

Het WTCB krijgt de laatste jaren regelmatig vragen voorgeschied met betrekking tot de beschadiging van het oppervlak van keramische vloertegels met een decoratieve oppervlakteafwerking (\*). Het merendeel van deze tegels voldoet echter aan de slijtproeven volgens de Europese norm. Dit artikel schetst een beeld van deze problematiek en stelt een beoordelingsmethode voor die beter aangepast is aan de belastingen die aangrijpen op de betegeling.

# Krasvorming in en vroegtijdige slijtage van keramische vloertegels

T. Vangheel, ir., projectleider, laboratorium 'Ruwbouw- en afwerkingsmaterialen', WTCB

Dit artikel kwam tot stand in het kader van de activiteiten van de Normen-Antenne 'Afwerking', gesubsidieerd door de FOD Economie.

## 1 NORMALISATIE EN DEFINITIES

De op de markt gehanteerde omschrijvingen van het zichtvlak van keramische tegels (gepolijst, geëmailleerd, *lappato*, semi-poli, geglaazuurd, glanzend, mat met of zonder tekening, engobe, *salt and pepper*, *granigliati*, ...) zijn bijzonder talrijk en getuigen van een grote creativiteit van de fabrikanten. Van al deze benamingen en commerciële omschrijvingen zijn er slechts drie opgenomen in de geldende productnorm NBN EN 14411 [3] die dateert van 2007: email, engobe en polijsting. Deze definities laten echter nog ruimte voor discussie.

Zo wordt email omschreven als een verglaasd oppervlak dat ondoorlaatbaar is. Een engobe is dan weer een oppervlak op kleibasis met een matte afwerking, dat zowel poreus als ondoorlaatbaar kan zijn. Een tegel met een dergelijk geëngobeerd oppervlak wordt door de productnorm aanzien als een niet-geëmailleerde tegel. Een polijsting ten slotte is een oppervlak van een geëmailleerde of niet-geëmailleerde tegel waaraan een glanzende of satijnachtige afwerking wordt gegeven door middel van een mechanische polijstbehandeling na het bakken.

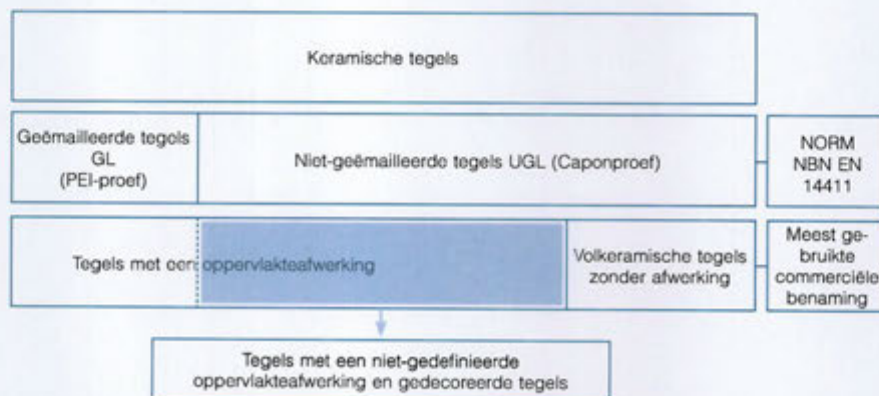
De oppervlaktetoestand van de beschouwde keramische tegels valt niet altijd even vlot onder te brengen in één van deze genormaliseerde omschrijvingen. Het verschil in uitzicht tussen geëmailleerde en niet-geëmailleerde tegels wordt bovendien steeds kleiner. Zo is het bijvoorbeeld bijzonder moeilijk om louter visueel het onderscheid te maken tussen een geëmailleerde tegel en een tegel met een dun decoratief laagje dat volgens de productnorm niet onder de definitie van een email valt.

