel .....              | 8         |
| 2.1.5    | Voorkoming van hechting/indringing graffiti-inkt aan/in de gevel.....                   | 8         |
| 2.1.6    | Voorkoming van aangroei mos en algen .....  | 8         |
| 2.1.7    | Vervaalde gevelkleuren er weer nieuwer uit laten zien.....                              | 9         |
| 2.1.8    | Bescherming van de gevelkleur tegen de invloed van zonlicht .....                       | 10        |
| 2.1.9    | Easy-clean coating .....  | 10        |
| 2.1.10   | Foto-katalytische coating .....   | 11        |
| 2.1.11   | Anti-reflectie coating.....   | 11        |
| 2.2      | Selectie van twee coating functionaliteiten en proefnemingen .....                      | 12        |
| 2.2.1    | Vervaalde aluminium geveldelen er weer nieuwer uit laten zien .....                     | 12        |
| 2.2.2    | Waterafstotend maken van stenen gevels .....  | 13        |
| <b>3</b> | <b>Methoden (WP2)</b> .....   | <b>14</b> |
| 3.1      | Methoden om de coating op ondergronden aan te brengen .....                             | 14        |
| 3.1.1    | Vorbewerken van de ondergrond.....  | 14        |
| 3.1.2    | Aanbrengen op de ondergrond .....   | 14        |
| 3.1.3    | Nabewerken van de aangebrachte coating .....  | 14        |
| 3.1.4    | Praktijkvoorbeeld “vervaalde aluminium geveldelen er weer nieuwer uit laten zien” ..... | 14        |
| 3.1.5    | Praktijkvoorbeeld “waterafstotend maken van stenen gevels” .....                        | 15        |
| 3.2      | Methoden om de “performance” van de coating vast te stellen .....                       | 17        |
| 3.3      | Methoden om de duurzaamheid van de coating vast te stellen .....                        | 18        |
| 3.4      | Gevaren classificatie, etikettering en verpakking van coatings .....                    | 20        |
| <b>4</b> | <b>Professioneel gebruik coatings (WP3)</b> .....                                       | <b>22</b> |
| 4.1      | Onderhoud of productvernieuwing? .....  | 22        |
| 4.2      | Technische specificatie en validatie .....  | 22        |
| 4.3      | Veiligheid bij applicatie en gebruik .....  | 23        |
| 4.4      | Stappenplan richting keurmerk.....  | 24        |
| <b>5</b> | <b>Conclusies en aanbevelingen (WP4)</b> .....  | <b>25</b> |
| <b>6</b> | <b>Ondertekening</b> .....  | <b>28</b> |
|          | <b>Bijlage A: Verklarende woordenlijst</b> .....  | <b>29</b> |

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Dit project richt zich op de schoonmaakbranche en meer specifiek op glas- en gevel reiniging van gebouwen. Schoonmakend Nederland en Vereniging Schoonmaak Research (VSR) hebben TNO verzocht om kennis over te dragen op het gebied van coatings die tijdens ofwel na de schoonmaak van de buitengevel van het gebouw kunnen worden aangebracht.

Voor de schoonmaakbranche biedt het kunnen aanbrengen van coatings kansen om de bedrijvigheid en werkgelegenheid in de branche te verhogen. Deze coatings kunnen namelijk gunstige effecten hebben op de gebouwgevels en veel gebouweigenaren zijn bereid extra geld te betalen om hun gevels deze extra behandeling te geven. De schoonmaakbranche is daarom zeer geïnteresseerd in kennis omtrent de functionaliteiten die via coatings aan gevels kunnen worden gegeven zodat zij optimaal gebruik kan maken van de geboden kansen.

Er kleven echter ook mogelijke risico's aan het aanbieden en uitvoeren van deze activiteit van aanbrenging van de coatings op de buitengevels. De schoonmaakbranche wil daarom meer inzicht krijgen in de mogelijke risico's, zodat zij uiteindelijk een goed overwogen ondernemersrisico kunnen nemen om wel of niet in te stappen in deze activiteit.

## 1.2 Nano of niet?

De interesse van de schoonmaakbranche betreft coatings in het algemeen. Een coating is een materiaal laag die door spuiten, sproeien, gieten of verven op een oppervlak is aangebracht.

De schoonmaakbranche geeft aan dat er sinds een aantal jaren een sterke toename van commercieel aangeboden coatings is waarvan wordt aangegeven dat er sprake is van een relatie met "nano". Hierbij wordt vaak beweerd dat deze "nanocoatings" nieuwe en verbeterde functionaliteiten bieden ten opzichte van traditionele coatings. Dit laatste biedt kansen aan de branche om nieuwe services te bieden.

De bovengenoemde relatie met "nano" geeft echter ook mogelijke bedreigingen. Het is namelijk goed mogelijk dat deze coatings geclassificeerd moeten worden als nanomateriaal. De Europese Commissie heeft in 2011 de "[Aanbeveling inzake de definitie van een nanomateriaal](https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/policy/commission-recommendation-on-the-definition-of-nanomater-18102011_en.pdf)" gepubliceerd<sup>1 2</sup>. Hierin wordt een nanomateriaal gedefinieerd als een materiaal bestaande uit deeltjes, waarvan minstens 50 % van de deeltjes een grootte heeft tussen 1 en 100 nanometer.

Bedrijven die nanomaterialen op de markt brengen en gebruiken, dienen extra alert te zijn om ervoor te zorgen dat deze materialen geen schade berokkenen aan de gezondheid van mensen en aan het milieu: nog alerter dan bij traditionele materialen.

---

<sup>1</sup> Commission Recommendation 2011/696/EU on the definition of nanomaterial, ([https://ec.europa.eu/research/industrial\\_technologies/pdf/policy/commission-recommendation-on-the-definition-of-nanomater-18102011\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/policy/commission-recommendation-on-the-definition-of-nanomater-18102011_en.pdf))

<sup>2</sup> <http://cdb.iso.org>

Deeltjes met “nano” afmetingen kunnen namelijk een significant hoger risico vormen voor de mens en omgeving dan deeltjes van dezelfde stof die groter zijn (> 100 nm) of wel kleiner zijn (moleculair verdeeld ofwel < 1 nm).

Leveranciers van coatings die een nanomateriaal gebruiken als een van de ingrediënten van de coating hebben ook deze zorgplicht en zullen de relevante informatie die zij van de leverancier van het nanomateriaal krijgen, moeten doorgeven aan hun klanten, zodat deze goed kunnen beoordelen wat de risico's zijn van het gebruik van de coating.

Nanocentre ([www.nanocentre.nl](http://www.nanocentre.nl)) biedt een plek waar bedrijven antwoord krijgen op hun vragen over veiligheid van nanomaterialen, wegwijs worden gemaakt in het grote aanbod van informatie en kennis kunnen uitwisselen met bedrijven, kennisinstellingen en overheid.

### 1.3 Doelstellingen en werkplan

De doelstellingen van dit project zijn:

- het geven van een overzicht van functionaliteiten die er met (nano-)coating mogelijk zijn;
- het geven van een overzicht van (nano-)coating producten voor één functionaliteit naar keuze;
- het aanreiken van handvatten om de (nano-)coatingmaterialen vooraf te kunnen beoordelen;
- het aanreiken van handvatten om de werkprocedures te kunnen kiezen en optimaliseren;
- het maken van een overzicht van de risico's (qua milieu en veiligheid) van het aanbrengen en gebruik van de functionele coatings voor de geselecteerde functionaliteit.

Het werkplan voor het project is hieronder beschreven.

#### WP 1: Inventarisatie en selectie

Doel van werkpakket 1 is om:

- Een overzicht te maken van te bereiken functionaliteiten en het zo goed mogelijk definiëren van wat elk van deze functionaliteiten precies inhoudt;
- Een selectie te maken van 1 functie die het meest van belang is voor de schoonmaakbranche;
- Een keuze te maken uit een grote range aan **nano**-coating producten waaraan oriënterende experimenten zijn uitgevoerd.

De resultaten zijn weergegeven in hoofdstuk 2 van dit rapport.

#### WP 2: Methoden

Doel van werkpakket 2 is om (internationaal gestandaardiseerde) methoden te selecteren waarmee afspraken tussen ketenpartners kunnen worden gemaakt die onafhankelijk verifieerbaar zijn:

- Gestandaardiseerde methoden om de “performance” te meten. Hierbij richten we ons op de in WP1 geselecteerde “performance”;
- Gestandaardiseerde methoden om (nano-)coatings op ondergronden aan te brengen (inclusief de beschrijving van gestandaardiseerde ondergronden);
- Gestandaardiseerde methoden om (nano-)coatings op ondergronden bloot te stellen aan bepaalde omgevingscondities. Hierbij wordt bij voorkeur gewerkt bij omstandigheden die het verouderingsproces sterk versnellen, zodat zo snel

mogelijk een voorspelling kan worden gedaan van de veroudering na een lange gebruikstijd.  
De resultaten zijn weergegeven in hoofdstuk 3 van dit rapport.

#### WP3: Protocol

Een stappenplan (protocol) zal worden opgesteld om te komen tot een keurmerk (nieuw of integratie in een bestaand keurmerk) voor het professioneel gebruik van (nano-)coatings in de branche. Dit protocol zal in eerste instantie gericht zijn op de in WP1 geselecteerde coatingfunctie, maar zal een generiek karakter hebben, zodat dit protocol als leidraad gebruikt kan worden voor de latere ontwikkeling van protocollen voor andere coatingfuncties. TNO zal het documentbeheer voor dit plan op zich nemen en de technische informatie aanleveren. VSR en Schoonmakend Nederland zullen hun sector kennis inbrengen.

Het resultaat is weergegeven in hoofdstuk 4 van dit rapport.

#### WP 4: Disseminatie

TNO zal in overleg met Schoonmakend Nederland en VSR een tekst opstellen met de belangrijkste conclusies en aanbevelingen van het onderzoek. Hierin zal een concreet voorstel worden opgenomen van (internationaal gestandaardiseerde) methoden voor objectieve beoordeling van de "performance" van (nano-) coatings en hoe deze zouden kunnen worden gebruikt om zuivere afspraken te maken tussen de ketenpartners bij productie, applicatie en gebruik van (nano-)coatings.

