J. Michalak, Cement Wapno Beton, 27(6) (2022), 372-385
doi: https://doi.org/10.32047/CWB.2022.27.6.1

Ryzyko odmiennej oceny właściwości użytkowych cementowych zapraw klejących do płytek ceramicznych w świetle wyników porównań międzylaboratoryjnych - analiza relacji pomiędzy uczestnikami procesu oceny zgodności wyrobu budowlanego

The risk of a different assessment of the performance of cementitious ceramic tile adhesives in the light of the results of interlaboratory comparisons - analysis of the relationship between the participants of the conformity assessment process of construction products

Jacek Michalak

Research and Development Center, Atlas sp. z o.o., 2, Kilińskiego St., 91–421 Lodz, Poland

Corresponding author: J. Michalak, jmichalak@atlas.com.pl

Streszczenie

W artykule przedstawiono obecny stan wiedzy na temat pomiaru przyczepności cementowych zapraw klejących do płytek ceramicznych [Ceramic Tile Adhesives – CTAs] z wykorzystaniem techniki pull-off. Wśród omówionych wyników systematycznego przeglądu literatury dla słów kluczowych niniejszego artykułu szczególną uwagę poświęcono badaniom międzylaboratoryjnym [Interlaboratory Comparisons – ILCs]. Wyniki pomiarów przyczepności cementowych CTAs, a w szczególności wyniki uzyskane w ILCs, stały się podstawą analizy relacji między uczestnikami procesu oceny zgodności wyrobu budowlanego. W analizie uwzględniono powiązania między nauką i przemysłem, a także ich otoczenie wynikające z uwarunkowań formalno-prawnych związanych z oceną wyrobów budowlanych. Na podstawie przeprowadzonej analizy zaproponowano mapę myśli pokazującą relacje pomiędzy potencjalnymi uczestnikami procesu oceny zgodności CTAs, ze szczególnym uwzględnieniem ILCs. Wskazano, iż stosowanie różnych kryteriów oceny wyników pomiaru przyczepności cementowych CTAs przez naukę i przemysł nie sprzyja rozwojowi wzajemnych relacji obu światów.

Słowa kluczowe: współpraca nauka-przemysł, ocena stałości właściwości użytkowych wyrobów budowlanych, cementowe zaprawy klejące do płytek ceramicznych, badania międzylaboratoryjne, przyczepność, odtwarzalność pomiaru

Summary

The article presents the current state of knowledge on the measurement of the adhesion of cementitious ceramic tile adhesives [CTAs] using the pull-off technique. The author discusses the results of the systematic literature review for the keywords of this article with particular attention to the interlaboratory comparisons [ILCs]. The cementitious CTAs adhesion measurements, particularly the results obtained in the ILCs, became the basis for analyzing the relationship between the participants of the conformity assessment of construction products. The analysis considers the links between science and industry and their environment resulting from formal and legal conditions related to the evaluation of construction products. Based on the study, the author proposes a mind map showing the relationships between potential participants in the CTAs compliance assessment process, with particular emphasis on ILCs. It indicates that using different criteria for evaluating the results of cementitious CTAs adhesion measurement by science and industry is not conducive to developing mutual relations between the two worlds.

Keywords: science-industry cooperation, assessment of the constancy of performance of construction products, cementitious ceramic tile adhesives, interlaboratory comparison [ILC], adhesion, measurement reproducibility

1. Wprowadzenie

1.1. Współpraca nauka-przemysł

Współpraca nauka-przemysł [N-P] jest złożonym zjawiskiem i pomimo tego, że jest postrzegana jako kluczowy element rozwoju gospodarczego napotyka na wiele trudności i barier (1). Relacje pomiędzy światem nauki a przemysłem są analizowane z różnych perspektyw, w tym, uwzględniając: kulturę organizacyjną obu stron (2), źródła i sposoby finansowania (3), innowacyjność (4) oraz krótko i długoterminowy charakter współpracy (5). Publikowane wyniki badań na temat współpracy N-P są często sprzeczne i zależne od kontekstu w jakim są analizowane (6). W literaturze naukowej identyfikuje się wiele mechanizmów współpracy N-P (7). Jednak nie aż tak wielu autorów badań postrzega przemysł jako partnera w relacji N-P oraz dostrzega wagę aspektów menedżerskich (7). Większość badań dotyczących współpracy N-P koncentruje się na transferze i komercjalizacji wyników badań prowadzonych w uczelniach i innych jednostkach naukowo-badawczych do przemysłu (8). To wynik tego, że ten aspekt współpracy jest ważny dla nauki, z jednej strony poszukującej dodatkowych źródeł finansowania swojej działalności, z drugiej zaś ocenianej w procesie ewaluacji, między innymi, z komercjalizacji wyników badań. Dla środowiska naukowego ważny jest transfer wyników badań do przemysłu także z powodu oczekiwań ze strony centralnych organów władzy publicznej, organów Unii Europejskiej, jak i think tanków (9). Wariant, w którym zlecającym i określającym zakres badań jest przemysł jest dość powszechnie występujący, szczególnie w przypadku dużych przedsiębiorstw posiadających własne komórki B+R. Jednak z perspektywy nauki, czy też decydentów nauki ten wariant postrzegany jest jako mniej nobilitujący, mniej pożądany. W wymiarze finansowym ten wariant, oczywiście, oznacza transfer środków z przemysłu do nauki. Także ta forma współpracy winna być powszechnie postrzegana jako równie pożyteczna w budowaniu pozycji uniwersytetu czy innej jednostki naukowo-badawczej jako ośrodka kreatywnego III generacji zorientowanego na współpracę z otoczeniem zewnętrznym.

Warto też wspomnieć, że relacja nauka-przemysł jest ważnym kryterium oceny konkurencyjności gospodarki poszczególnych krajów. Polska ze względu na współpracę N-P w 2019 roku została sklasyfikowana na 89 miejscu wśród 139 krajów (10), podczas gdy na podstawie wartości globalnego indeksu konkurencyjności [Global Competitiveness Index] przypadło jej 37 miejsce na świecie i 21 w Europie pośród 141 analizowanych gospodarek (11, 12). W świetle wzajemnych relacji pomiędzy wskaźnikiem współpracy N-P a globalnym indeksem konkurencyjności w warunkach polskich można ciągle mówić o słabej współpracy środowisk naukowych i przemysłowych, czy też braku innowacyjnych rozwiązań we wzajemnej relacji N-P (13).

1.2. Zasady wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych

W Polsce możliwe jest wprowadzenie do obrotu wyrobu budowlanego w systemie unijnym z oznakowaniem CE lub w systemie

1. Introduction

1.1. Science-industry cooperation

Science-industry [S-I] cooperation is a complex phenomenon, and even though perceived as a critical element of economic development, it faces many difficulties and barriers (1). One can analyze the relations between the world of science and industry from various perspectives, including the organizational culture of both sides (2), sources and methods of financing (3), innovation (4), and the short and long-term nature of cooperation (5). Published research results on S-I collaboration are often contradictory and depend on the analysis context (6). The scientific literature identifies many mechanisms of S-I cooperation (7). However, few research authors perceive the industry as a partner in the S-I relationship and see the importance of managerial aspects (7). Most of the research on S-I cooperation focuses on the transfer and commercialization of research results carried out in universities and other scientific and research units to industry (8). It is because this aspect of cooperation is essential for science, on the one hand, looking for additional sources of financing its activities, and on the other hand, assessed in the evaluation process, among others, from the commercialization of research results. It is crucial for the scientific community to transfer research results to industry also due to the expectations of central public authorities, European Union bodies, and think tanks (9). The variant in which the industry is ordering and defining the scope of research is quite common, especially in the case of large enterprises with their R&D units. However, from the perspective of science or science decision-makers, this variant is perceived as less ennobling and less desirable. In financial terms, this option implies funds transfer from industry to science. Also, this form of cooperation should be widely perceived as equally valuable for building the position of a university or other scientific and research unit as a third-generation creative center focused on collaboration with the external environment.

It is also worth mentioning that the science-industry relationship is an essential criterion for assessing the competitiveness of the economy of individual countries. Due to S-I cooperation in 2019, Poland was classified 89th among 139 countries (10). Based on the Global Competitiveness Index, it was ranked 37th in the world and 21st in Europe among 141 analyzed economies (11, 12). In light of the mutual relations between the S-I cooperation index and the global competitiveness index in Polish conditions, one can still talk about weak cooperation between scientific and industrial environments or the lack of innovative solutions in the mutual S-I relation (13).