In de norm NBN EN 14411 wordt er een onderscheid gemaakt tussen geëmailleerde en niet-geëmailleerde tegels en dit, zowel voor de bepaling van hun specifieke eigenschappen als voor de keuze van de proefmethode. In de technische fiche van een keramische tegel dient bijgevolg eenduidig vermeld te staan of deze al dan niet geëmailleerd is.

Op de Belgische, Europese en internationale markt worden keramische tegels ingedeeld volgens de aanwezigheid van een oppervlakteafwerking (zie afbeelding 1). Men maakt hierbij een onderscheid tussen volkeramische tegels die over hun volledige massa en doorsnede (de scherf of het tegellichaam) uit hetzelfde materiaal bestaan enerzijds en keramische tegels met een oppervlakteafwerking

anderzijds. Tot deze laatste categorie behoren zowel tegels met een emailaag als tegels met een toplaag die niet als email te klasseren valt (bv. gedecoreerde tegels waarvan de toplaag een andere samenstelling heeft dan de scherf).

Volgens de productnorm NBN EN 14411 (en de daarbij horende CE-markering) dient de technische fiche van een tegel informatie te bevatten over de oppervlaktetoestand: GL voor *glazed* (geëmailleerd), UGL voor *unglazed* (niet-geëmailleerd). Indien deze lettercombinatie niet terug te vinden is in de fiche, kan deze informatie afgeleid worden uit de gebruikte slijtproeven. Indien de slijtsterkte bepaald werd volgens de norm NBN EN ISO 10545-6 [4], gaat het om een niet-geëmailleerde tegel. In dit geval wordt de slijtsterkte in de diepte immers afgeleid met behulp van de Caponmethode (zie § 3.3.1). Geëmailleerde tegels worden op hun beurt beproefd volgens de norm NBN EN ISO 10545-7 [5] waarbij de oppervlakteslijtage nagegaan wordt met het PEI-toestel (zie § 3.3.2). Voor gedecoreerde tegels met een oppervlakteafwerking die niet als email beschouwd wordt, is er in de proefnorm met andere woorden geen specifieke proefprocedure voorzien. Deze worden – door strikt logische deductie – evenwel beschouwd als niet-geëmailleerd en dienen bijgevolg beproefd te worden volgens de Caponmethode.



Afb. 1 Indeling van keramische tegels volgens de norm NBN EN 14411 en volgens de op de markt gehanteerde benaming.

(\*) De term oppervlakteafwerking die in dit artikel gebruikt wordt, duidt op de afwerking die een keramische tegel kan krijgen. Het betreft hier emailagen en decoratieve afwerkingen die niet gedefinieerd worden als email (lijnen, patronen en tekeningen) en die aangebracht worden door middel van een emailgordijn, rolplaten, verstuving, zeefdruk, ... Het polijsten wordt in dit artikel met andere woorden niet als een oppervlakteafwerking beschouwd.

## 2 SCHADEGEVALLEN

De afgelopen jaren kwamen er op de afdeling 'Technisch advies' van het WTCB regelmatig klachten binnen over krasvorming in en vroegtijdige slijtage van keramische vloertegels (zie afbeeldingen 2 en 3). Deze schade stak doorgaans vrij snel na de plaatsing de kop op en manifesteerde zich zowel onder de vorm van lichte krassen als plaatselijke glansverliezen.

In een groot deel van de gevallen ging het om donkere geperste tegels met een zeer lage waterabsorptie (groep BIa) die volgens de norm NBN EN 14411 als geëmailleerd beschouwd worden of om tegels met een decoratieve top-laag die niet gedefinieerd wordt als email. Daarnaast werd er ook melding gemaakt van een aantal schadegevallen bij lichtgekleurde tegels.

Deze problemen waren niet zozeer te wijten aan een onbevredigende uitvoering (bv. cementsluier) of aan een ongeschikt onderhoud (bv. agressieve en/of abrasieve reinigingsproducten). De mechanische prestaties van de betrokken tegels konden echter wel in vraag gesteld worden. Wij hebben dan ook nagegaan of de slijtsterkte van de betegeling in overeenstemming was met de gegevens uit de technische fiche enerzijds en of de tegel weldegelijk geschikt was voor de beoogde toepassing anderzijds.