Het resultaat hiervan is weergegeven in hoofdstuk 5 van dit rapport.

## 2 Inventarisatie en selectie (WP1)

### 2.1 Functionaliteiten van coatings

#### 2.1.1 Overzicht

Tabel 1 geeft een overzicht van functionaliteiten die professionele coatings aan gevels en glas kunnen geven. Deze lijst is niet volledig, maar beschrijft wel de meest in de praktijk voorkomende.

Deze coatings kunnen op verschillende momenten worden aangebracht:

- tijdens de productie van de geveldelen ofwel het glas (meestal in een fabriek);
- wanneer de gevel of het glas in het (al dan niet al in gebruik zijnde) gebouw aanwezig zijn. Dit kan bijvoorbeeld zijn als onderdeel van een reguliere onderhoudsbeurt van het gebouw.

In dit project richten we ons op de laatste wijze van aanbrengen. Dit betekent dat het aanbrengen, drogen en uitharden van de coating bij omgevingscondities plaatsvindt.

Brancheorganisatie Schoonmakend Nederland heeft diverse kennispublicaties<sup>3</sup> over de meest voorkomende materialen waarvan de gevels zijn gemaakt. Hier wordt onderscheid gemaakt tussen:

- minerale bouwmaterialen (voornamelijk baksteen, beton, natuursteen);
- metaal (voornamelijk aluminium);
- kunststof (inclusief verf);
- hout.

Tabel 1: Mogelijke functionaliteiten van coatings voor glas en gevel

| paragraaf | Functionaliteit van coating  |               |
|-----------|--|---------------|
| 2.1.2     | Voorkoming van indringing water in de gevel  | Gevel         |
| 2.1.3     | Voorkoming van indringing van urine in de gevel<br>- eenvoudige verwijderbaarheid van de urine                     | Gevel         |
| 2.1.4     | Voorkoming van indringing vuil, olie en vet in de gevel<br>- eenvoudige verwijdering van vuil, olie en vet         | Gevel         |
| 2.1.5     | Voorkoming van hechting/indringing graffiti-inkt aan/in de gevel<br>- eenvoudige verwijdering van de graffiti-inkt | Gevel         |
| 2.1.6     | Voorkoming van aangroei mos en algen   | Gevel         |
| 2.1.7     | Vervaalde gevelkleuren er weer nieuwer uit laten zien  | Gevel         |
| 2.1.8     | Bescherming van de gevel(kleur) tegen de invloed van zonlicht  | Gevel         |
| 2.1.9     | Easy-clean coating   | Gevel en glas |
| 2.1.10    | Foto-katalytische coating  | Gevel en glas |
| 2.1.11    | Anti-reflectie coating   | Glas          |

<sup>3</sup> <https://www.schoonmakendnederland.nl/kennisbank/artikel/2019/08/05/Publicaties-en-downloads-Gevelbehandeling>

### 2.1.2 Voorkoming van indringing water in de gevel

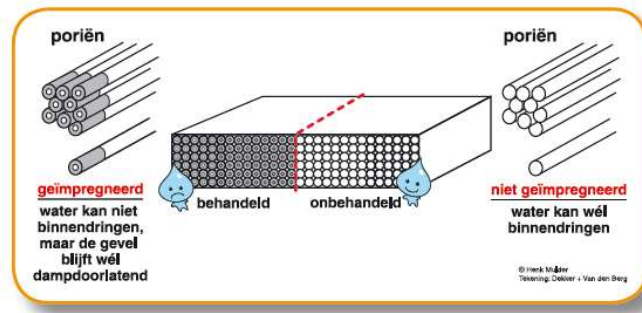
Behandelingen die de indringing van water in poreuze gevels voorkomen, worden hydrofoob impregneren genoemd. Schoonmakend Nederland heeft diverse kennispublicaties over deze behandelingen ter beschikking gesteld op internet.

Deze behandeling wordt voornamelijk uitgevoerd op poreuze minerale bouwmaterialen. Wanneer water op dit materiaal komt, wordt het via capillaire krachten naar binnen gezogen. Bij sterke en langdurige regen kan hierdoor de steen volledig verzadigd raken met water. Bij bijvoorbeeld gebouwen met enkel steens muren is dit ongewenst, omdat dit tot een ongezond binnenmilieu kan leiden.

De behandeling om dit te voorkomen is door een middel aan te brengen dat deels in de steen indringt. We noemen dit dan een impregnering. Het middel waarmee wordt geïmpregneerd dient na opdroging en uitharding waterafstotend te zijn. We noemen dit hydrofoob.

Het is belangrijk dat het middel wat we aanbrengen, de poriën niet volledig afsluit. De poriën moeten open blijven om waterdamp door te kunnen laten.

In onderstaande figuur is een en ander schematisch weergegeven.



Ook niet-poreuze, gesloten gevels moeten soms beschermd worden tegen water. In dit geval noemen we het aangebrachte product een coating, die na drogen en uitharden een filmvormige laag vormt op het oppervlak. Ook hier moet het middel na droging en uitharding waterafstotend (ook wel hydrofoob genoemd) zijn.

De mate van waterafstotendheid kan worden gemeten door te kijken hoe een waterdruppel op het oppervlak ligt. Hierbij wordt de hoek weergegeven tussen water en ondergrond op de plaats waar ze elkaar raken (zie figuur linksonder). Deze loopt van  $0^\circ$  (zeer hydrofiel) tot maximaal  $120^\circ$  bij vlakke ondergronden. Bij ondergronden met een micro- en/of nanostructuur kunnen hogere waarden (tot maximaal  $180^\circ$ ) worden bereikt. Deze structuur kan worden bereikt door toevoeging van (nano)deeltjes aan de coatingvloeistof.



### 2.1.3 Voorkoming van indringing urine in de gevel

De in 2.1.2 genoemde hydrofobe impregnering en hydrofobe coating zijn in principe ook geschikt om het indringen van urine te voorkomen. Urine bestaat immers grotendeels uit water. Het bevat echter ook andere stoffen zoals urinezuur. Die stoffen zorgen ervoor dat een impregneermiddel sterker hydrofoob moet zijn om urine te kunnen afstoten dan dat het een middel moet zijn dat water afstoot.

Bij deze behandeling is het tevens gewenst dat de urine afdruipt van de steen en niet oppervlakkig op de buitenzijde van het steenoppervlak blijft liggen.

### 2.1.4 Voorkoming van hechting/indringing vuil, olie en vet aan/in de gevel

Hydrofobe impregneringen en hydrofobe coatings kunnen het hechten/indringen van water voorkomen, maar niet dat van vuil, olie en vet. Voor het afstoten van vuil, olie en vet dient het impregneermiddel oleofoob te zijn. Dit betekent dat het olie-afstotende eigenschappen moet hebben. Het is mogelijk dat coatings zowel olie-afstotende als waterafstotende eigenschappen hebben.

Bij beide typen behandeling is het tevens gewenst dat het olie en vet afdruipt van de ondergrond en niet oppervlakkig op de buitenzijde van de ondergrond blijft liggen.

### 2.1.5 Voorkoming van hechting/indringing graffiti-inkt aan/in de gevel

De in 2.1.4 genoemde oleofobe coating is in principe ook geschikt om hechting/indringing van graffiti te voorkomen. In dit geval spreken we van een permanente anti-graffiti coating.

Een alternatieve methode is het aanbrengen van een semi-permanente, ofwel opofferende coating. Hierbij staan we toe dat de graffiti-inkt hecht op de coating (en zelfs een beetje mag indringen). De coating is zo ontworpen dat bij reiniging een dun toplaagje van de coating afslijt. Hier wordt dan ook de graffiti-inkt mee verwijderd.

### 2.1.6 Voorkoming van aangroei mos en algen

Iedereen kent wel de aangroei van algen en mos op gevels en wil deze graag voorkomen.

De eigenschappen van de meeste coatings die hier aan bijdragen berusten op de volgende principes:

- Het waterafstotend maken van de steen waardoor water niet meer in de steen dringt (water is een van de essentiële elementen die een alg en mos nodig hebben om te groeien);
- Het water afparelend maken van de steen, waardoor water ook minimaal aan de oppervlak van de steen blijft zitten, maar naar beneden afparelt;
- Het minder laten hechten van sporen (van algen en mos) waardoor deze minimaal aan de gevel blijven hangen.





### 2.1.7 Vervaalde gevelkleuren er weer nieuwer uit laten zien

In gevels ontstaan door inwerking van bijvoorbeeld zand of andere voorwerpen oppervlaktebeschadigingen, veelal in de vorm van krasjes. Dit zorgt voor het optische effect dat de kleur van de gevel er lichter en valer uit gaat zien.

Door een (transparante) coating aan te brengen op de gevel wordt het geveloppervlak weer glad gemaakt: de krasjes worden opgevuld door coatingmateriaal. Het optische effect hiervan is dat de kleur van de gevel er weer donkerder uit gaat zien.

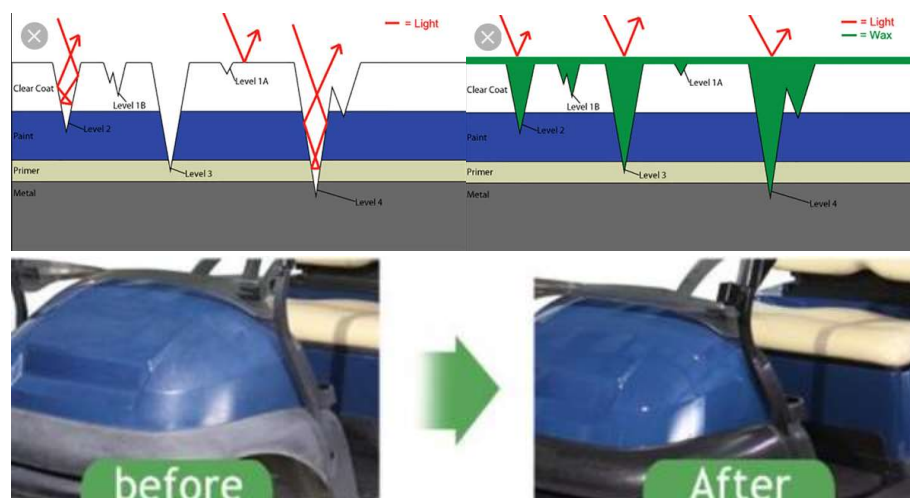
Dit effect kan veelal bereikt worden met relatief eenvoudige coatingmaterialen, zoals bijvoorbeeld bijenwas, carnauba was of wassen op basis van oliedestillaten.