1.2. Principles of laying down construction products on the market

In Poland, it is possible to place a construction product in the EU system with the CE marking or in the national system with the B construction mark (14, 15). Since 1st July 2013, a construction product with CE marking may be introduced or made available on the domestic market of a European Union Member State

krajowym ze znakiem budowlanym B (14, 15). Od 1 lipca 2013 roku wyrób budowlany z oznakowaniem CE może być wprowadzony lub udostępniony na rynku krajowym państwa członkowskiego Unii Europejskiej zgodnie z przepisami Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 305/2011 zwanego powszechnie Construction Products Regulation [CPR] (14). Oznakowanie CE wyrobu budowlanego możliwe jest tylko wtedy gdy podstawą oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych [Assessment and Verification of Constancy of Performance – AVCP] wyrobu budowlanego jest norma zharmonizowana lub dla ocenianego wyrobu została wydana europejska ocena techniczna [ETA]. Oznakowanie CE potwierdza zgodność wyrobu budowlanego z deklarowanymi właściwościami użytkowymi w odniesieniu do jego zasadniczych charakterystyk. W sytuacji gdy wyrób budowlany nie jest objęty normą zharmonizowaną i nie została wydana dla tego wyrobu ETA, co automatycznie oznacza, że nie mają do niego zastosowania przepisy CPR, może być wprowadzony w Polsce do obrotu na rynku krajowym, jeżeli został oznakowany znakiem budowlanym B (15). Warto też nadmienić, że możliwe jest wprowadzenie do obrotu wyrobu budowlanego zgodnie z zasadą wzajemnego uznawania wynikającą z orzecznictwa unijnego mającego na celu zapewnienie swobodnego przepływu towarów w ramach rynku wewnętrznego UE (16).

1.3. Kontrola wyrobów budowlanych

W UE każdy kraj członkowski musi ustanowić organy nadzoru rynku, które zapewnią przestrzeganie wymagań Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 765/2008 (17). W Polsce system kontroli wyrobów budowlanych wprowadzonych do obrotu tworzą wojewódzcy inspektorzy nadzoru budowlanego, Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego oraz Prezes Urzędu Ochrony Konkurencji i Konsumentów - jako organ monitorujący funkcjonowanie systemu kontroli (15, 18). Prowadzone kontrole wyrobów budowlanych są kontrolami planowymi lub doraźnymi. Obejmują one różne zadania, między innymi, analizę dokumentacji oraz badania kontrolne wyrobów, które na zlecenie nadzoru budowlanego wykonywane są w laboratoriach akredytowanych. Ze względu na powszechnie wykonywane badania wyrobów budowlanych zlecanych przez organy nadzoru budowlanego polski rynek wyrobów budowlanych różni się od innych rynków wyrobów budowlanych w krajach unijnych (19, 20).

Co do zasady, jeżeli zostanie stwierdzone, że wyrób nie spełnia wymagań, tj. produkt nie osiąga deklarowanych właściwości użytkowych, muszą być niezwłocznie podjęte działania zmierzające do dostosowania produktu do zadeklarowanych właściwości użytkowych lub wycofania produktu z rynku. Rodzaj i sposób działań winien być powiązany z charakterem ryzyka jakie stwarza wyrób budowlany niespełniający wymagań. W Polsce nakładane są na producentów administracyjne kary pieniężne, gdy ich wyroby budowlane nie spełniają deklarowanych właściwości użytkowych.

Działania organów nadzoru budowlanego są różnie zorganizowane w państwach członkowskich, a rola nadzoru budowlanego jest różnie pojmowana (21, 22). Niezależnie od obowiązujących

under the provisions of Regulation (EC) No. 305/2011 of the European Parliament and of the Council, commonly known as the Construction Products Regulation [CPR] (14). CE marking of a construction product is possible only when the basis for the construction product's Assessment and Verification of Constancy of Performance (AVCP) is a harmonized standard or a European Technical Assessment [ETA] has been issued for the product. The CE marking confirms the conformity of the construction product with the declared performance concerning its essential characteristics. In a situation where a harmonized standard does not cover a construction product, and there is no valid ETA for this product, which automatically means that the CPR regulations do not apply to it, a construction product may be introduced to the domestic market in Poland, when marked with the construction mark B (15). It is also worth mentioning that it is possible to place a construction product on the market following the principle of mutual recognition resulting from EU jurisprudence aimed at ensuring the free movement of goods within the EU internal market (16).

1.3. Construction products inspection

In the EU, each member state must establish market surveillance authorities that will ensure compliance with the requirements of Regulation (EC) No 765/2008 of the European Parliament and of the Council (17). In Poland, the control system for construction products creates voivodship building control inspectors, the General Inspector of Building Control, and the Chairman of the Office of Competition and Consumer Protection - as the body monitoring the functioning of the control system (15, 18). Construction product inspections are scheduled or ad hoc. They include various tasks, including the analysis of documentation and control tests of products, which accredited laboratories perform at the request of construction supervision. Due to the commonly performed tests of construction products ordered by construction supervision authorities, the Polish market of construction products differs from other construction product markets in EU countries (19, 20).

As a rule, if the product does not meet the requirements, i.e., the product does not meet the declared performance, the manufacturer immediately has to adapt the product to the needs or withdraw the product from the market. The type and method of action should be related to the nature of the risk posed by a construction product that does not meet the requirements. In Poland, administrative fines are imposed on manufacturers when their construction products do not meet the declared performance properties.

The activities of construction supervision authorities are organized differently in the Member States, and the role of construction supervision is understood differently (21, 22). Regardless of the applicable regulations and the method of management by market surveillance authorities in individual EU countries, they must collect data on measurements, risk assessment, and conduct analyses taking into account the impact of construction products on the safety of their use (22).

The inspections of construction products carried out by market surveillance authorities involve taking samples for testing and

regulacji i sposobu zarządzania przez organy nadzoru rynku w poszczególnych krajach unijnych konieczne jest gromadzenie przez nie danych dotyczących pomiarów, oceny ryzyka oraz przeprowadzanie analiz z uwzględnieniem wpływu wyrobów budowlanych na bezpieczeństwo ich stosowania (22).

Kontrole wyrobów budowlanych prowadzone przez organy nadzoru rynku wiążą się z pobieraniem próbek do badań i pomiarami. Pomiary wiążą się ze zmiennością w sposób immanentny. Pomiary naukowe uwzględniają zmienność, a metrolodzy zajmujący się sposobami dokonywania pomiarów oraz zasadami interpretacji uzyskanych wyników wiele wysiłku wkładają aby właściwą treścią wypełnić takie podstawowe terminy metrologiczne jak: błąd pomiaru, dokładność pomiaru, niepewność pomiaru, odtwarzalność pomiaru, poprawność pomiaru, powtarzalność pomiaru, precyzja pomiaru czy też spójność pomiarowa (23). Wśród podstawowych terminów metrologicznych znajduje się także ocena zgodności (23). I właśnie ocena zgodności jest powodem, dla którego coraz więcej uwagi przywiązuje się do odtwarzalności pomiaru w rożnych dyscyplinach (24). Pojawiające się, od czasu do czasu, informacje o niemożności powtórzenia wyników opublikowanych badań przez inne laboratoria nadają zagadnieniu odtwarzalności pomiaru dodatkowy wymiar (25). Od lat mówi się o kryzysie w zakresie odtwarzalności wyników (26), choć niektórzy uważają, że to fałszywa teza (27). Są też tacy, którzy w tym kryzysie dostrzegają szansę na pozytywną zmianę (28). Odtwarzalność wyników jest także kluczowa dla producentów wyrobów w sytuacji, gdy ich wyroby poddawane są ponownej ocenie przez organy nadzoru rynku (29, 30).

AVCP wyrobu budowlanego i jego re-ocena przez organy nadzoru rynku w naturalny sposób związana jest z ryzykiem odmiennych wniosków. Wyniki uzyskane w badaniach biegłości [Proficiency Testings – PTs] oraz porównaniach międzylaboratoryjnych [Interlaboratory Comparisons – ILCs] mogą być źródłem informacji pozwalającym uczestnikom procesu oceny zgodności wyrobu budowlanego zmniejszyć ryzyko dokonania błędnej oceny (30).