Afb. 2 Glansverlies door de slijtage van een keramische tegel.



Afb. 3 Slijtage van een keramische tegelvloer.

## 3 SLIJTPROEVEN

### 3.1 PROBLEEMSTELLING

De productnorm NBN EN 14411 geeft duidelijk aan welke slijtproef uitgevoerd moet worden voor geëmailleerde tegels (PEI-proef) en voor niet-geëmailleerde tegels (Caponproef). Voor gedecoreerde tegels met een oppervlakteafwerking die niet als email beschouwd wordt, is er in de proefnorm echter geen specifieke proefprocedure voorzien. Dergelijke tegels worden logischerwijze aanzien als niet-geëmailleerd en dienen bijgevolg als dusdanig beproefd te worden (met de Caponproef).

Een tegel met decoratieve top-laag zal de Caponproef doorgaans met succes doorstaan omwille van de aard van het materiaal (vaak drooggeperst met een zeer lage porositeit). Een positieve Caponproef garandeert echter niet dat de beproefde tegel ook zal voldoen aan de normale gebruikseisen voor keramische vloertegels (vroegtijdige slijtage en krasvorming). Om hieromtrent zekerheid te krijgen, zou men de weerstand tegen slijtage en krasvorming van de oppervlaktelaag (email of decoratie) onzes inziens beter bepalen met behulp van een PEI-proef en de Mohsschaal.

### 3.2 VERKLARING

De Caponproef levert doorgaans lage slijtwaarden op voor keramische tegels. Dit betekent dat hun massaverlies beperkt is en dat de tegel een zeer hoge weerstand vertoont tegen slijtage in de diepte. Voor het merendeel van de tegels die tegenwoordig op de Belgische markt te vinden zijn, zal deze weerstand gewoonlijk om drooggeperste tegels met een zeer geringe waterabsorptie (weinig poreus), waarvan de massa bijzonder slijtvast is [8].

Ondanks het feit dat de Caponproef op gedecoreerde, niet-geëmailleerde tegels lage slijtwaarden oplevert en aldus aantoonde dat de tegels in overeenstemming zijn met hun technische fiche, zal dit resultaat de gebruikers niet altijd tevreden stellen, vermits deze vaak geconfronteerd worden met de vroegtijdige slijtage van hun tegelvloer.

De vraag stelt zich dan ook of de Caponproef wel de meest geschikte methode is om de slijtsterkte van keramische tegels te beoordelen. Bij deze proef controleert men immers de slijtage van de tegelmassa, en niet de verandering van het uitzicht aan het oppervlak. Gelet op het feit dat men op de markt veel meer keramische tegels met dan zonder oppervlaktebehandeling terugvindt, is deze proef bijgevolg minder aangewezen. Volkeramische tegels zonder oppervlaktebehandeling worden immers meer en meer voorbehouden voor speciale toepassingen zoals in hallen met een zware verkeersbelasting.

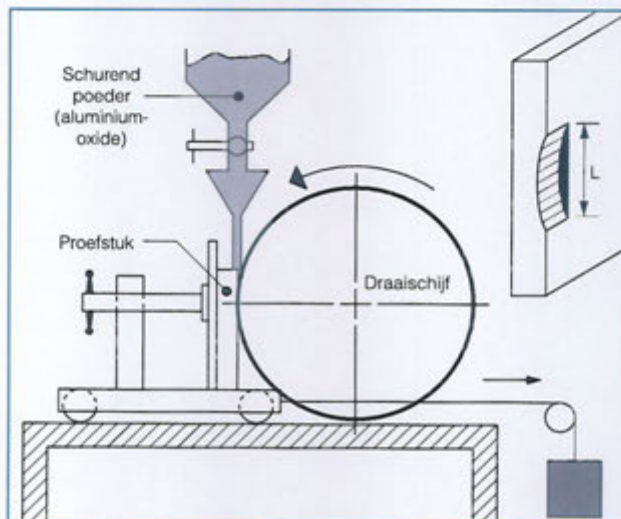
De PEI-proef lijkt ons beter geschikt om de veranderingen in het uitzicht van harde vloerbedekkingen te beoordelen. Deze proef controleert immers de oppervlakeslijtage en is dan ook relevanter om de weerstand van de oppervlaktelaag van een tegel te evalueren. Totnogtoe geldt deze proef volgens de productnorm NBN EN 14411 echter enkel voor geëmailleerde tegels.