In cosmetisch producten zoals 'foundations' en 'concealers' worden deeltjes toegevoegd om rimpels en ander huidoneffenheden te camoufleren ([http://www.jmchemsci.com/article\\_68859\\_eea7053f5914c4e3f29aee91c77fdbc6.pdf](http://www.jmchemsci.com/article_68859_eea7053f5914c4e3f29aee91c77fdbc6.pdf)).

Relatief grote microneeltjes camoufleren goed, maar geven ook een sterke witte kleur. Door de deeltjes kleiner te maken, wordt deze witte kleur minder en wordt de coating steeds iets minder wit en iets meer transparant.

Ook is uit de coatingwereld bekend dat toevoeging van nanodeeltjes een coating 'sterker en krasbestendiger' maakt, zodat deze minder snel slijt.

Tenslotte kunnen ook additionele eigenschappen aan de coating worden toegevoegd, zoals het beschermen van de gevelkleur tegen inwerking van zonstraling (zie ook 2.1.8).



### 2.1.8 Bescherming van de gevelkleur tegen de invloed van zonlicht

Deze functionaliteit wordt vaak gecombineerd met die genoemd in 2.1.7. Hierbij wordt er in de coating een stof ingemengd die de schadelijke UV stralen van de zon absorbeert.

Bij zonnebrandcrèmes is bekend dat hiervoor vaak bepaalde deeltjes (op basis van  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$  en/of  $\text{CeO}_2$ ) worden gebruikt. Oorspronkelijk werden hiervoor deeltjes gebruikt die typisch enkele micrometers groot waren. Deze geven de zonnebrandcrème echter een intens witte kleur. Door de deeltjes kleiner te maken dan 100 nm (dus “nano”) verdwijnt de intens witte kleur grotendeels maar blijft de absorptie van schadelijke UV straling. Veel mensen verkiezen de zonnebrandcrèmes met nanodeeltjes boven de crèmes met microneeltjes. Zonnebrand crèmes met deze nanodeeltjes worden wel “transparante minerale” zonnecrèmes genoemd. Ook in de coatingwereld is het gebruik van deze zelfde  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$  en/of  $\text{CeO}_2$  deeltjes voor dit doel bekend.

### 2.1.9 Easy-clean coating

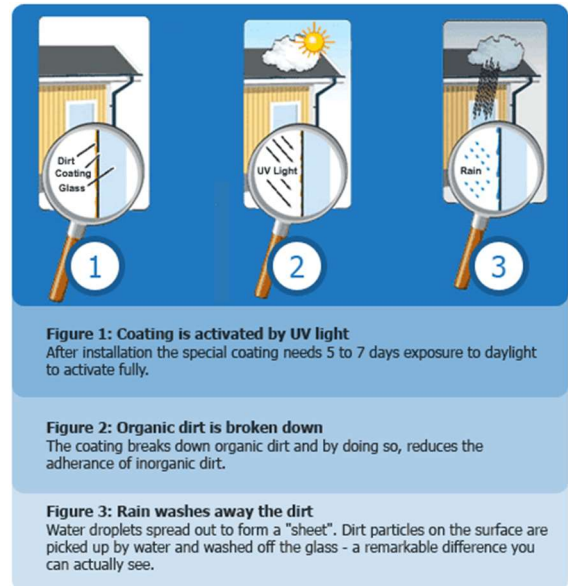
Met easy-clean coatings worden de oppervlakken van glas en gevel vuil- en waterafstotend gemaakt. De geclaimde voordelen hiervan voor het reguliere onderhoud zijn:

- dat veel van het vuil met een goede regenbui al van het glas- of geveloppervlak afgespoeld zal worden;
- dat het schoonmaken nu grotendeels zonder schoonmaakmiddel kan worden uitgevoerd en bovendien zonder veel boenen en schrobben. Het simpel afnemen met een microvezeldoekje is al voldoende;
- dat bij gebruik van kraanwater het ingedroogde kalk als stof op het oppervlak blijft liggen en ook door een microvezeldoek makkelijk kan worden afgenomen.

Deze coatings worden vooral aangeboden voor interieurgebruik bij dagelijkse gebruiksvoorwerpen zoals tafels, glaswanden, badkamer,- en keukentegels en sanitair. Ze kunnen echter ook worden gebruikt voor exterieur gebruik op glas en gevel.

### 2.1.10 Foto-katalytische coating

Een foto-katalytische coating bevat (nano)deeltjes die de chemische afbraak van organische stoffen versnellen. Ze doen dit onder invloed van UV- en zichtbaar blauw licht (uit zonlicht of uit kunstlicht) en gebruiken hierbij zuurstof uit de lucht. Dit zorgt voor afbraak van organisch vuil, waardoor het vuil vervolgens door regen kan worden weggespoeld, zoals in de figuur rechts schematisch is weergegeven<sup>4</sup>. Dit betekent dat deze coating alleen effectief is op plaatsen waar er én voldoende (zon)licht én voldoende regen op valt.



### 2.1.11 Anti-reflectie coating

Glaspanelen in gebouwen reflecteren typisch 8% van het loodrecht invallende zonlicht. Wanneer het zonlicht schuin invalt is dit zelfs nog meer. Een anti-reflectie coating zorgt ervoor dat:

- er meer zonlicht door het glaspaneel komt (waardoor een onderliggend zonnepaneel bijvoorbeeld meer elektriciteit genereert);
- er minder zonlicht wordt gereflecteerd, waardoor:
  - bezoekers van musea ofwel winkels beter kunnen zien wat er achter het glas wordt getoond (in de etalage of in het koel-/vriesvak, et cetera);
  - gebruikers van smartphones en tablets buiten in de zon hun scherm beter kunnen lezen;
  - omwonenden ofwel weggebruikers in de buurt ofwel overvliegende piloten minder last hebben van de hinderlijke schitteringen die door deze reflecties worden veroorzaakt.

In de meeste gevallen wordt deze coating al tijdens productie in de fabriek aangebracht. De Nederlandse bedrijven Er zijn echter recentelijk anti-reflectie coatings ontwikkeld en in de praktijk geïntroduceerd, die achteraf worden aangebracht



<sup>4</sup> Zie <https://www.pilkington.com/en-gb/uk/householders/types-of-glass/self-cleaning-glass>

## 2.2 Selectie van twee coating functionaliteiten en proefnemingen

Van de hiervoor genoemde coatingfunctionaliteiten, is een selectie gemaakt. In eerste instantie is besloten ons te concentreren op gevelmaterialen en niet op glas. Coatings op glas bestaan wel, maar worden veelal door de leverancier in een fabriek onder gecontroleerde omstandigheden aangebracht en bij hoge temperatuur uitgehard. Dit is nodig om een mooie egale coating aan te kunnen brengen die bovendien een lange levensduur van meerdere jaren heeft. Het achteraf aanbrengen (retrofit) kan de kwaliteit qua egaliteit en duurzaamheid van in een fabriek aangebrachte en uitgeharde coatings niet evenaren. Daarom zijn we niet verder ingegaan op (retrofit) coatings op glas.

Daarna is besloten om een coating functionaliteit te kiezen voor metalen gevels en een coating functionaliteit voor stenen gevels:

- vervaalde gevels er weer nieuwer uit laten zien. Hierbij is als ondergrond ge(poeder)coat aluminium gekozen omdat de meeste metalen buitengeveldelen (zoals bijvoorbeeld aluminium kozijnen) een beschermende coating hebben om het metaal te beschermen tegen de buitencondities.
- waterafstotend maken (“hydrofoob impregneren”) van gevels. Hierbij is als ondergrond gekozen voor poreus kalkzandsteen om een sterk verouderde (en daardoor poreus geworden) gemetselde bakstenen muur na te bootsen.

### 2.2.1 Vervaalde aluminium geveldelen er weer nieuwer uit laten zien

Regelmatige reiniging van gevels is belangrijk, zowel vanuit functioneel als esthetisch oogpunt: na elke reiniging ziet het er weer als nieuw uit en is het oppervlak bovendien bevrijd van verontreinigingen die de geveldelen kunnen aantasten.

In de loop der tijd zorgt inwerking van externe invloeden (zoals mechanische slijtage) echter voor kleine krasjes en oneffenheden in het oppervlak. Het primaire effect is dat het geveldeel er verweerd en verouderd uit gaat zien.

Een functionele coating kan het geveloppervlak weer glad maken: de krasjes worden opgevuld door coatingmateriaal. Het optische effect hiervan is dat de kleur van de gevel er weer meer als nieuw (donkerder, minder vaal) uit gaat zien.

Er is geen directe referentie gevonden waarbij is aangetoond dat nanodeeltjes dit type coating kunnen verbeteren. In paragraaf 2.1.7 is wel aangegeven wat de mogelijke positieve effecten zouden kunnen zijn:

- In cosmetisch producten zoals ‘foundations’ en ‘concealers’ worden deeltjes toegevoegd om rimpels en ander huidoneffenheden te camoufleren. Relatief grote microneeltjes camoufleren goed, maar geven ook een sterke witte kleur. Door de deeltjes kleiner te maken, wordt deze witte kleur minder en wordt de coating steeds iets minder wit en iets meer transparant.
- Uit de coatingwereld is bekend dat toevoeging van nanodeeltjes een coating ‘sterker en krasbestendiger’ maakt, zodat deze minder snel slijt.