1.4. Cel pracy

W niniejszym artykule, na przykładzie wyników pomiarów przyczepności, w tym wyników uzyskanych w ILCs cementowych zapraw klejących do płytek ceramicznych [CTAs], przeanalizowano relacje pomiędzy uczestnikami procesu oceny zgodności wyrobu, w tym także relacje N-P. W analizie uwzględniono otoczenie środowiska nauki i przemysłu wynikające z uwarunkowań formalno-prawnych związanych z AVCP wyrobów budowlanych. Analiza zależności pomiędzy ustawodawcą i działającymi z jego upoważnienia organami nadzoru rynku, organami nadzoru budowlanego, jednostkami normalizacyjnymi, jednostkami akredytującymi, laboratoriami badawczymi, przemysłem oraz klientami zidentyfikowała występujące problemy oraz pozwoliła sformułować rekomendacje mające na celu poprawę wzajemnych relacji, w tym relacji N-P.

measurements. Measurements relate to variability immanently. Scientific measurements take into account variability, and metrologists dealing with the methods of taking measures and the principles of interpreting the obtained results put effort into filling in the correct content with such basic metrological terms as measurement error, measurement accuracy, measurement uncertainty, measurement reproducibility, measurement correctness, measurement repeatability, measurement precision or traceability (23). The basic metrological terms also include conformity assessment (23). In various disciplines, the reproducibility of measurements draws more attention due to the importance of conformity assessment (24). Occasional information about the impossibility of replicating published test results by other laboratories adds dimension to the problem of the reproducibility of measurements (25). There has been talking of a reproducibility crisis for years (26), although some belief it to be a false thesis (27). Some see this crisis as an opportunity for positive change (28). The reproducibility of results is also crucial for product manufacturers when their products by market surveillance authorities are reassessed (29, 30).

The AVCP of a construction product and its re-assessment by market surveillance authorities is naturally associated with the risk of different conclusions. The results obtained in Proficiency Tests [PTs] and Interlaboratory Comparisons [ILCs] can be a source of information allowing participants of the conformity assessment of construction products to reduce the risk of incorrect evaluation (30).

1.4. Purpose of the work

In this article, based on the results of adhesion measurements, including the results obtained in ILCs of cementitious ceramic tile adhesives [CTAs], the relations between the participants of the product conformity assessment process, including the S-I links, were analyzed. The analysis considers the environment of science and industry resulting from the formal and legal conditions related to AVCP of construction products. The study of the relationship between the legislator and the market surveillance authorities acting under his rule, construction supervision authorities, standardization bodies, accreditation bodies, research laboratories, industry, and customers identified the existing problems. It made it possible to formulate recommendations to improve mutual relations, including S-I relations.

2. Method

Considering that scientific research should refer to the current state of knowledge, the study used the Systematic Literature Review [SLR] method, which is a technique for mapping the relevant literature (31). The data source was a search in the Google Scholar database of scientific publications for specific queries containing the keywords of this article in their content. The study excluded articles that did not meet the accepted conditions, and this paper presents a selection of the collected material. In addition, the work considers information from over 25 years of professional experience the author related to AVCP of construction products.

2. Metoda

Uwzględniając, że badania naukowe winny odwoływać się do istniejącego stanu wiedzy w pracy wykorzystano metodę systematycznego przeglądu literatury [Systematic Literature Review – SLR] będącą techniką mapowania odpowiedniej literatury (31). Źródłem danych było wyszukiwanie w bazie publikacji naukowych Google Scholar dla zapytań o charakterze szczegółowym uwzględniających w swojej treści słowa kluczowe niniejszego artykułu. W badaniu wykluczono artykuły niespełniające przyjętych warunków, zaś w niniejszej pracy zaprezentowano wybór zgromadzonego materiału. Dodatkowo w pracy uwzględnione zostały informacje wynikające z ponad dwudziestopięcioletniego doświadczenia zawodowego autora związanego z AVCP wyrobów budowlanych.

3. Wyniki i ich analiza

W przypadku CTAs, będących ważną grupą wyrobów budowlanych (32), podstawą ich AVCP jest norma zharmonizowana EN 12004:2007+A1:2012 (33). Producent dokonując AVCP dla CTA ocenia ten wyrób w zakresie trwałości złącza definiowanego jako przyczepność początkowa, przyczepność po starzeniu termicznym, przyczepność po zanurzeniu w wodzie oraz przyczepność po cyklach zamrażania i rozmrażania, reakcji na ogień oraz wydzielania substancji niebezpiecznych (33). Ocena CTA w zakresie ostatnich dwóch wymienionych zasadniczych charakterystyk dokonana przez producenta nie jest kwestionowana przez organy nadzoru w Polsce, jak to ma miejsce w przypadku oceny w zakresie trwałości złączą definiowanej jako przyczepność po kondycjonowaniu w różnych warunkach pomiarowych (34).

Mechanizm adhezji rozumianej w praktyce jako połączenia dwóch warstw klejonych materiałów powodujących powstanie trwałej spoiny jest złożony. W celu jego wyjaśnienia sformułowano różne teorie i jest oczywiste, że natury połączenia dwóch warstw klejonych materiałów nie da się wytłumaczyć pojedynczą teorią (35). Pomimo wieloletnich badań układów cementowych zawierających w swoim składzie spoiwo polimerowe nie można także jednoznacznie wskazać czy oddziaływania pomiędzy nimi są jedynie natury fizycznej czy też są wynikiem synergii oddziaływań fizycznych i chemicznych (32, 36-40).

CTAs to ważna współcześnie grupa wyrobów budowlanych, których roczna produkcja wynosi ponad 65 milionów ton (41). Modyfikacja układu CTAs zawierającego cement oraz polimer była przedmiotem niezliczonej ilości badań, prowadzonych przez wiele ośrodków, w celu osiągnięcia poprawy przyczepności kleju do podłoża i płytki ceramicznej (32, 42, 43).

Oznaczenie przyczepności z wykorzystaniem techniki pull-off jest powszechnie wykonywane w inżynierii lądowej, zaś czynniki mające wpływ na przebieg pomiaru są znane (44). Zmienność towarzyszącą pomiarowi przyczepności, z wykorzystaniem techniki pull-off, płytek ceramicznych do CTAs, tak w warunkach laboratoryjnych, jak i w warunkach rzeczywistej eksploatacji, gdy płytki ceramiczne zostały ułożone na elewacji budynku, jest przedmiotem

4. Results and their analysis

AVCP of CTAs, an important construction product group (32), is based on the harmonized standard EN 12004:2007+A1:2012 (33). When performing AVCP for CTA, the manufacturer evaluates this product in terms of the durability of bond strength defined as initial adhesion, adhesion after thermal aging, adhesion after immersion in water, and adhesion after freeze-thaw cycles, reaction to fire and release of hazardous substances (33). The assessment of the CTA in terms of the last two essential characteristics made by the manufacturer is not questioned by the supervisory authorities in Poland, as is the case with the assessment of the durability of bond strength defined as adhesion after conditioning under various measurement conditions (34).

The mechanism of adhesion, understood in practice as a combination of two layers of glued materials creating a permanent joint, is complex. The nature of joining two layers of glued materials cannot be explained just by a single theory. Thus various theories were formulated (35). Despite many years of research on cement systems containing a polymer binder, one cannot indicate whether the interactions between them are only physical or result from a synergy of physical and chemical interactions (32, 36-40).

CTAs are an essential group of construction products with an annual production of over 65 million tonnes (41). Modifying the CTAs system containing cement and polymer has been the subject of countless studies conducted by many centers to improve the adhesion of the adhesive to the substrate and ceramic tile (32, 42, 43).