### 3.3 PROEFMETHODEN [6]

#### 3.3.1 CAPONPROEF

In de technische fiches van niet-geëmailleerde tegels dient volgens de norm NBN EN 14411 steeds de Caponslijtsterkte vermeld te staan. Deze sterkte wordt beoordeeld aan de hand van de Caponproef (zie afbeelding 4).

Afb. 4 Principeschema van de Caponproef.



Bij deze proef, beschreven in de norm NBN EN ISO 10545-6, wordt een proefstuk van 100 mm × 100 mm door een afgesteld tegen-gewicht naar een 10 mm dikke ronddraaiende stalen schijf gedrukt. Tussen de schijf en de tegel valt een schurend poeder (aluminiumoxide). Na 150 omwentelingen van de schijf meet men de lengte van de indruk die in het proefstuk ontstond.

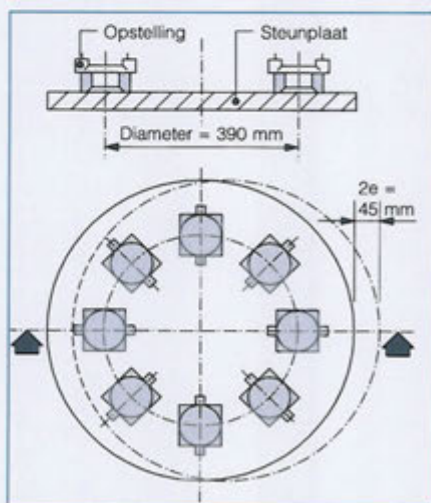
De minimale eisen voor de slijtsterkte worden per tegelklasse weergegeven in de norm NBN EN 14411 (zie tabel 2 en A.1 in de Technische Voorlichting nr. 237 [9]). Door het verkregen resultaat te toetsen aan de UPEC-classificatie (zie tabel 1) kan men een idee krijgen van het toepassingsgebied van de geteste tegel. Het gebruik van materialen waarvan de UPEC-classificatie hoger is dan of gelijk is aan deze van de ruimte, garandeert immers een goede duurzaamheid van de vloerbedekking (bij normale onderhoudsvoorwaarden).

### 3.3.2 PEI-PROEF

In de technische fiches van geëmailleerde tegels dient volgens de norm NBN EN 14411



Afb. 5 PEI-toestel.



Afb. 6 Principeschema van de PEI-proef.

steeds de PEI-waarde vermeld te staan. Indien dit niet het geval zou zijn, kan men deze waarde verkrijgen met behulp van een PEI-proef die de slijtsterkte van het oppervlak bepaalt.

Bij deze proef, beschreven in de norm NBN EN ISO 10545-7, wordt een proefstuk van 100 mm × 100 mm vastgemaakt op een schijf die ronddraaiende bewegingen maakt. Als slijtmiddel worden stalen kogeltjes, water en aluminiumoxidepoeder gebruikt (zie afbeeldingen 5 en 6).

Na een welbepaald aantal omwentelingen wordt nagegaan of er zichtbare schade is opgetreden. De visuele vergelijking tussen het proefstuk en de oorspronkelijke tegel gebeurt onder een lichtintensiteit van 300 lux, op een

afstand van 2 m en vanop een hoogte van 1,65 m. Naargelang van het verkregen resultaat en met behulp van de norm NBN EN ISO 10545-7 kan men ten slotte de betreffende klasse achterhalen.