Er zijn diverse commercieel verkrijgbare coatingformuleringen in omloop die voor deze toepassing worden aangeboden. Hieruit is een selectie gemaakt van 2 voorbeeld coatings:

- het product B-1 is gebruikt als referentie. Dit product maakt geen claim dat er een relatie is met “nano”;
- het product B-2 claimt dat het is “gebaseerd op chemische nanotechnologie”.

### 2.2.2 Waterafstotend maken van stenen gevels

(Bak)Stenen gevels hebben over het algemeen een gezonde interactie met (regen)water. Ze nemen dit gedeeltelijk op en staan dit later weer af. Dit vormt over het algemeen een gezonde balans. In sommige gevallen is deze balans echter verstoord, waardoor er bijvoorbeeld mos- of algengroei op de muur optreedt en/of dat er water door de muur naar binnen doorslaat.

Een functionele coating kan het geveloppervlak waterafstotend maken waardoor deze problemen worden voorkomen. Dit wordt ook wel hydrofoob impregneren genoemd. De toevoeging van nano-deeltjes aan deze coatings kan ervoor zorgen dat aanhangend water meer afparelt waardoor de muur nog beter droog blijft en/of dat er minder coatingmateriaal nodig is.

Er zijn veel voorbeelden te geven van commercieel verkrijgbare coatingformuleringen die voor deze toepassing worden aangeboden. Hieruit is een selectie gemaakt van 5 producten:

- reeds jaren bekende en toegepaste producten A-1 en A-2 zijn gebruikt als referentie. Deze producten maken geen claim dat er een relatie is met “nano”;
- een relatief nieuw product A-3, wat wordt gepromoot als zeer effectief en met zeer laag gehalte actieve stof. Dit product maakt geen claim dat er een relatie is met “nano”;
- een relatief nieuw product A-4, is gekozen omdat dit volgens opgave een watergedragen hydrofobeermiddel op basis van siloxanen en nanodeeltjes is en claimt een extreem afparelend effect te geven;
- het product A-5 dat gepromoot wordt als een product waarbij de actieve stof geheel uit nanodeeltjes bestaat. Tevens wordt geclaimd dat er maar zeer weinig coatingmateriaal op het oppervlak hoeft te worden aangebracht om een goed effect te bereiken. Het gehalte aan actief materiaal in de coatingformulering is zeer laag.

Voor elk van de producten is tevens de prijs per liter coatingformulering opgegeven, zoals deze is vermeld op de prijslijst c.q. opgegeven prijs (prijsspeil 2020) in de webshop.

| Product | Nano-claim            | Oplosmiddel | Actieve stof            | Gehalte actieve stof | Verbruik (ml/m <sup>2</sup> ) <sup>1</sup> | Prijs (euro/L) |
|---------|-----------------------|-------------|-------------------------|----------------------|--|----------------|
| A-1     | Geen                  | Water       | TE-Octyl-S              | 5 - 10%              | 500-1500                                   | 5              |
| A-2     | Geen                  | Water       | TE-Octyl-S              | < 10%                | 500-1500                                   | 7              |
| A-3     | Geen                  | Water       | Silane/silox + additief | 1,3%                 | 250-1000                                   | 1,5            |
| A-4     | “Bevat nano-deeltjes” | Water       | TE-Octyl-S + nano       | < 10%                | 150- 250                                   | 19             |
| A-5     | “Bevat nano-deeltjes” | Water       | Nano                    | 0,37%                | 30- 40                                     | 100            |

<sup>1</sup> Volgens opgave is dit het “theoretische verbruik”, maar wordt geadviseerd om middels een proefstuk het werkelijke verbruik te bepalen.

## 3 Methoden (WP2)

### 3.1 Methoden om de coating op ondergronden aan te brengen

Bij het aanbrengen van de coatingformulering dienen een aantal zaken in de gaten te worden gehouden.

#### 3.1.1 Voorbewerken van de ondergrond

Allereerst dient zorgvuldig te worden geanalyseerd welke ondergrond moet worden gecoat: coatingformuleringen zijn vaak namelijk geoptimaliseerd voor gebruik op een bepaalde ondergrond:

- mineraal, metaal, kunststof, verf, hout
- (vooral bij mineraal) gesloten ofwel poreuze ondergrond
- (bij elke soort) welk type ondergrond binnen deze soort.

Daarnaast moet worden bekeken of er een voorbehandeling van de ondergrond nodig is. In elk geval moet het oppervlak altijd schoon worden gemaakt.

#### 3.1.2 Aanbrengen op de ondergrond

De leverancier adviseert om een bepaalde hoeveelheid coatingvloeistof per vierkante meter aan te brengen. Dit moet zo gelijkmatig mogelijk gebeuren.

De meest gebruikte applicatiemethoden zijn:

- roller
- (microvezel)doekje
- sproeien

Het egaal aanbrengen van coatingvloeistoffen met deze methoden is een vak en het is dus ook aan te bevelen dit door een vakman te laten uitvoeren.

#### 3.1.3 Nabewerken van de aangebrachte coating

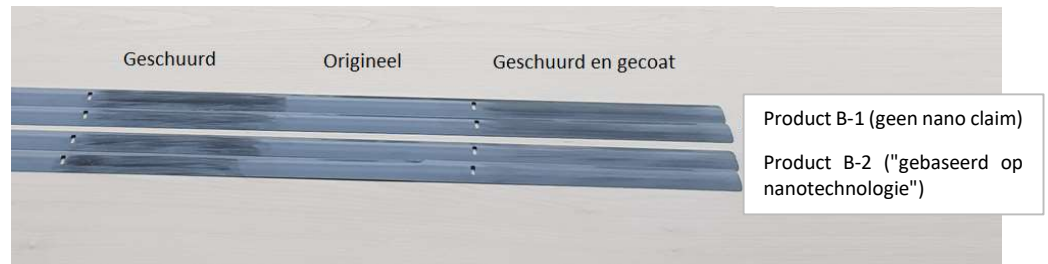
Na het aanbrengen van de coating dient het oplosmiddel te verdampen en vaak ondergaat de coating nog een uithardingsproces. We gaan er hier vanuit dat dit bij omgevingscondities gebeurt. De fabrikant geeft aan binnen welke limieten qua condities dit goed gaat en hoe lang dit duurt.

#### 3.1.4 Praktijkvoorbeeld "vervalde aluminium geveldelen er weer nieuwer uit laten zien"

Gecoate aluminiumdelen worden veel gebruikt in gevels, onder andere voor kozijnen. Daarom zijn gecoate aluminiumdelen hier gebruikt als voorbeeld materiaal.

Monsters gecoate aluminium lamellen zijn eerst licht geschuurd met 3M schuurpapier met fijnheid 320. Hierdoor krijgen ze een vaal, verweerd uiterlijk. Dit is het visuele effect van de krasjes die in de coating zijn gekomen door het schuurpapier. In de praktijk gebeurt dit ook, maar dan door andere invloeden (zoals bijvoorbeeld het schuren van zand wat langs de gevel wordt geblazen door de wind).

Hierop zijn de geselecteerde coatings, B-1 en B-2 aangebracht met een katoenen doek. Hierdoor krijgen de lamellen weer grotendeels hun originele uiterlijk (donkerder kleur) terug. Dit is duidelijk te zien op de volgende foto. De effecten op de glans zijn ook gemeten volgens de norm EN ISO 2813 en deze metingen bevestigen dat de glans van het oppervlak door de coating weer sterk wordt hersteld richting de originele waarde. Dit is weergegeven in de tabel onder de figuur.



| Glansmeting volgens EN-ISO 2813    |           |                   |    |                               |           |                   |    |                               |
|------------------------------------|-----------|-------------------|----|-------------------------------|-----------|-------------------|----|-------------------------------|
| Meting onder 60 graden             |           |                   |    | Meting onder 85 graden        |           |                   |    |                               |
| Coating product                    | Geschuurd | Geschuurd, gecoat |    | Glansverbetering door coating | Geschuurd | Geschuurd, gecoat |    | Glansverbetering door coating |
|                                    |           | Origineel         |    |                               |           | Origineel         |    |                               |
| B-1 (geen nano claim)              | 8         | 21                | 49 | 32%                           | 20        | 51                | 80 | 52%                           |
| B-1 (geen nano claim)              | 11        | 23                | 47 | 33%                           | 26        | 55                | 80 | 54%                           |
| B-2 (gebaseerd op nanotechnologie) | 11        | 30                | 49 | 50%                           | 30        | 67                | 79 | 76%                           |
| B-2 (gebaseerd op nanotechnologie) | 11        | 35                | 50 | 62%                           | 26        | 72                | 80 | 85%                           |

### 3.1.5 Praktijkvoorbeeld "waterafstotend maken van stenen gevels"

In de geselecteerde case behandelen we een poreuze kalkzandsteen. Dit is een steensoort die zeer veel water opneemt omdat hij zeer open van structuur is. Daarom is het een goed referentiemateriaal voor de proef: indien de wateropname van deze steen kan worden tegengegaan, dan zal dat voor bakstenen en voeg-/metselwerk ook het geval zijn. Deze zijn in nieuwe staat minder open van structuur. Vooral voegen en metselwerk kan door inwerking van omgevingsfactoren in de tijd echter steeds opener van structuur worden en daarmee steeds meer op kalkzandsteen gaan lijken.

Voor applicatie is deze steen eerst schoongeborsteld met een zachte borstel.

De aanbevolen hoeveelheid aan te brengen coatingmateriaal voor de producten A-1 en A-2 was 500-1500 g/m<sup>2</sup>. Dit bleek met een vachtroller goed te realiseren. Bij product A-1 bleken twee lagen nodig te zijn om voldoende egaal dekkend te zijn (en om de minimaal aanbevolen hoeveelheid coating aan te brengen).