In civil engineering, adhesion is determined using the pull-off technique, and the factors influencing the measurement process are known (44). The variability accompanying the pull-off adhesion measurements of ceramic tiles to CTAs, both in the laboratory and in conditions of actual operation, is the subject of research by various centers (45-49). The study raises the issue of pull-off measurement reliability as its results influence decisions on how to repair the facade (46). Due to the observed variability related to the adhesion measurement, conclusions to modify the current model of assessment of construction products using this essential characteristic (35, 41), in conjunction with another product feature, were formulated (30, 35, 41, 50). It is also important because the method of measuring adhesion is destructive. It is essential to note the differences observed in the measurements of the adhesion of ceramic tiles under actual operating conditions from the evaluation under laboratory conditions (45). In Portugal, where ceramic tiles are popular on building facades, in the case of adhesion measurements using the pull-off technique performed in actual conditions, the coefficient of variation of the tested feature is from 29% to 56%. In the case of measurements performed in laboratory conditions, it ranges from 8% to 25% (45). The same tests showed the effect of auxiliary materials, including the height and other dimensions of the pull head plate, and the location of the tested joint on the concrete slab, on the results of the adhesion measurement (45). The literature also provides information that the sample preparation procedure influences the measured value of adhesion (50).

badań różnych ośrodków (45-49). W badaniach podnoszona jest, między innymi, kwestia wiarygodności testu pull-off jako pomiaru, na podstawie którego podejmowana jest decyzja o sposobie naprawy elewacji (46). W związku z obserwowaną zmiennością związaną z pomiarem przyczepności formułowane są wnioski, aby zmodyfikować dotychczasowy model oceny wyrobów budowlanych wykorzystując tę zasadniczą charakterystykę (35, 41), w połączeniu z inną cechą wyrobu (30, 35, 41, 50). Jest to istotne także ze względu, iż metoda pomiaru przyczepności jest metodą niszczącą. Ważne jest, aby odnotować, co oczywiste, różnice obserwowane w pomiarach przyczepności płytek ceramicznych w warunkach rzeczywistej eksploatacji od oceny w warunkach laboratoryjnych (45). W Portugalii, gdzie płytki ceramiczne są często stosowane na elewacjach budynków stwierdzono, że w przypadku pomiarów przyczepności z wykorzystaniem techniki pull-off wykonanych w warunkach rzeczywistych współczynnik zmienności badanej cechy wynosi od 29% do 56%, zaś w przypadku pomiarów wykonanych w warunkach laboratoryjnych mieści się w przedziale od 8% do 25% (45). Te same badania wykazały wpływ materiałów pomocniczych, w tym wysokości i innych wymiarów płytki z uchwytem do rozciągania oraz położenia badanego złącza na płycie betonowej na wyniki pomiaru przyczepności (45). W literaturze dostępne są także informacje o wpływie sposobu postępowania w trakcie wykonywania próbki do pomiaru na oznaczaną wartość przyczepności (50).

W polskim laboratorium zrealizowano dwa istotne projekty określające wpływ płytek ceramicznych oraz wody użytej do sezonowania próbek na niepewność metody badawczej oznaczenia przyczepności poprzez pomiar wytrzymałości na rozciąganie (51, 52). Niziurska wykorzystała w swoich badaniach dziesięć płytek ceramicznych różniących się reliefem, barwą oraz strukturą powierzchni, wyprodukowanych przez różnych producentów, ale spełniających wymagania dla płytek określone w EN 1348:2007 (53). Wszystkie pozostałe materiały oraz wykorzystane urządzenia do przeprowadzenia pomiaru były takie same. Badania wykonane zostały przez tę samą osobę. Wartość oznaczonej przyczepności wahała się od 0,2 N/mm^2 do 1,1 N/mm^2. Autorka badań zwróciła uwagę, że tak znaczny rozrzut wyników może mieć istotny wpływ na ocenę CTAs po wprowadzeniu wyrobu do obrotu (51). W przeprowadzonych dwa lata później w tym samym ośrodku badaniach oceniono wpływ zanieczyszczeń występujących w wodzie używanej do sezonowania próbek na przyczepność CTAs. W badaniach uzyskano wyższe wartości przyczepności dla CTAs przechowywanych w wodzie destylowanej niż wodzie wodociągowej i wodzie zmiękczonej. W niektórych przypadkach różnice były na tyle istotne, że decydowałby one o spełnieniu lub nie, przez CTAs, wymagań w zakresie przyczepności. Autorzy podkreślili, że uzyskane przez nich wyniki mogłyby być podstawą do zmian w normie mających na celu zapewnienie odtwarzalności wyników uzyskiwanych w różnych laboratoriach (52).

Kwestia wiarygodności wyników uzyskiwanych metodą pull-off była przedmiotem doniesień w odniesieniu do innych wyrobów, takich jak np. beton samozagęszczalny wzmacniany włóknami

The Polish laboratory carried out two critical projects to determine the effect of ceramic tiles and water used to season the CTA-ceramic tile samples on the test method's uncertainty for determining adhesion by measuring tensile strength (51, 52). In research, Niziurska used ten ceramic tiles differing in relief, color, and surface structure, produced by various manufacturers, but meeting the requirements for tiles specified in EN 1348:2007 (53). All other materials and devices used to carry out the measurement were the same. The same person carried out the research. The value of the determined adhesion ranged from 0.2 N/mm^2 to 1.1 N/mm^2. This study author noted that such a large dispersion of the results might significantly impact the assessment of CTAs after the product on the market is placed (51). The tests carried out two years later in the same laboratory assessed the effect of contaminants in the water used to season the samples on the adhesion of CTAs. The tests showed higher adhesion values for CTAs stored in distilled water than for tap and softened water. In some cases, the differences were so significant that they would determine whether or not the CTAs would meet the adhesion requirements. The authors emphasized that their results could be the basis for changes in the standard and aim at ensuring the reproducibility of the results obtained in various laboratories (52).

The issue of the reliability of the results obtained with the pull-off method was the subject of reports concerning other products, e.g., steel fiber-reinforced self-compacting concrete (54), paint coatings (55), and general considerations (56).

An essential instrument of quality control in a laboratory and the assessment of its competence is participation in the PTs or ILCs mentioned above (57, 58). First, PTs and ILCs are conducted to assess laboratories' professionalism in relation to accreditation bodies' requirements.

For several years, the Romanian laboratory Ceprocim has been organizing ILCs to determine CTAs adhesion (41, 59-61). Accredited and non-accredited laboratories participated in all editions of the ILCs organized by Ceprocim. The conducted ILCs have shown that constant participation in them has a positive effect on increasing the competence of laboratories (59-61). The indicator of the quality of the functioning of a particular laboratory was the result of the z-score analysis under the requirements adopted in the EN ISO/IEC 17043:2010 standard (62). This aspect of ILCs was the main subject of results evaluation by the organizer of the ILC (59, 61). The analysis performed by the ILC organizer and one of the laboratories of the CTAs manufacturer participating in the two consecutive editions of the study also confirmed that the results obtained by the laboratories participating in the two editions were less scattered than in the case of laboratories participating in only one edition of the ILC (60). This analysis, however, drew attention to the wide scattering of the results, which in the case of the eleventh edition of ILC for initial adhesion determination of CTA for all ILC participants was from 0.3 N/mm^2 to 2.6 N/mm^2. At the same time, for the laboratories systematically participating in the study, the results ranged from 1.0 N/mm^2 to 2.4 N/mm^2 (60). However, even a narrower scatter of results observed in

stalowymi (54), powłok malarskich (55) oraz rozważań o charakterze ogólnym (56).

Istotnym instrumentem sterowania jakością w laboratorium oraz oceny jego kompetencji jest udział we wspomnianych już wcześniej badaniach biegłości – PTs lub porównaniach międzylaboratoryjnych – ILCs (57, 58). PTs oraz ILCs prowadzone są, przede wszystkim, w celu oceny fachowości laboratoriów w związku z wymaganiami jednostek akredytujących.

Od kilkunastu lat rumuńskie laboratorium Ceprocim organizuje ILCs w zakresie oznaczania przyczepności CTAs (41, 59-61). We wszystkich edycjach ILCs organizowanych przez Ceprocim uczestniczyły zarówno laboratoria akredytowane, jak i nieakredytowane. Przeprowadzone ILCs pokazały, że stałe w nich uczestnictwo korzystnie wpływa na podniesienie kompetencji laboratoriów (59-61), zaś wyznacznikiem jakości funkcjonowania poszczególnego laboratorium był wynik analizy z-score zgodnie z wymaganiami przyjętymi w normie EN ISO/IEC 17043:2010 (62). I właśnie ten aspekt ILCs był, przede wszystkim, przedmiotem oceny wyników ze strony organizatora ILC (59, 61). Analiza wykonana przez organizatora ILC oraz jedno z laboratoriów producenta CTAs uczestniczące w kolejnych, następujących po sobie dwóch edycjach badań potwierdziła także, że wyniki uzyskane przez laboratoria uczestniczące w dwóch edycjach cechuje mniejszy rozrzut niż w przypadku laboratoriów uczestniczących tylko w jednej edycji ILC (60). Analiza ta jednak zwróciła uwagę na wielkość rozrzutu, który w przypadku jedenastej edycji ILC dla oznaczenie przyczepności początkowej CTA wynosił dla wszystkich uczestników ILC od 0,3 N/mm^2 do 2,6 N/mm^2, podczas gdy dla systematycznie uczestniczących w badaniu laboratoriów przedział ten wynosił od 1,0 N/mm^2 do 2,4 N/mm^2 (60). Jednak nawet zawężony rozrzut wyników zaobserwowany w przypadku laboratoriów systematycznie uczestniczących w ILCs jest dyskwalifikujący z perspektyw oceny zgodności CTAs (30, 60). Dodatkowo analizy zwróciły uwagę na potrzebę rozpatrywania wartości przyczepności wraz z zaobserwowanym dominującym modelem zerwania (41, 60). Wyniki uzyskane w ILCs przyczepności CTAs przeprowadzonych przez rumuńskie laboratorium Ceprocim stały się podstawą do sformułowania wniosków o konieczności weryfikacji wymagań EN 12004:2007+A1:2012 (30, 60). Omawiając wyniki uzyskane w ILCs dla CTAs warto podkreślić istnienie dwóch światów, tj. świata laboratorium [nauki], który poddawany jest ocenie jednostki akredytacyjnej z wykorzystaniem analizy z-score oraz świata przemysłu. W świecie nauki, ocenianym zgodnie z wymaganiami punktu B.4.1.1. normy EN ISO 17043:2010, tak wynik 0,4 N/mm^2 jak i wynik 1,5 N/mm^2 zostały sklasyfikowane jako zadowalające, tj. z-score wyniósł odpowiednio -1,56 i 1,64. Wartości te były mniejsze niż warunek dla uzyskania przez laboratorium oceny zadowalającej [nie wywołującej sygnału ostrzegawczego] ustalonej jako $|z| \leq 2$ (41). Podczas weryfikacji, przez organy nadzoru rynku budowlanego, prawidłowości AVCP dokonanej przez producenta, każdy wynik poniżej 1,0 N/mm^2 dla CTA klasy C2 zostałby sklasyfikowany jako negatywny (30, 41, 63).