Indien de geëmailleerde tegel een lage gebruiksklasse heeft, betekent dit dat deze sneller onderhevig zal zijn aan uitzichtsveranderingen. In tabel 2 (uittreksel uit bijlage N van de norm NBN EN 14411) worden deze klassen kort omschreven: een tegel van klasse 0 wordt niet aangeraden als vloertegel, terwijl tegels van klasse 5 doorgaans zeer goed bestand zijn tegen een intensieve voetgangersbelasting en de aanwezigheid van schurende deeltjes. Hierdoor zijn deze laatste uitstekend geschikt voor gebruik in hotellobby's, industriële toepassingen, ...

Tabel 1 UPEC-classificatie na de Caponproef.

UPEC-klasse	Lengte van de indruk (L)
U1	—
U2	50 mm < L ≤ 65 mm
U2s	40 mm < L ≤ 50 mm
U3	32 mm < L ≤ 40 mm
U3s	32 mm < L ≤ 40 mm
U4	32 mm < L ≤ 40 mm

Tabel 2 Classificatie van keramische vloertegels, afhankelijk van hun slijtsterkte volgens de norm NBN EN 14411 (\*).

Klasse	Toepassing
0	De geëmailleerde tegels uit deze klasse worden niet aangeraden als vloerbekleding.
1	Vloerbedekkingen voor oppervlakken die enkel belopen worden met schoeisel met soepele zolen of blootsvoets en die niet blootgesteld worden aan schurende deeltjes (bv. badkamers en slaapkamers van woningen zonder rechtstreekse toegang van buitenaf).
2	Vloerbedekkingen voor oppervlakken die belopen worden met schoeisel met soepele of normale zolen (bv. geen spijkerlaarzen) en die slechts zelden blootgesteld worden aan kleine hoeveelheden schurende deeltjes (bv. woonkamers van woningen, met uitzondering van keukens, inkomhallen en alle andere drukbelopen ruimten).
3	Vloerbedekkingen voor oppervlakken die belopen worden met normaal schoeisel (bv. geen spijkerlaarzen) en die vaak blootgesteld worden aan kleine hoeveelheden schurende deeltjes (bv. keukens, voorportalen, hallen, balkons, loggia's en terrassen van woningen).
4	Vloerbedekkingen onderworpen aan normaal voetgangersverkeer en schurende deeltjes. De voorwaarden zijn strenger dan voor klasse 3 (bv. inkomhallen, bedrijfskeukens, hotels, tentoonstellings- en handelsruimten).
5	Vloerbedekkingen voor oppervlakken die onderworpen worden aan een aanhoudend en intensief voetgangersverkeer met schurende deeltjes. Deze voorwaarden komen overeen met de strengste voorwaarden waaraan keramische tegels kunnen voldoen (bv. openbare zones zoals winkelcentra, luchthaven terminals, hallen van hotels, openbare doorgangen voor voetgangers en industriële toepassingen).

(\*) Deze classificatie geldt voor de aangehaalde toepassingen in normale omstandigheden. Men dient steeds rekening te houden met het type schoeisel, het type verkeer en de voorziene reinigingsmethoden. De vloeren dienen op een gepaste wijze beschermd te worden tegen krassen, bv. door aan de ingang van het gebouw een deurmat te voorzien of andere maatregelen ter bescherming tegen schurende deeltjes.

### 3.3.3 MOHSPROEF

Naast de slijtsterkte aan het oppervlak en in de massa is er nog een derde eigenschap die het gedrag van een keramische tegel bij schurende belasting bepaalt, namelijk de Mohshardheid.