De aanbevolen hoeveelheid aan te brengen coatingmateriaal voor de producten A-4 en A-5 was 150-200 g/m<sup>2</sup> respectievelijk 30-40 g/m<sup>2</sup>. Het aanbrengen van deze hoeveelheden bleek met een vachtroller niet mogelijk omdat met een vachtroller een grotere hoeveelheid aangebracht wordt. Daarom zijn deze producten aangebracht met een airbrush sproeier, in 1 en 2 lagen. De opbrengst van het product A-5 was met 80 g/m<sup>2</sup>: het dubbele van de aanbevolen hoeveelheid. Er is wel getracht een nog lagere hoeveelheid aan te brengen, maar dit leidde zichtbaar tot een niet-egaal aanbrengbeeld op deze steen. Daarom is de 80 g/m<sup>2</sup> aangehouden.

Omdat bij aanbrengen van 80 g/m<sup>2</sup> de coating toch nog niet voldeed aan de specificaties, is nog een proef uitgevoerd waarbij twee lagen van elk 80 g/m<sup>2</sup> over elkaar zijn aangebracht.

Tenslotte is het product A-3 aangebracht. De aanbevolen hoeveelheid is 250-1000 g/m<sup>2</sup>. Dit is mogelijk zowel met een vachtroller als met een airbrush sproeier. Er is gekozen voor de air brush sproeier, omdat deze al gereed was voor aanbrengen van de andere twee coatings A-4 en A-5.

| Pro-duct | Nano-claim            | Verbruik 1 <sup>e</sup> laag (ml/m <sup>2</sup> ) | Verbruik 2 <sup>e</sup> laag (ml/m <sup>2</sup> ) | Applicatie                                      |
|----------|-----------------------|---|---|---|
| A-1      | Geen                  | 346   | 189   | Vachtroller 2 lagen                             |
| A-2      | Geen                  | 261   | -   | Vachtroller 1 laag                              |
| A-3      | Geen                  | 281   | -   | Airbrush nozzle 0.4 mm, druk 1bar, 3 kruislagen |
| A-4      | "Bevat nano-deeltjes" | 168   | -   | Airbrush nozzle 0.4 mm, druk 1bar, 2 kruislagen |
| A-5      | "Bevat nano-deeltjes" | 80  | -   | Airbrush nozzle 0.4 mm, druk 1bar, 1 kruislaag  |
| A-5      | "Bevat nano-deeltjes" | 80  | 80  | Airbrush nozzle 0.4 mm, druk 1bar, 1 kruislaag  |



### 3.2 Methoden om de “performance” van de coating vast te stellen

Belangrijk is om vooraf met de leverancier vast te stellen aan welke eisen het gecoate oppervlak moet voldoen direct na aanbrengen en uitharden. In onderstaande tabel zijn voorbeelden gegeven van welke eisen dit zouden kunnen zijn voor de verschillende functionaliteiten van de coatings.

| Functionaliteit van coating   | Methoden om de “performance” te meten   |
|---|---|
| Voorkoming van indringing water   | Contacthoek (CA) met water > 90°<br>Karstenbuis (water) test < 0,5 ml/10 minuten  |
| Voorkoming van indringing van urine<br>- Eenvoudige verwijderbaarheid       | Contacthoek (CA) met diiodomethaan > 90°<br>- EN 1096-5                           |
| Voorkoming van indringing vuil, olie, vet<br>- eenvoudige verwijderbaarheid | Contacthoek (CA) met IPA > 90°<br>- EN 1096-5                                     |
| Voorkoming van indringing graffiti<br>- eenvoudige verwijderbaarheid        | Contacthoek (CA) met IPA > 90°<br>- EN 1096-5                                     |
| Vervaalde kleuren er nieuwer uit laten zien                                 | Visuele beoordeling.<br>Glansmeting EN-ISO 2813                                   |
| Bescherming van gevel(kleur) tegen invloed zonlicht                         | Beoordeling kleurvervaging na QUV- ofwel Xenon kunstmatige zonlicht blootstelling |
| Easy-clean  | EN 1096-5   |
| Foto-katalytische coatings  | EN 1096-5, the new European Standard for evaluating self-cleaning performance     |
| Anti-reflectie coating  | Spectrofotometrische bepaling   |

Voor de geselecteerde case zijn eisen gesteld aan de contacthoek met water (reeds uitgelegd in paragraaf 2.1.2) en de waterabsorptie met de Karstenbuis methode. Een handleiding van deze methode kan worden gevonden op de website van de brancheorganisatie Schoonmakend Nederland<sup>5</sup>: de eis is dat gedurende 10 minuten minder dan 0,5 ml water wordt opgenomen door de gevel tijdens de test.

Voor elk van de producten, is hieronder aangegeven of deze na aanbrenging op de gevel, voldeden aan de gestelde eisen voor het gebruik voor voorkomen van indringing van water (CA= contacthoek, bij een waarde >90 is er sprake van afstotendheid).

| Pro-duct                        | Nano-claim          | Verbruik (ml/m <sup>2</sup> ) | Prijs (euro/m <sup>2</sup> ) | Karsten buis test | CA water (°) |
|---------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------|--------------|
| A-1                             | Geen                | 535                           | 2,68                         | PASS              | 119          |
| A-2                             | Geen                | 261                           | 1,83                         | PASS              | 115          |
| A-3                             | Geen                | 281                           | 0,42                         | PASS              | 129          |
| A-4                             | Bevat nano-deeltjes | 168                           | 3,19                         | PASS              | 141          |
| A-5                             | Bevat nano-deeltjes | 80                            | 8,00                         | FAIL              | 139          |
| A-5<br>dubbele kruislaag gecoat |                     | 160                           | 16,00                        | PASS              | 140          |

<sup>5</sup> <https://www.schoonmakendnederland.nl/kennisbank/artikel/2019/08/05/Publicaties-en-downloads-Gevelbehandeling>

### 3.3 Methoden om de duurzaamheid van de coating vast te stellen

Zodra we weten dat een coating direct na aanbrengen en uitharden, aan de gestelde eisen voldoet, dient zich de volgende vraag aan: zal de coating ook nog aan de eisen voldoen na een bepaalde gebruikstijd?

Om dit te kunnen inschatten worden in de regel proefstukken van de gevel met coating blootgesteld aan kunstmatig versnelde blootstelling aan elementen die de coating in de praktijk zouden kunnen aantasten. Denk bijvoorbeeld aan:

- warmte (al dan niet in combinatie met een hoog vochtgehalte);
- regenval;
- zonneschijn;
- warmte en koude (incl. vorst).

Blootstelling aan deze elementen kan versneld worden uitgevoerd in laboratoria. Dit kan één voor één per element, maar het is ook mogelijk om de blootstellingen aan de verschillende elementen af te wisselen (bijvoorbeeld vochtige warmte gevolgd door regen ofwel warmte-koude-warmte-et cetera).

Veel van deze versnelde blootstellingsmethoden zijn ook in nationaal en internationaal afgestemde normen vastgelegd, zodat resultaten van verschillende laboratoria met elkaar vergeleken kunnen worden en ook eenduidig kunnen worden vertaald naar praktijkomstandigheden. Voorbeelden van dit soort normen zijn:

- NEN-EN 1096-2:2012 en Glas in gebouwen - Gecoat glas - Deel 2: Eisen en beproevingsmethoden voor coatings van klasse A, B en S
- IEC 61215 Reliability of solar Modules
- ISO 9022 Optics and photonics
- ISO 9211-4:2012 Optics and photonics - Optical coatings - Part 4: Specific test methods

Voor de beide geselecteerde cases zijn de coatings blootgesteld aan:

- een omgeving van 85°C en 85% relatieve luchtvochtigheid gedurende 168 uur.
- gesimuleerde regen in de vorm van blootstelling gedurende 168 uur onder een waterkraan. De opstelling hiervoor is hieronder weergegeven.



Foto links:  
Gesimuleerde regen op  
gecoate zandsteen  
monsters.

Voorbeeld “vervalde aluminium geveldelen er nieuwer uit laten zien”

De onderstaande tabellen geven de gemeten glans weer van:

\* de monsters direct na coaten (tabel boven);

\* de gecoate lamellen na kunstmatige veroudering.

We zien dat product B-2 (gebaseerd op nanotechnologie) meer glansherstel laat zien dan product B-1 (geen nano-claim).

We zien een beperkte afname van het effect van de coating door de kunstmatige veroudering, maar het effect van de coating blijft ook na de kunstmatige veroudering nog grotendeels intact.

*Direct na het coaten:*

| Glansmeting volgens EN-ISO 2813    |           |                   |           |                               |           |                   |           |                               |
|------------------------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------------------|
| Meting onder 60 graden             |           |                   |           | Meting onder 85 graden        |           |                   |           |                               |
| Coating product                    | Geschuurd | Geschuurd, gecoat | Origineel | Glansverbetering door coating | Geschuurd | Geschuurd, gecoat | Origineel | Glansverbetering door coating |
| B-1 (geen nano claim)              | 8         | 21                | 49        | 32%                           | 20        | 51                | 80        | 52%                           |
| B-1 (geen nano claim)              | 11        | 23                | 47        | 33%                           | 26        | 55                | 80        | 54%                           |
| B-2 (gebaseerd op nanotechnologie) | 11        | 30                | 49        | 50%                           | 30        | 67                | 79        | 76%                           |
| B-2 (gebaseerd op nanotechnologie) | 11        | 35                | 50        | 62%                           | 26        | 72                | 80        | 85%                           |

*Na kunstmatige veroudering:*

| Glansmeting volgens EN-ISO 2813    |           |                   |           |                               |           |                   |           |                               |
|------------------------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------------------|
| Meting onder 60 graden             |           |                   |           | Meting onder 85 graden        |           |                   |           |                               |
| Coating product                    | Geschuurd | Geschuurd, gecoat | Origineel | Glansverbetering door coating | Geschuurd | Geschuurd, gecoat | Origineel | Glansverbetering door coating |
| B-1 (geen nano claim)              | 8         | 18                | 49        | 24%                           | 20        | 43                | 80        | 38%                           |
| B-1 (geen nano claim)              | 11        | 20                | 47        | 25%                           | 26        | 46                | 80        | 37%                           |
| B-2 (gebaseerd op nanotechnologie) | 11        | 26                | 49        | 39%                           | 30        | 61                | 79        | 63%                           |
| B-2 (gebaseerd op nanotechnologie) | 11        | 30                | 50        | 49%                           | 26        | 64                | 80        | 70%                           |