Inne badania wskazały także na niedoskonałości pomiaru przyczepności CTAs zgodnie z metodą badań opisaną w EN 1348:2007

the case of laboratories systematically participating in the ILCs is disqualifying from the perspective of CTAs compliance assessment (30, 60). The analyses highlighted the need to consider the adhesion value with the observed dominant fracture model (41, 60). The results obtained in the ILCs of adhesion of CTAs carried out by the Romanian laboratory Ceprocim became the basis for formulating conclusions on the need to verify the requirements of EN 12004:2007+A1:2012 (30, 60). When discussing the results obtained in ILCs for CTAs, it is worth emphasizing the existence of two worlds, i.e., the world of the laboratory (science), which is assessed by the accreditation body using z-score analysis, and the world of industry. In the world of science, as evaluated under the requirements of clause B.4.1.1. according to the EN ISO 17043:2010 standard, the 0.4 N/mm^2 and the 1.5 N/mm^2 results were satisfactory, i.e., the z-score was -1.56 and 1.64, respectively. These values were lower than the condition for the laboratory to obtain a positive assessment [not causing a warning signal] set as $|z| \leq 2$ (41). During the verification by the construction market surveillance authorities of the correctness of the AVCP performed by the manufacturer, any result below 1.0 N/mm^2 for CTA class C2 would be negative (30, 41, 63).

Other studies also indicated the imperfections of measuring the adhesion of CTAs according to the test method described in EN 1348:2007 and the related difficulty in assessing CTAs following the requirements of EN 12004:2007+A1:2012 (63). In addition, it draws attention to the problems with conformity assessment of construction products resulting from the multi-stage nature of testing procedures (29, 63). It is noteworthy that the issue of the reliability of test methods used in the conformity assessment of construction products is the subject of various studies (29, 63-66). They draw attention to the issue of a small number of tested samples, the destructive nature of the measurement methods combined with their multi-stage preparation, and the number of PT or ILC participants.

When discussing the issue of measuring the adhesion of CTAs and the results obtained in ILCs, one should pay attention to measurement uncertainty in the conformity assessment of products (67-75). The literature analysis shows one conclusion, i.e., it is impossible to reliably assess the conformity of the product without taking into account the measurement uncertainty. Additionally, one must pay attention to the need for a specific approach of certification bodies in a situation where the precision of the test method is low (69). At this point, it is worth noting that Polish construction supervision authorities apply the simple acceptance rule, which means that the variability resulting from measurement uncertainty when assessing a construction product is not considered (19, 20).

5. Conclusions

De Medeiros Albano and ten Caten investigated the relationships between PTs and ILCs results, validation of measurement methods, and estimation of measurement uncertainty (76). In their research, they used the e-Delphi Internet method commonly used in social research (77). Their study involved experts from five countries,

i związaną z tym trudność oceny CTA zgodnie z wymaganiami EN 12004:2007+A1:2012 (63). Ponadto zwrócono uwagę na trudności występujące w ocenie zgodności wyrobów budowlanych wynikające z wieloetapowego charakteru procedur badawczych (29, 63). Należy także dodać, że kwestia wiarygodności metod badawczych wykorzystywanych w ocenie zgodności wyrobów budowlanych jest przedmiotem rożnych badań (29, 63-66). Zwracają one uwagę na zagadnienie niewielkiej ilości badanych próbek, niszczący charakter metod pomiarowych połączony z wieloetapowym ich przygotowaniem oraz ilość uczestników PT lub ILC.

Omawiając kwestię pomiaru przyczepności CTAs oraz wyników uzyskanych w ILCs należy zwrócić uwagę na zagadnienie niepewności pomiarowej w ocenie zgodności wyrobów (67-75). Analiza literatury wskazuje na jeden wniosek, tj. nie jest możliwa rzetelna ocena zgodności wyrobu bez uwzględnienie niepewności pomiarowej. Dodatkowo zwraca się uwagę na konieczność szczególnego podejścia jednostek certyfikujących w sytuacji, gdy precyzja metody badawczej jest niska (69). W tym miejscu warto odnotować, że polskie organy nadzoru budowlanego stosują zasadę prostej akceptacji, co oznacza, że zmienność wynikająca z niepewności pomiarowej nie jest uwzględniania podczas oceny wyrobu budowlanego (19, 20).

4. Wnioski

De Medeiros Albano oraz ten Caten badali zależności pomiędzy wynikami PTs i ILCs, walidacją metod pomiarowych oraz szacowaniem niepewności pomiarowej (76). W swoich badaniach wykorzystali oni internetową metodę e-Delphi powszechnie stosowaną w badaniach społecznych (77). W ich badaniach uczestniczyli eksperci z pięciu krajów, tj. Brazylii, Chin, Francji, Portugalii i USA, którzy reprezentowali zarówno laboratoria, jak i jednostki akredytujące. W wyniku przeprowadzonych badań autorzy zaproponowali mapę myśli pokazującą związki przyczynowo-skutkowe oraz potencjalny wpływ poszczególnych uczestników na badane relacje pomiędzy przebiegiem i wynikami PTs i ILCs, walidacją metod pomiarowych oraz niepewnością pomiarową (76).

Biorąc pod uwagę opisane w niniejszej pracy wyniki wykonanego SLR uwzględniającego słowa kluczowe niniejszego artykułu oraz ideę zaproponowanej przez de Medeiros Albano oraz ten Caten mapy myśli na rysunku 1 zaprezentowano autorską mapę myśli odnoszącą się do specyficznych relacji wynikających z pomiaru przyczepności CTAs realizowanego w ramach ILC i jego następstw dla wszystkich organizacji związanych z AVCP. Co ważne, mapa myśli zaprezentowana na rysunku 1 uwzględnia wszystkie potencjalne podmioty związane z wykonanymi ILCs, tj. ustawodawcę, organy nadzoru rynku, organy nadzoru budowlanego, jednostkę normalizacyjną, jednostkę akredytującą, laboratoria akredytowane, laboratoria nieakredytowane, laboratoria przemysłowe, uniwersytety i instytuty naukowo-badawcze, klienta oraz organizatora ILC. Biorąc pod uwagę wspólne dla wszystkich państw członkowskich UE regulacje w zakresie normalizacji, akredytacji, nadzoru rynku, systemów oceny zgodności oraz wprowadzania wyrobów budowlanych do obrotu (14, 16, 17, 79) zaproponowana mapa myśli posiada uniwersalny charakter. Stworzona mapa myśli

i.e., Brazil, China, France, Portugal, and the USA, representing laboratories and accreditation bodies. As a result of the research, the authors proposed a mind map showing the cause-effect relationships and the potential impact of individual participants on the tested associations between the course and results of PTs and ILCs, validation of measurement methods, and measurement uncertainty (76).