Deze waarde wordt volgens de norm NBN EN 101 [2] bepaald door in het proefstuk krasen te maken met behulp van mineralen met een toenemende hardheid (zie afbeelding 7). Een mineraal kan immers alle materialen met een lagere hardheidscoëfficiënt dan de zijne bekrassen, maar kan zelf enkel bekrast worden door mineralen met een hogere hardheidscoëfficiënt (zie afbeelding 8). Bij deze proef gaat men na vanaf welk mineraal (en dus vanaf welke hardheid) er krassen ontstaan op het oppervlak (zie tabel 3 en afbeelding 9). In 2008 besliste het CEN/TC 67 om deze norm in te trekken omdat de proefmethode verouderd zou zijn.

Hoewel de norm NBN EN 101 niet langer in gebruik is, vinden we in de Belgische norm NBN B 27-011 [1] niettemin een eis voor geëmailleerde keramische tegels terug die hierop

gebaseerd is. Volgens deze laatste norm zouden dergelijke tegels immers een minimumhardheid van 5 moeten behalen. Ondanks het feit dat deze eigenschap volgens ons erg belangrijk is, wordt deze niet altijd vermeld in de technische fiches en is ze evenmin opgenomen in de productnorm NBN EN 14411 en de normenreeks NBN EN ISO 10545.

## 4 EUROPA EN DE WERELD

Zowel op Europees als op internationaal niveau groeit het besef dat de uitvoering van slijtproeven op keramische tegels een noodzaak is. Sinds het Spaanse wereldcongres 'Qualicer' over keramische tegels in 2004, wordt er binnen het Internationaal Technisch Comité ISO/TC 189 'Ceramic Tiles' nagegaan of de slijtsterkteproeven voor beide types keramische tegels samengevoegd kunnen worden (PEI voor geëmailleerde tegels en Capon voor niet-geëmailleerde tegels). Het gaat hier tenslotte om vloerbedekkingsmaterialen die – ongeacht de aard van de tegel en zijn oppervlak – blootgesteld worden aan eenzelfde slijtage *in situ*.

Tabel 3 Mohshardheid van verschillende mineralen.

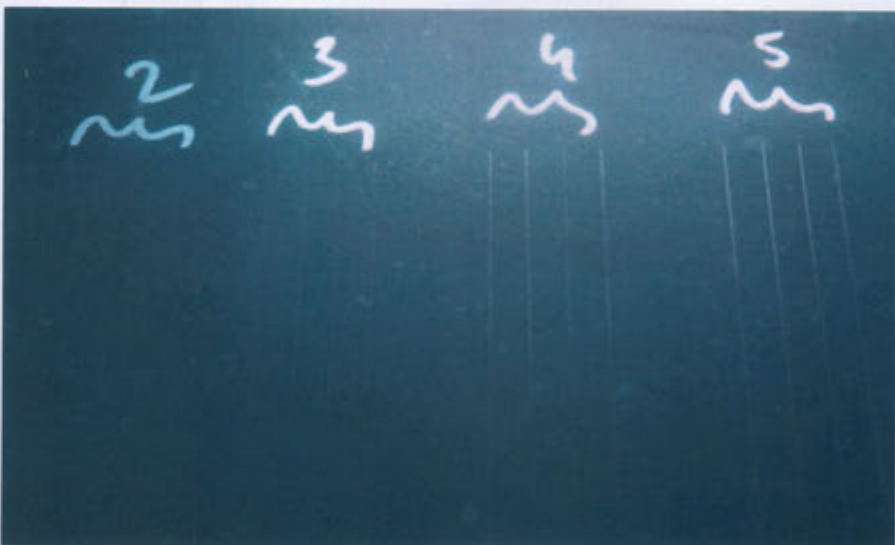
Mohshardheid	Mineraal
1	Talk $[\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2]$
2	Gips $(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$
3	Calciet $(\text{CaCO}_3)$
4	Fluoriet $(\text{CaF}_2)$
5	Apatiet $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}^-, \text{Cl}^-, \text{F}^-)]$
6	Orthoklaas $(\text{KAlSi}_3\text{O}_8)$
7	Kwarts $(\text{SiO}_2)$
8	Topaas $[\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{OH}^-, \text{F}^-)_2]$
9	Korundum $(\text{Al}_2\text{O}_3)$
10	Diamant (C)



Afb. 7 Set ter bepaling van de Mohshardheid.