Voorbeeld “waterafstotend maken van stenen gevels”

Voor elk van de producten, is aangegeven of deze na de gesimuleerde blootstelling, voldeden aan de gestelde eisen voor het voorkomen van indringing van water.

| Product                      | Nano-claim          | Karsten buis test VOOR | Karsten buis test NA | CA water (°) VOOR | CA water (°) NA |
|------------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|-------------------|-----------------|
| A-1                          | Geen                | PASS                   | PASS                 | 119               | >110            |
| A-2                          | Geen                | PASS                   | PASS                 | 115               | >110            |
| A-3                          | Geen                | PASS                   | PASS                 | 129               | >120            |
| A-4                          | Bevat nano-deeltjes | PASS                   | PASS                 | 141               | >130            |
| A-5                          | Bevat nano-deeltjes | FAIL                   | FAIL                 | 139               | >130            |
| A-5 dubbele kruislaag gecoat |                     | PASS                   | PASS                 | 140               | >130            |

### 3.4 Gevaren classificatie, etikettering en verpakking van coatings

De basis is dat er voor elke stof geldt dat onderzocht moet zijn wat de effecten zijn op gezondheid en milieu via het stoffen/Reach systeem. Dit geldt ook voor coatings. Afhankelijk van eventuele schadelijkheid voor mens, dier, milieu worden H-zinnen toegekend. Deze H-zinnen geven aan welke gevaren er zijn. Voor elke stof moet altijd een materiaal veiligheidsformulier beschikbaar zijn waarin is aangegeven welke gevaren er zijn. Hierin worden ook de toegekende H-zinnen vermeld. Tevens wordt geadviseerd welke maatregelen moeten worden genomen om veilig met deze stof om te gaan (de zogenaamde P-zinnen).

Belangrijk voor nano-materialen is dat in de veiligheidsbladen de gevaren worden gegeven die horen bij de ingrediënten (en de vorm ervan) in de formulering. Dus bij formuleringen met nanodeeltjes van samenstelling Y is het misleidend indien de gevaren van microdeeltjes of macrodeeltjes van samenstelling Y worden toegevoegd. Nanodeeltjes kunnen namelijk in veel sterkere mate dan micro- of macrodeeltjes een interactie aangaan met organismen op cellulair niveau en immunologische effecten, oxidatieve stress en chronische long- en leverontsteking veroorzaken. Als afnemer van de coatingproducten is het verstandig om hierover kritische vragen te stellen bij de leverancier. Volgens de recente update in REACH-registratiedossiers (januari 2020) is nu verplicht gesteld dat de bedrijven voldoende informatie verstrekken om het veilige gebruik van hun stoffen met nanodeeltjes (zoals nanocoatings) voor de menselijke gezondheid en het milieu mogelijk maken. Dit vereist niet alleen informatie over toxicologische profielen, maar ook over blootstellingspatronen. Details van deeltjesgrootte, vorm en oppervlaktechemie van nanodeeltjes worden gezien als factoren voor blootstelling, omgevingsgedrag en toxicologische kenmerken. In de praktijk houdt dit in dat de leveranciers van nanomaterialen en producenten van coatings goede en voldoende informatie moeten verstrekken over de specifieke gevaren van de ingrediënten in nano-vorm (indien deze aanwezig zijn).

Een bedrijf dat de uiteindelijke formuleringen (schoonmaakmiddel, functionele coating) maakt en verkoopt moet er ook voor zorgen dat er een veiligheidsinformatieblad (VIB) beschikbaar is voor deze formulering. Hierin dient hij de gangbare regels te volgen voor het overnemen van de gevaren van de ingrediënten naar de gevaren van de formulering. Dit gaat volgens het preparaten systeem. Dit systeem regelt hoe de H-zinnen van de individuele componenten worden overgedragen aan het mengsel/preparaat (en vermeld op het materiaal veiligheidsblad van het mengsel). Deze regels zijn afhankelijk van het type H-zinnen waarom het gaat en de concentratie waarin de stof aanwezig is in het mengsel.

- In een deel van de gevallen hoeven de H-zinnen van de individuele componenten niet te worden overgenomen op het mengsel wanneer deze individuele componenten in (zeer) lage concentratie aanwezig zijn. De concentratie waarbij dit het geval is kan voor elke H-zin anders zijn (dit kan bijvoorbeeld 1% maar ook 0,1% zijn).
- In een deel van de gevallen mogen de H-zinnen van de individuele componenten vervangen worden door andere (minder "zware") H-zinnen, ook weer indien de individuele componenten in (zeer) lage concentratie aanwezig zijn. De concentratie waarbij dit het geval is kan voor elke H-zin anders zijn (dit kan bijvoorbeeld 1% maar ook 0,1%).

- In de overige gevallen moeten de H-zinnen van de individuele componenten overgenomen worden op het mengsel.

Tenslotte wordt aan de hand van de overblijvende H-zinnen op het mengsel bepaald op welke wijze het mengsel/preparaat moet worden geëtiketteerd.

Voor stoffen die actief de groei van micro-organismen (zoals algen en mossen) remmen ofwel de micro-organismen doden<sup>6</sup>, geldt bovenop de bovengenoemde regelgeving ook de biocide wet- en regelgeving. Voor deze stoffen is een aparte registratie nodig. In de praktijk komt het erop neer dat er een relatief beperkt arsenaal aan geregistreerde stoffen is en dat de coating producerende bedrijven uit deze stoffen kiezen. De gegevens van de basisregistratie van de basisstoffen nemen zij dan over op hun eindformulering. Voor de eindformulering die zij in Nederland op de markt brengen, dienen zij:

- een Nederlandse registratie te hebben bij het College voor de toelating van gewas beschermingsmiddelen en biociden (**Ctgb**), website <http://www.ctgb.nl>;
- ofwel een Unietoelating of Vereenvoudigde toelating met toelating tot de Nederlandse markt (conform Verordening EU nr. 528/2012). Deze middelen staan geregistreerd bij het Europees agentschap voor chemicaliën (ECHA) <https://echa.europa.eu/nl/information-on-chemicals/biocidal-products>.

Op basis van de informatie uit de Veiligheidsinformatiebladen (VIB's) maakt de gebruiker een risico-analyse van het aanbrengen en gebruik van de coating. Hierbij worden de volgende vragen beantwoord:

- Worden mensen blootgesteld aan de coatingmaterialen? Er zijn hierbij verschillende wegen van blootstelling, zoals (voornamelijk) inademing, inslikken, via de huid en via de ogen;
- Is het coating materiaal gevaarlijk voor de mens bij de verwachte blootstellingen?
- Zo ja, hoe kunnen persoonlijke beschermingsmiddelen de blootstelling verminderen tot een acceptabel niveau?
- Wordt het milieu blootgesteld aan de coatingmaterialen?
- Is het coatingmateriaal schadelijk voor het milieu bij de verwachte blootstelling?
- Zo ja, welke maatregelen kunnen worden genomen om de blootstelling aan het milieu terug te brengen tot een acceptabel niveau?

Tenslotte dient natuurlijk te worden ingeschat of mens, dier en milieu mogelijk zouden kunnen worden blootgesteld aan potentieel gevaarlijke coatingdelen (zoals nanodeeltjes) die vrijkomen uit de coatingmatrix onder enige mechanische belasting (bijv. slijtage) of omgevingsstress (bijv. omgevingsinvloeden) gedurende hun hele levenscyclus. Dit kan efficiënt en economisch worden gerealiseerd door de nanocoatings Safe-by-Design (SbD) te maken. Het SbD-concept wordt al in de vroege ontwerpfase van het innovatieproces toegepast om:

- i) omgaan met onzekere risico's door de nodige kennis te verzamelen over mogelijk relevante nadelige effecten van nanomaterialen in nanocoatings;
- ii) om deze effecten uit de nanocoatings te engineeren door de juiste keuzes van coatingmaterialen, verwerkingsgereedschappen of technologieën om de nanocoating zo veilig mogelijk te maken, terwijl de oorspronkelijke productfunctionaliteiten (bijv. antimicrobieel, anticorrosie, zelfreinigend, magnetisch ...) intact blijven.

---

<sup>6</sup> Hier vallen onder andere veel traditioneel gebruikte middelen zoals chloorbleekloog en waterstofperoxide onder, maar ook bijvoorbeeld zilver nano-deeltjes.

## 4 Professioneel gebruik coatings (WP3)

### 4.1 Onderhoud of productvernieuwing?

Het werkveld van de glas- en gevelreinigingsbranche is primair het onderhouden van gevels van gebouwen zodat deze zo lang mogelijk hun originele uitstraling en functionaliteit behouden.

De VMRG, de Nederlandse brancheorganisatie voor gevels en gevelelementen, onderscheidt de volgende soorten van onderhoud:

- Esthetisch onderhoud, welke is onder te verdelen in:
  - Bewassing
  - Reiniging
  - Bescherming
- Technisch onderhoud

Bij esthetisch onderhoud heeft het aanbrengen van beschermende coatings een preventief effect tegen veroudering van de gevel. Een deel van de in dit rapport besproken coatings valt in deze categorie.

Bij het technisch onderhoud heeft het aanbrengen van de beschermende coatings een herstellend effect op de gevel: een verouderde gevel krijgt hierdoor weer (geheel of gedeeltelijk) zijn originele uitstraling en functionaliteit weer terug. Een deel van de in dit rapport besproken coatings valt in deze categorie.

Een deel van de in dit rapport genoemde coatings valt eigenlijk niet in één van bovengenoemde categorieën: ze veranderen immers de functionaliteit van de gevel en zijn zo ontworpen dat ze bestand zijn tegen externe invloeden (en laten zich daarom ook niet eenvoudig verwijderen). In deze gevallen is er het risico dat de opdrachtgever achteraf niet tevreden blijkt met de nieuwe functionaliteit van de gevel en eist dat deze weer in originele staat wordt teruggebracht. Het is verstandig om dit risico te ondervangen door vooraf een getekende overeenkomst met de opdrachtgever te hebben met afspraken over de nieuwe functionaliteit die de gevel krijgt.