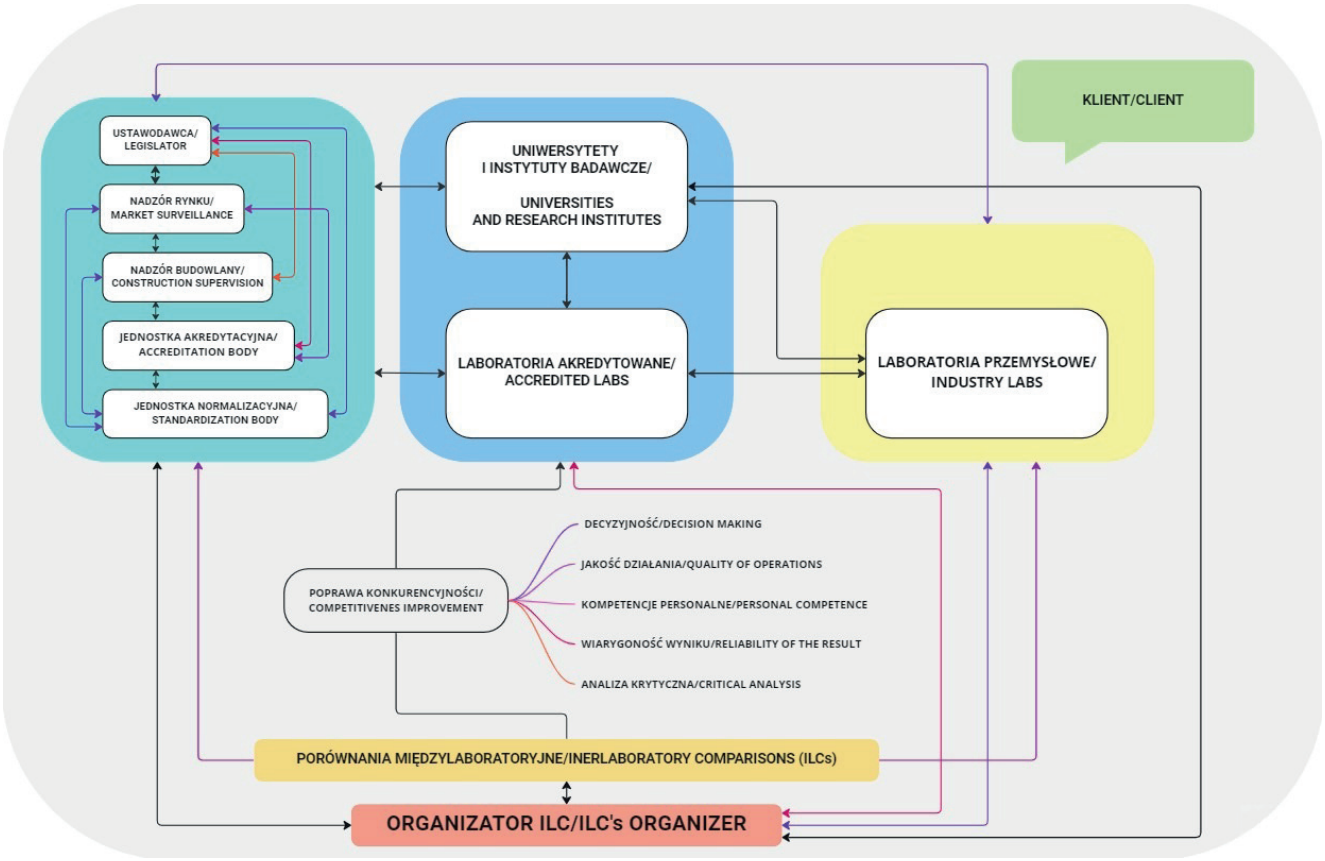
Taking into account the results of the SLR performed for the keywords of this article and the idea proposed by de Medeiros Albano and ten Caten mind map, in Fig 1, the author's mind map presents implications for all AVCP-related organizations. Notably, the mind map shown in Fig 1 includes all potential entities related to the performed ILCs, i.e., the legislator, market surveillance authorities, construction supervision authorities, standardization body, accreditation body, accredited laboratories, non-accredited laboratories, industrial laboratories, universities, and research institutes, client and ILC organizer. Considering the regulations common to all EU Member States in the field of standardization, accreditation, market surveillance, conformity assessment systems, and laying down construction products on the market (14, 16, 17, 79), the proposed mind map has a universal character. The created mind map also considers the S-I relation, and its central point is an accredited laboratory.

At the beginning of considerations, it is essential to emphasize the possibility of critical analysis of the data obtained in the ILC by all organizations listed in Fig. 1. To a limited extent, the ILC organizer reviewed the obtained results (30, 41, 60). Only one accredited laboratory has done so in a minimal dimension (63).

The mind map presented in Fig. 1 grouped five entities, i.e., the legislator, market surveillance authority, construction supervision authorities, accreditation body, and standardization body, into one block. The mutual connections of these entities result from numerous legal regulations (15, 17, 18, 78, 79) and bilateral cooperation agreements (80, 81).

The results obtained in the ILCs should be the basis for critical analysis not only on the part of industrial laboratories but, remarkably, accredited laboratories performing tests commissioned by construction supervision authorities. Notably, the same accredited laboratories perform the same adhesion determinations on manufacturers' orders during the AVCP of CTAs. On their basis, manufacturers place CTAs on the market. Since accredited/notified laboratories participate in the AVCP process, performing tests commissioned by manufacturers [for CTA, there is a system of 3 conformity assessments], they have additional knowledge about the method of CTA adhesion determination. This knowledge, combined with the ILCs results, should lead to the formulation of conclusions regarding the need to modify the provisions of the relevant standard. The analysis identified only one such activity on the part of a research institute laboratory (63).

When considering the activities of an accredited laboratory in terms of the results of ILCs for CTAs, it is worth mentioning the principle of decision-making by the laboratory following the requirements



Rys. 1. Mapa myśli uwzględniająca relacje pomiędzy potencjalnymi uczestnikami procesu oceny zgodności CTA ze szczególnym uwzględnieniem ILCs

Fig. 1. A mind map of relationships between potential participants in the CTA compliance assessment process with particular emphasis on the ILCs

uwzględnia także relację N-P, a w jej centralnym punkcie zostało umiejscowione laboratorium akredytowane.

Ważne jest, aby na wstępie formułując wnioski podkreślić możliwość przeprowadzenia krytycznej analizy danych uzyskanych w ILC przez wszystkie organizacje wymienione na rysunku 1. Z przeprowadzonej analizy dostępnej wiedzy na temat badania przyczepności z wykorzystaniem techniki pull-off dla cementowych CTAs wynika, że jedynie laboratoria przemysłowe oraz w ograniczonym zakresie organizator ILC dokonały przeglądu uzyskanych wyników (30, 41, 60). W bardzo ograniczonym zakresie zrobiło to także tylko jedno laboratorium akredytowane (63).

Mapa myśli zaprezentowana na rysunku 1 zgrupowała pięć podmiotów, tj. ustawodawcę, organ nadzoru rynku, organy nadzoru budowlanego, jednostkę akredytującą oraz jednostkę normalizacyjną w jeden blok. Wzajemne powiązania tych podmiotów wynikają z licznych uregulowań prawnych (15, 17, 18, 78, 79) oraz dwustronnych porozumień o współpracy (80, 81).

Wyniki uzyskane w ILCs winny być podstawą krytycznej analizy nie tylko ze strony laboratoriów przemysłowych, ale w szczególności laboratoriów akredytowanych wykonujących badania na zlecenie organów nadzoru budowlanego. Co ważne te same laboratoria akredytowane wykonują te same oznaczenia przyczepności na zlecenia producentów w trakcie wykonywania AVCP CTAs. Na ich podstawie producenci wprowadzają CTAs do obrotu. Z faktu, że laboratoria akredytowane/notyfikowane uczestniczą w proce-

of EN ISO/IEC 17025:2017 (82). When confirming compliance with the specification, the laboratory should document the applied decision-making principle, taking into account the risk level, and provide a rule specifying how the uncertainty value of the measurement result was taken into account when confirming compliance with the requirements. It is worth mentioning that the laboratory is responsible for making decisions and should consider all relevant components when assessing the measurement uncertainty - i.e., the conclusions from the ILCs. Following the requirements of EN ISO/IEC 17025:2017, the laboratory should provide reliable results. As a rule, construction supervision authorities treat the laboratory as an expert organization.