Fig. 8 Krasvorming in een keramische tegel.



Afb. 9 Resultaat van een Mohsproef.

## 5 BESLUIT EN AANBEVELINGEN

Het optreden van slijtage kan zowel te wijten zijn aan een te hoge belastingsgraad in de betegelde ruimte als aan een te geringe slijtsterkte van de tegels. Bij de keuze van keramische vloertegels dient men bijgevolg niet alleen rekening te houden met de gebruiksiintensiteit van de ruimte, maar ook met de eventuele aanwezigheid van stof, zand en vuil, de aanwezigheid van vloermatten (slijtbelasting, gebruiksklassen van de ruimte) en de eigenschappen van de tegel (type, oppervlakteafwerking, slijtsterkte). Ook voor de beoordeling van de weerstand tegen krassen gaat deze redenering op.

Wanneer de slijt- en krasbelasting in de ruimte groot is, zal men het risico op slijtage van en krasvorming in de tegels nooit volledig kunnen uitsluiten. Zo heeft zand een hardheid van 7 op de schaal van Mohs, waardoor het krassen kan veroorzaken op alle oppervlakteafwerkingen met een lagere hardheid (oudere referentiedocumenten stipuleerden evenwel slechts een minimale sterkte van 5 voor geëmailleerde tegels). Zandkorrels die blijven kleven aan schoenzolen (gebrek aan of onvoldoende performante vloermatten) of aan stoelpoten met een beperkt contactoppervlak (en bijgevolg een hoge contactdruk) liggen dan ook vaak aan de basis van vroegtijdige slijtage en krasvorming.

Aan de hand van de informatie uit de technische fiche kan men zich een beeld vormen van de slijtsterkte van de gekozen vloertegel. Deze informatie staat echter geenszins garant voor een vlekkeloos slijtgedrag.

Voor de beoordeling van niet-geëmailleerde tegels met een oppervlakteafwerking die niet beschouwd kan worden als email, raadt het WTCB aan om – in plaats van de Caponproef die opgelegd wordt door de productnorm – de PEI-methode te hanteren om een beeld te krijgen van de oppervlakteverwerking van de aangebrachte afwerking. ■

## LITERATUURLIJST

1. Bureau voor Normalisatie  
NBN B 27-011 Keramische produkten voor wand- en vloerbekleding. Prestatiecriteria. Brussel, NBN, 1983.
2. Bureau voor Normalisatie  
NBN EN 101 Keramiektegels. Bepaling van de oppervlaktekrasvastheid volgens Mohs. Brussel, NBN, 1992. (vervallen)
3. Bureau voor Normalisatie  
NBN EN 14411 Keramische tegels. Definities, classificatie, eigenschappen en merken. Brussel, NBN, 2007.
4. Bureau voor Normalisatie  
NBN EN ISO 10545-6 Keramiektegels. Bepaling van de diepe slijtsterkte van ongeglazuurde tegels. Brussel, NBN, 1997.
5. Bureau voor Normalisatie  
NBN EN ISO 10545-7 Keramiektegels. Deel 7 : bepalen van de oppervlakeslijtsterkte van glazuurtegels. Brussel, NBN, 1999.
6. de Barquin F., Vangheel T. en Wijnants J.  
Slijtage van harde vloerbekledingen. Brussel, Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf, WTCB-Dossiers, nr. 2004/3, Katern nr. 5, 2004.
7. Fonds voor de Vakopleiding in de Bouwnijverheid  
De tegelzetter. Soorten tegels. Brussel, FVB, 2010.
8. Palmonari C. en Timellini G.  
Comment et pourquoi ? Les carreaux céramiques italiens. Guide d'achat et mode d'emploi. Modena (Italie), EDI.CER S.p.a., s.d.
9. Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf  
TV 237 Keramische binnenvloerbetegelingen. Brussel, WTCB, Technische Voorlichting, nr. 237, 2009.