### 4.2 Technische specificatie en validatie

Er dient vooraf goed te worden gespecificeerd hoe de coating zal worden aangebracht en welke effecten deze zal hebben op de eigenschappen van de gevel. Bij voorkeur in termen die onafhankelijk te verifiëren zijn.

Deze kunnen in eerste instantie worden gebaseerd op de door de leverancier van de coating aangeleverde technische datasheet(s). Het is echter sterk aan te raden om deze zelf te valideren voor de specifieke praktijksituatie waarin de coating zal worden toegepast, bijvoorbeeld door het zetten van een proefstuk.

### 4.3 Veiligheid bij applicatie en gebruik

Er dient vooraf een gevarenanalyse te worden gemaakt voor het aanbrengen en gebruik van de coating. Hierbij worden de volgende vragen beantwoord:

- Worden mensen blootgesteld aan de coatingmaterialen? Er zijn hierbij verschillende wegen van blootstelling, zoals (voornamelijk) inademing, inslikken, via de huid en via de ogen;
- Is het coatingmateriaal gevaarlijk voor de mens bij de verwachte blootstellingen?
- Zo ja, hoe kunnen persoonlijke beschermingsmiddelen de blootstelling verminderen tot een acceptabel niveau?
- Wordt het milieu blootgesteld aan de coatingmaterialen?
- Is het coatingmateriaal schadelijk voor het milieu bij de verwachte blootstelling?
- Zo ja, welke maatregelen kunnen worden genomen om de blootstelling aan het milieu terug te brengen tot een acceptabel niveau?

Deze analyse richt zich primair op het proces van aanbrengen van de coating, maar dient ook te analyseren welke potentieel gevaarlijke coatingdelen (zoals nanodeeltjes) zouden kunnen vrijkomen uit de coatingmatrix onder enige mechanische belasting (bijv. slijtage) of omgevingsstress (bijv. omgevingsinvloeden) gedurende hun hele levenscyclus.

Deze analyse wordt gebaseerd op de veiligheidsinformatiebladen van de coatings. Deze worden door de leverancier van de coatings aangeleverd. Het is wel zaak om te valideren of deze veiligheidsinformatiebladen voldoen aan de vereisten van de nationale en Europese regelgeving. Kritische punten zijn hierbij onder andere:

- bij coatings die coatingdeeltjes bevatten met nano-afmetingen (1-100 nanometer) is sinds januari 2020 verplicht dat het veiligheidsinformatieblad deze nano-ingrediënten benoemt en hier ook de relevante blootstellings- en toxiciteitsgegevens bij aanlevert.
- bij coatings die claimen om actief de groei van micro-organismen (zoals bacteriën) af te remmen ofwel de micro-organismen te doden<sup>7</sup>, geldt in Nederland dat de leverancier een bewijs moet aanleveren van:
  - registratie bij het College voor de toelating van gewas beschermingsmiddelen en biociden (**Ctgb**), website <http://www.ctgb.nl>;
  - ofwel een Unietoelating of Vereenvoudigde toelating met toelating tot de Nederlandse markt (conform Verordening EU nr. 528/2012). Deze middelen staan geregistreerd bij het Europees agentschap voor chemicaliën (ECHA) <https://echa.europa.eu/nl/information-on-chemicals/biocidal-products>.

---

<sup>7</sup> Hier vallen onder andere veel traditioneel gebruikte middelen zoals chloorbleekloog en waterstofperoxide onder, maar ook bijvoorbeeld zilver nano-deeltjes.

#### 4.4 Stappenplan richting keurmerk

Doel van deze paragraaf is op een rijtje te zetten welke vervolgstappen genomen moeten worden om te komen tot een keurmerk (nieuw of integratie in een bestaand keurmerk) voor het professioneel gebruik van (nano-)coatings in de branche.

Een dergelijk keurmerk zou opdrachtgevers en de rest van Nederland helpen om kwaliteit te herkennen bij schoonmaak- en glazenwasserbedrijven die coatings gebruiken om gevels in optimale staat te houden.

Allereerst dient te worden vastgesteld op welke vlakken de bedrijven moeten worden getest en goedgekeurd om dit keurmerk te kunnen voeren. We kunnen hierbij denken aan de volgende zaken:

- coating specifieke eisen; zoals communicatie tussen schoonmaak- en glazenwassersbedrijf en opdrachtgever, meten van kwaliteit van coatingwerk. Hoofdstuk 3 van dit hoofdstuk geeft diverse aanknopingspunten voor de invulling van deze eisen;
- veiligheid en milieu gerelateerde eisen; zoals het aantoonbaar hebben uitgevoerd van een gevarenanalyse volgens de wettelijke richtlijnen en die van het Nanocentre ([www.nanocentre.nl](http://www.nanocentre.nl)).
- de coatingwerkzaamheden worden volgens afspraak uitgevoerd.

In dit onderzoek hebben we moeten vaststellen dat de leveranciers van coatings met een “nano” claim (“nanocoatings”, “coatings op basis van nanotechnologie”) onvoldoende informatie geven aan de gebruiker om een goede gevarenanalyse voor het aanbrengen en gebruik van deze “nano”coating te maken.

Om te kunnen komen tot een goed keurmerk heeft het absoluut de hoogste prioriteit dat deze informatievoorziening verbetert. Volgens de recente update in REACH-registratiedossiers (januari 2020) is deze informatieaanlevering zelfs verplicht gesteld <sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> [https://ec.europa.eu/transparency/regcomitology/index.cfm?do=search.documentdetail&Dos\\_ID=18479&ds\\_id=64664&version=2&page=1&AttLang=en](https://ec.europa.eu/transparency/regcomitology/index.cfm?do=search.documentdetail&Dos_ID=18479&ds_id=64664&version=2&page=1&AttLang=en)



## 5 Conclusies en aanbevelingen (WP4)

In het hier beschreven onderzoek zijn circa 90 commercieel verkrijgbare coatingproducten geïdentificeerd voor gebruik op buitengevels en glas. Hierbij zijn in totaal 10 verschillende functionaliteiten onderscheiden. Bij een groot deel van deze coatings wordt de suggestie gewekt dat de werking van de coating is gebaseerd op de aanwezigheid van functionele deeltjes die “nano”-afmetingen hebben (1-100 nm). Dit leiden we af uit het feit dat:

- de coating wordt aangeprezen als “nanocoating” of als “product op basis van nanotechnologie” en er is een redelijke verklaring hoe deeltjes met “nano” afmetingen kunnen bijdragen aan de functionaliteit;
- in de coatingbeschrijving wordt aangegeven dat de coating nanodeeltjes bevat;
- in de coatingbeschrijving wordt de functionele component (bijv. TiO<sub>2</sub>) genoemd en uit wetenschappelijke literatuur is bekend dat deze functionaliteit speciaal naar voren komt zodra de deeltjes “nano”afmetingen (1-100 nm) hebben.

Er is een selectie gemaakt van twee coating functionaliteiten:

- waterafstotend maken van stenen gevels;
- vervalde aluminium geveldelen er weer nieuwer uit laten zien.

Van elke functionaliteit zijn een aantal commerciële producten geselecteerd en met behulp van praktische proefnemingen met elkaar vergeleken. Hierbij was er steeds tenminste 1 product dat geen “nano” claim maakt en tenminste 1 product dat wel een “nano” claim maakt.

### Resultaten waterafstotend maken van gevels:

Bij coatingproduct A-5 (met de claims “nanocoating” en “bevat nanodeeltjes”) bleek de toepassing in de voorgeschreven dosering onvoldoende waterdichtheid (volgens de Karstenbuis test) te geven. De dosering moest worden verviervoudigd om wel de verwachte goede waterdichtheid te krijgen. Dit resulteerde in een kostprijs voor deze coating per vierkante meter die een factor 5 tot meer dan 10 keer de prijs was van die van de andere onderzochte coatings.

| Pro-duct                           | Nano-claim          | Verbruik (ml/m <sup>2</sup> ) | Prijs (euro/m <sup>2</sup> ) | Karsten buis test | CA water (°) |
|------------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------|--------------|
| A-1                                | Geen                | 535                           | 2,68                         | PASS              | 119          |
| A-2                                | Geen                | 261                           | 1,83                         | PASS              | 115          |
| A-3                                | Geen                | 281                           | 0,42                         | PASS              | 129          |
| A-4                                | Bevat nano-deeltjes | 168                           | 3,19                         | PASS              | 141          |
| A-5                                | Bevat nano-deeltjes | 80                            | 8,00                         | FAIL              | 139          |
| A-5<br>dubbele kruislaag<br>gecoat |                     | 160                           | 16,00                        | PASS              | 140          |

Coatingproduct A-4 (met de claims “nanocoating” en “bevat nanodeeltjes”) geeft bij toepassing in de voorgeschreven dosering wel voldoende waterdichtheid. De kostprijs per vierkant meter ligt wel hoger dan die van de onderzochte coatingproducten A-1, A-2 en A-3 (zonder nano claim).

De beide “nanocoatings” A-4 en A-5 laten wel een hogere contacthoek met water zien dan de coatings A-1, A-2 en A-3 (zonder nano-claim). Dit duidt op de aanwezigheid van een nanostructuur in het coatingoppervlak (een zogenaamde “Lotus-effect” structuur) die mogelijk kan zijn veroorzaakt door de aanwezigheid van nanodeeltjes in de coating. Dit zorgt voor een sterk afparelend effect. Het is echter niet duidelijk of dit effect bij alle stenen gevels ook leidt tot een beter gedrag in de praktijk. Om hier meer over te weten te komen is aanvullend onderzoek nodig.