There are no data on the analysis of the results obtained in the ILCs by the legislator, market surveillance, construction supervision authorities, accreditation body, and standardization body. There are also no data indicating that accredited laboratories, universities, or research institutes submitted requests to the legislator or other bodies acting on his behalf regarding the need to modify the provisions of the standard. There is also no evidence that entities other than industrial laboratories or a few accredited laboratories have formulated conclusions on the necessity to account for measurement uncertainty in the CTAs compliance assessment. It is so in a situation where such interpretation in scientific publications regularly occurs (30, 41, 60, 63, 68 -73, 76, 83). Additionally, literature on the subject emphasizes the need to be careful when measurement methods characterize low repeatability and reproducibility (29, 30, 41, 51, 60, 63, 69). The activities of construction

sie AVCP wykonując na zlecenie producentów badania [dla CTA obowiązuje system 3 oceny zgodności] posiadają one dodatkową wiedzę na temat metody oznaczenia przyczepności CTA. Wiedza ta połączona z wynikami z ILCs winna prowadzić do sformułowania wniosków dotyczących konieczności modyfikacji zapisów odpowiedniej normy przedmiotowej. W analizie zidentyfikowano tylko jedno takie działanie ze strony laboratorium instytutu naukowo-badawczego (63).

Rozpatrując działania laboratorium akredytowanego w aspekcie wyników ILCs dla CTAs warto wspomnieć o zasadzie podejmowania decyzji przez laboratorium zgodnie z wymaganiami EN ISO/IEC 17025:2017 (82). Laboratorium stwierdzając zgodność ze specyfikacją winno udokumentować zastosowaną zasadę podejmowania decyzji z uwzględnieniem poziomu ryzyka oraz podać regułę specyfikującą jak wartość niepewności wyniku pomiaru została uwzględniona przy stwierdzeniu zgodności z wymaganiami. Warto nadmienić, że samo laboratorium jest odpowiedzialne za podejmowanie decyzji i to ono winno przy ocenie niepewności pomiaru wziąć pod uwagę wszystkie istotne składowe – czyli także wnioski z ILCs. Zgodnie z wymaganiami EN ISO/IEC 17025:2017 laboratorium winno przekazywać wynik, który jest wiarygodny i rzetelny. Co do zasady organy nadzoru budowlanego traktują laboratorium jako organizację ekspercką.

Brak jest danych na temat podjęcia przez ustawodawcę, nadzór rynku, organy nadzoru budowlanego, jednostkę akredytującą oraz jednostkę normalizacyjną analizy uzyskanych w ILCs wyników. Brak jest także danych wskazujących, że laboratoria akredytowane, uczelnie wyższe lub instytuty badawcze skierowały do ustawodawcy lub innych organów działających na jego zlecenie wnioski w sprawie konieczności modyfikacji zapisów normy. Brak jest też dowodów wskazujących na sformułowanie przez inne podmioty niż laboratoria przemysłowe lub nieliczne laboratoria akredytowane wniosków w sprawie konieczności uwzględnienia niepewności pomiarowej w ocenie zgodności CTAs w sytuacji gdy ogólnie takie wnioski są regularnie formułowane w publikacjach naukowych (30, 41, 60, 63, 68-73, 76, 83). Dodatkowo w literaturze przedmiotu zwraca się uwagę na konieczność wykazania się szczególną ostrożnością w sytuacji gdy metody pomiarowe charakteryzują się niską powtarzalnością i odtwarzalnością (29, 30, 41, 51, 60, 63, 69). Działania organów nadzoru budowlanego lub ich brak należy rozpatrywać tak w aspekcie krajowym, jak i unijnym (22). Ponadto warto nadmienić, że CTAs badane są przez organy nadzoru budowlanego w warunkach laboratoryjnych, a nie w warunkach rzeczywistej eksploatacji, co jest znamienne dla wyrobów budowlanych i w związku z tym dodatkowo rekomendowana jest szczególna ostrożność działania (30, 41, 60, 84).

Organy nadzoru budowlanego pomimo wszystkich wymienionych w niniejszej pracy zastrzeżeń i wątpliwości dotyczących wiarygodności metody pomiaru przyczepności CTAs i możliwości oceny zgodności wyrobów z wykorzystaniem tej metody regularnie pobierają próbki z rynku i poddają je badaniom (34). Organy nadzoru rynku zlecając wykonanie badań laboratoriom akredytowanym zapewniają im źródło przychodu i tym samym pośrednio wpływają na

supervisors, or the lack thereof, should be considered both in a national and EU context (22). In addition, it is worth mentioning that construction supervision authorities test CTAs in laboratory conditions and not in actual operation conditions, which is characteristic of construction products. Therefore, additional caution is recommended (30, 41, 60, 84).

Despite all the reservations and doubts mentioned in this paper regarding the reliability of the CTAs adhesion measurement method and the possibility of assessing the conformity of products using this method, construction supervision authorities regularly take samples from the market and subject them to tests (34). Market surveillance authorities commissioning accredited laboratories to perform tests provide them with a source of income and thus indirectly reduce the laboratories' activity, including improving their operation to increase competitiveness.

When discussing the issues related to the use of CTAs adhesion test results obtained during the ILC, it is also worth noting that when considering the reliability of construction products, the probability of their failure-free operation should be considered (85). For this reason, one should expect an analysis of construction products in terms of their safety in use. The published information on the inspection of construction products discusses risk groups and inspection guidelines by building supervisory authorities (34). It does not mention construction product safety (34). No studies on the safe use of CTAs, commissioned by the legislator or entities acting on its behalf, have been found.

The analysis presented in this article clearly shows the passivity of the legislator and related individuals in the discussed case. Even though science postulate that such actions should take place (86). In the analyzed case of CTA adhesion determination, the legislator and the units acting on its behalf, through their passivity, adversely affect the potential development of the S-I relationship.

This analysis proves the existence of two worlds, i.e., science and industry. Their activities are assessed according to different criteria. The laboratory performing measurements on behalf of market surveillance authorities is 'a prior' granted the status of an expert, although, as the analysis shows, this status is not entitled. Scientists aware of the measurement variability expressed as uncertainty do not try to share the error rate with the industry. And yet, the uncertainty should imply doubts on the part of the scientific laboratory.

The basis of standardization work is transparency and openness, aimed at effectively achieving consensus, consistency, and independence from various interest groups (79). In the EU, regardless of which standardization organization, i.e., CEN, CENELEC, or EOTA, conducts standardization work, it uses proven achievements of science and technology. The final result of the work, which is the standard, is developed with the voluntary participation of various stakeholders, i.e., manufacturers, consumers, supervisory authorities, science, associations, and chambers of commerce (87). It is worth noting that the authors of scientific papers on standardization are, first of all, scientists, decision-makers, and

zmniejszenie aktywności laboratoriów, w tym w zakresie poprawy ich funkcjonowania mającej na celu zwiększenie konkurencyjności.

Omawiając zagadnienia związane z wykorzystaniem wyników badania przyczepności CTAs uzyskanych w trakcie ILC warto także zwrócić uwagę na fakt, że rozważając niezawodność wyrobów budowlanych należy rozpatrywać prawdopodobieństwo ich bezawaryjnej pracy (85). Z tego względu należałoby oczekiwać analiz wyrobów budowlanych pod kątem bezpieczeństwa ich użytkowania. W publikowanych informacjach na temat kontroli wyrobów budowlanych omawiane są grupy ryzyka i wytyczne do kontroli organy nadzoru budowlanego (34). Nie wymienia się wśród nich kwestii bezpieczeństwa użytkowania wyrobu budowlanego (34). Nie zidentyfikowane zostały opracowania dotyczące bezpieczeństwa użytkowania CTAs wykonane na zlecenie ustawodawcy lub jednostek działających na jego zlecenie.

Analiza przedstawiona w niniejszym artykule jednoznacznie wskazuje na bierność ustawodawcy i jednostek z nim powiązanych w omawianym przypadku, pomimo tego, że takie działania winny mieć miejsce i są postulowane także przez naukę (86). W analizowanym przypadku oznaczenia przyczepności CTAs ustawodawca i jednostki działające w jego imieniu poprzez swoją bierność działają niekorzystnie na potencjalny rozwój relacji N-P.

Niniejsza analiza jednoznacznie dowodzi istnienia dwóch „światów", tj. nauki i przemysłu, których działania oceniane są według różnych kryteriów, przy czym laboratorium wykonującemu pomiary na zlecenie organów nadzoru rynku a priori przyznany został status eksperta, choć jak wskazuje analiza status ten nie jest uprawniony. Naukowcy mając świadomość zmienności pomiarowej wyrażanej jako niepewność nie podejmują prób podzielenia się z przemysłem poziomem błędu. A przecież niepewność winna implikować wątpliwości po stronie laboratorium naukowego.