#### Resultaten “vervaalde aluminium geveldelen er weer nieuwe uit laten zien”

Bij de producten voor het nieuwer laten uitzien van vervaalde gevels, geeft het product B-2 (met de claims “nanocoating” en “gebaseerd op nanotechnologie”) een beter glansherstel. Het is echter niet duidelijk:

- of er nanodeeltjes in de coating aanwezig zijn;
- of de nanotechnologie waarop de coating is gebaseerd (deels) verantwoordelijk is voor de genoemde verbeterde eigenschappen.

| Product | Nano claim                     | Glansherstel onder 60° hoek | Glansherstel onder 85° hoek |
|---------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| B-1     | Geen                           | 33%                         | 53%                         |
| B-2     | “Gebaseerd op nanotechnologie” | 56%                         | 80%                         |

Wanneer de schoonmaakbranche coatings in de praktijk wil toepassen, dan maken zij vooraf een gevarenanalyse om ervoor te zorgen dat zij geen (ofwel minimale) schade berokkenen aan de gezondheid van mensen en aan het milieu. Nanocentre ([www.nanocentre.nl](http://www.nanocentre.nl)) geeft richtlijnen aan gebruikers van de coatings over wat te doen indien er in de coatings (mogelijk) gebruik is gemaakt van een nanomateriaal als ingrediënt:

- Indien de coatingleverancier een “nano” claim maakt, dient de gebruiker van de coating er rekening mee te houden dat de coating deeltjes bevat met “nano” afmetingen (1-100 nm). Deeltjes van deze afmetingen kunnen een significant hoger risico vormen voor de mens en omgeving dan deeltjes van dezelfde stof die groter zijn (> 100 nm).
- Coatings worden niet in een gesloten systeem verwerkt en er bestaat een risico op blootstelling. De gebruiker dient daarom een gevarenanalyse te maken waarin worden meegewogen de blootstelling aan de nanomaterialen en de gevarenklasse van de nanomaterialen.
- Volgens de recente update in REACH-registratiedossiers (januari 2020) is een leverancier van nanomaterialen verplicht om nadere details te verschaffen over de aard en vorm en toxiciteit van de aanwezige nanodeeltjes<sup>9</sup>. Deze informatie dient door de leverancier van de coating te worden doorgegeven aan de gebruiker van de coating.
- We hebben echter moeten constateren dat er bij geen van de onderzochte coatings met “nano” claim ook maar enige nadere informatie wordt verschaft over de -volgens de claim aanwezige- nanodeeltjes. Dit stelt de gebruiker van de coating voor een vervelend dilemma: hij kan dit ingrediënt dan niet indelen in een gevarenklasse en moet het gebruik van deze “nano”coatings dus worden afgeraden.

<sup>9</sup> [https://ec.europa.eu/transparency/regcomitology/index.cfm?do=search.documentdetail&Dos\\_ID=18479&ds\\_id=64664&version=2&page=1&AttLang=en](https://ec.europa.eu/transparency/regcomitology/index.cfm?do=search.documentdetail&Dos_ID=18479&ds_id=64664&version=2&page=1&AttLang=en)

Om deze impasse te doorbreken wordt aanbevolen dat leveranciers van “nano” coatings de benodigde informatie gaan aanleveren die nodig is om een goede gevarenanalyse te maken:

- dit betekent dat leveranciers van coatings met een “nano”-claim die geen deeltjes in nano-afmetingen bevatten, dit ook gaan vermelden in hun productinformatie;
- dit betekent dat leveranciers van coatings met een “nano”-claim die wel deeltjes in nano-afmetingen bevatten, de relevante informatie gaan aanleveren die nodig is om de deeltjes in een gevarenklasse te kunnen indelen en de blootstelling te kunnen inschatten.

## 6 Ondertekening

Eindhoven, 21 december 2020

TNO

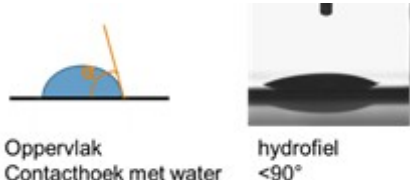
A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'J' and 'M' with a long horizontal stroke extending to the right.



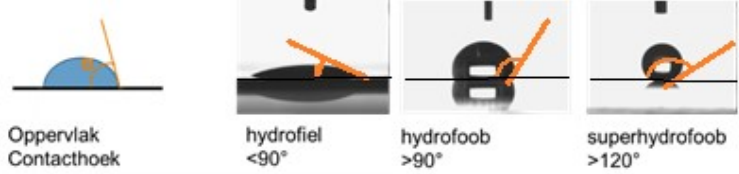
J.P. Maurice  
Research Manager

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'A' and 'W' with a long horizontal stroke extending to the right.

A.W. Wypkema  
Project leider

## Bijlage A: Verklarende woordenlijst

| Woord               | Verklaring  |
|---------------------|---|
| Coating             | Een (dunne) laag materiaal die door spuiten, sproeien, gieten of verven op een oppervlak is aangebracht. In veel gevallen bestaat de coating uit een mengsel van een vaste stof en een vloeistof. Na aanbrengen verdampst de vloeistof en dan blijft de vaste stof als dunne laag achter op het materiaal.  |
| Nanomateriaal       | Een natuurlijk, incidenteel of bewust geproduceerd materiaal, dat deeltjes bevat hetzij in ongebonden toestand of als een aggregaat of agglomeraat en waarvan minstens 50 % van de deeltjes in de op aantallen gebaseerde deeltjesgrootteverdeling één of meer externe dimensies bezit binnen het bereik van 1 tot 100 nm (nanometer).<br>(Dit is de door de Europese Commissie aanbevolen definitie).<br>Let op: 1 nanometer (nm) = 0,001 micrometer ( $\mu\text{m}$ )<br>1 micrometer ( $\mu\text{m}$ ) = 0,001 millimeter (mm)<br>1 millimeter (mm) = 0,001 meter (m)  |
| Capillaire krachten | Capillariteit is het verschijnsel dat een vloeistof, bijvoorbeeld water, spontaan in een buisje wordt gezogen. Zulke buisjes worden ook wel <i>capillairen</i> genoemd. De kracht waarmee de vloeistof in het buisje wordt gezogen wordt de <i>capillaire kracht</i> genoemd.   |
| Impregnering        | Impregnering is een speciaal soort coating waarbij de coating niet alleen op de buitenkant van de gevel komt te liggen, maar er ook een zekere mate in indringt. De meeste steen- en houtsoorten bevatten namelijk capillairen die dit mogelijk maken. De coatingvloeistof dringt dan in deze capillairen, de coatingvloeistof verdampst en het vaste coatingmateriaal zet zich af op de binnenzijde van de capillairen. Bij een impregnering blijven de capillairen in de gevel "open" en worden niet volledig gevuld met vast coatingmateriaal. Hierdoor blijft de gevel "ademen": de gevel blijft doorlaatbaar voor waterdamp. |
| Hydrofiel           | We noemen een oppervlak hydrofiel indien het oppervlak spontaan vloeibaar water 'aantrekt. Om te kijken of dit het geval is leggen we een druppel water op het oppervlak en kijken naar de vorm die de druppel aanneemt. Indien deze vorm "platter" is dan een halve cirkel, dan noemen we het oppervlak hydrofiel. Hieronder zien we twee voorbeelden waarbij dit het geval is.<br>  |

|                     |  |
|---------------------|--|
| Hydrofoob           | <p>We noemen een oppervlak hydrofoob indien het oppervlak spontaan vloeibaar water 'afstoot'. Om te kijken of dit het geval is leggen we een druppel water op het oppervlak en kijken naar de vorm die de druppel aanneemt. Indien deze vorm "ronder" is dan een halve cirkel, dan noemen we het oppervlak hydrofoob. Hieronder zien we twee voorbeelden waarbij dit het geval is.</p>   |
| Oleofoob            | <p>We noemen een oppervlak oleofoob indien het oppervlak spontaan vloeibare olie 'afstoot'. Om te kijken of dit het geval is leggen we een druppel olie op het oppervlak en kijken naar de vorm die de druppel aanneemt. Indien deze vorm "ronder" is dan een halve cirkel, dan noemen we het oppervlak oleofoob. Hieronder zien we twee voorbeelden waarbij dit het geval is.</p>    |
| Contacthoek (CA)    | <p>Wanneer we een druppel vloeistof op een oppervlak leggen en kijken daarna naar de vorm van de druppel, dan is de contacthoek de hoek die de druppelrand maakt met het oppervlak:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bij een hoek <math>&lt; 90^\circ</math> is er sprake van aantrekking van de vloeistof door het oppervlak. Bij water als vloeistof noemen we dit 'hydrofiel'.</li> <li>• Bij een hoek <math>&gt; 90^\circ</math> is er sprake van afstoting van de vloeistof door het oppervlak. Bij water als vloeistof noemen we dit 'hydrofoob'.</li> <li>• Bij een hoek <math>&gt; 120^\circ</math> is er sprake van sterke ('super') afstoting van de vloeistof door het oppervlak. Bij water als vloeistof noemen we dit 'superhydrofoob'.</li> </ul> <p>Dit is schematisch weergegeven in onderstaande figuur.</p>  |
| Spectrofotometrisch | <p>Dit is een instrument waarmee wordt gemeten hoe (zichtbaar) licht wordt gereflecteerd door een oppervlak. De manier waarop dit gebeurt bepaalt namelijk hoe wij dit oppervlak zien: welke kleur het heeft en of het glanzend is of mat.</p>   |

|          |   |
|----------|---|
| H-zinnen | Dit zijn gevarencodes voor chemische stoffen. In een veiligheidsinformatieblad van elke chemisch stof dient te worden aangegeven welke gevarencodes van toepassing zijn voor de betreffende stof. Zo weet de gebruiker waar hij op moet letten bij gebruik van de stof.   |
| P-zinnen | Dit zijn preventiecodes. In een veiligheidsinformatieblad van elke chemisch stof dient aangegeven te worden welke preventiecodes van toepassing zijn voor de betreffende stof. Zo weet de gebruiker hoe te handelen om ervoor te zorgen dat diegene die de stof gebruikt niet wordt blootgesteld aan de gevaren van die stof. |