Podstawą prac normalizacyjnych jest transparentność i otwartość ich prowadzenia mająca za cel osiągnięcie w efektywny sposób konsensusu, spójności oraz niezależności od różnych grup interesów (79). W UE, niezależenie od tego jaka organizacja normalizacyjna, tj. CEN, CENELEC, czy EOTA, prowadzi prace normalizacyjne, wykorzystuje w ich trakcie sprawdzone osiągnięcia nauki i techniki zaś ostateczny wynik pracy jakim jest norma wypracowywany jest z dobrowolnym udziałem różnych interesariuszy tj. producentów, konsumentów, organów nadzoru, nauki, stowarzyszeń, izb gospodarczych (87). Warto zauważyć, że autorami prac naukowych na temat normalizacji są, przede wszystkim, naukowcy i decydenci, w mniejszym stopniu zaś praktycy (87, 88). Producent jest spośród wszystkich uczestników procesu normalizacyjnego najbliżej rynku, najwięcej wie o kliencie, najszybciej i w największym stopniu odczuwa zmiany koniunktury rynkowej. Jest on jednak postrzegany jako ten, który nie będzie reprezentował interesów klientów w wystarczającym stopniu (88) i z tego względu istotna jest aktywność ze strony nauki. Nauka dostrzegając wagę normalizacji nie może zaniedbywać w swoich badaniach relacji z producentem.

practitioners to a lesser extent (87, 88). The producer is closest to the market among all participants of the standardization process, knows the most about the customer, and is the fastest and most sensitive to changes in market conditions. However, it is perceived as one that will not sufficiently represent the clients' interests (88), and therefore the activity of the science is essential. In recognizing the importance of standardization, science cannot neglect the relationship with the producer in its research.

Acknowledgments

The research was partially financed by the Smart Growth Operational Program 2014-2020 (project number POIR.02.01.00-00-0350/16).

Podziękowania

Badania zostały częściowo sfinansowane z Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 (numer projektu POIR.02.01.00-00-0350/16).

Literatura / References

1. A. Alexander, D. P. Martin, C. Manolchev, K. Miller. University–industry collaboration: using meta-rules to overcome barriers to knowledge transfer. J. Technol. Transf. **45**(2), 371-392 (2020). https://doi.org/10.1007/s10961-018-9685-1

2. T. Bjerregaard. Industry and academia in convergence: Micro-institutional dimensions of R&D collaboration. Technovation **30**(2), 100-108 (2010). https://doi.org/10.1016/j.technovation.2009.11.002

3. M. O'Dwyer, R. Filieri, L. O'Malley. Establishing successful university–industry collaborations: barriers and enablers deconstructed. J. Technol. Transf. 1-32 (2022). https://doi.org/10.1007/s10961-022-09932-2

4. A. Filippetti, M. Savona. University–industry linkages and academic engagements: individual behaviours and firms' barriers. Introduction to the special section. J. Technol. Transf. **42**(4), 719-729 (2017). https://doi.org/10.1007/s10961-017-9576-x

5. C. de Fuentes, G. Dutrénit. Best channels of academia–industry interaction for long-term benefit. Res. Policy **41**(9), 1666-1682 (2012). https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.03.026

6. C. Bjursell, A. Engström. A Lewinian approach to managing barriers to university–industry collaboration. *Higher Education Policy* **32**(1), 129-148 (2019). https://doi.org/10.1057/s41307-017-0074-4

7. J. B. Passos, D. V. Enrique, C. C. Dutra, C. S. ten Caten. University industry collaboration process: a systematic review of literature. *International Journal of Innovation Science*, w druku (2022). https://doi.org/10.1108/IJIS-11-2021-0216

8. A. D. Daniel, L. Alves. University-industry technology transfer: the commercialization of university's patents. Knowl. Manag. Res. Pract. **18**(3), 276-296 (2020). https://doi.org/10.1080/14778238.2019.1638741

9. M. Jacuński. Relacje nauka-biznes w opinii pracowników uniwersytetu. Oczekiwania kontra rzeczywistość. Marketing Instytucji Naukowych i Badawczych **31**(1), 41-62 (2019). https://doi.org/10.2478/minib-2019-0003

10. The World Bank, GovData360, GCI 4.0:University-industry col-Labouration in R&D, Waszyngton, USA, 2020, https://govdata360.worldbank.org/indicators/h87bf6709?country=BRA&indicator=41464&viz=line_chart&years=2017,2019, (accessed: 13.09.2022).

11. K. Schwab. The Global Competitiveness Report 2019, World Economic Forum, Genewa, Szwajcaria, 2019, https://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf, (dostęp 13.09.2022), dodatkowo poszczególne wskaźniki dostępne online: www.weforum.org/gcr, (accessed: 13.09.2022)

12. Trading Economics, Competitiveness Index – Europe, Nowy Jork, USA, 2020, https://tradingeconomics.com/country-list/competitiveness-index?continent=europe, (accessed: 13.09.2022).

13. A. Skala. Współpraca startupów z nauką w Polsce–wyniki badań. Studia BAS 2020, **1**, 103-123. https://doi.org/10.31268/StudiaBAS.2020.07

14. Regulation (EU) No. 305/2011 of the European Parliament and of the Council. https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/ALL/?uri=CELEX:32011R0305 (accessed: 14.09.2022).

15. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U.2016.1570).

16. Regulation (EU) No. 2019/515 of the European Parliament and of the Council. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=celex%3A32019R0515 (accessed: 14.09.2022).

17. Regulation (EU) No. 765/2008 of the European Parliament and of the Council. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A02008R0765 20210716 (accessed: 14.09.2022).

18. Ustawa z dnia 13 kwietnia 2016 r. o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku (Dz.U.2022.1854).

19. M. Łukasik, B. Michałowski, J. Michalak. Assessment of the constancy of performance of cementitious adhesives for ceramic tiles: Analysis of the test results Commissioned by Polish Market Surveillance Authorities. Appl. Sci. **10**(18), 6561 (2020). DOI: https://doi.org/10.3390/app10186561

20. M. Kulesza, M. Łukasik, B. Michałowski, J. Michalak. Risk related to the assessment and verification of the constancy of performance of construction products. Analysis of the results of the tests of cementitious adhesives for ceramic tiles commissioned by Polish construction supervision authorities in 2016-2020. Cem. Wapno Beton **25**(6), 444-456 (2020). https://doi.org/10.32047/CWB.2020.25.6.2

21. Consortium of European Building Control. The value of building control. *Building Control Report* 1 (2019). https://www.cebc.eu/public-current-reports/ (accessed: 14.09.2022).

22. K. I. Kouros, C. Z. Chrysostomou. Management of market surveillance authorities for construction products. Open Constr. Build. Technol. J. **14**(1) 124-132 (2020). https://doi.org/10.2174/1874836802014010124

23. Główny Urząd Miar, Słowniczek wybranych terminów stosowanych w metrologii i probiernictwie. GUM, Warszawa 2022. wydanie IV.

24. A. L. Plant, R. J. Hanisch. Reproducibility and replicability in science, a metrology perspective. In National Academies of Sciences, Engineering and Medicine Committee on Reproducibility and Replicability in Science Report; National Academies of Sciences, Engineering and Medicine: Washington, DC, USA, 2018. https://nap.nationalacademies.org/resource/25303/Metrology%20Perspective%20on%20Reproducibility.pdf (accessed: 14.09.2022).

25. M. Baker. 1,500 scientists lift the lid on reproducibility. Nature **533**(7604) 352-454 (2016). https://doi.org/10.1038/533452a

26. O. E. Gundersen. The reproducibility crisis is real. AI Mag. **41**(3), 103-106 (2020). https://doi.org/10.1609/aimag.v41i3.5318

27. D. Fanelli. Is science really facing a reproducibility crisis, and do we need it to?. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. **115**(11), 2628-2631 (2018). https://doi.org/10.1073/pnas.1708272114

28. M. R. Munafò, C. Chambers, A. Collins, L. Fortunato, M. Macleod. The reproducibility debate is an opportunity, not a crisis. BMC Res. Notes **15**(1), 1-3 (2022). https://doi.org/10.1186/s13104-022-05942-3

29. E. Szewczak. Ryzyko związane z niepewnością wyników badań i oceną zgodności wyrobów budowlanych. Mater. Bud. **470**(10), 73–75 (2011).

30. J. Michalak. Standards and assessment of construction products: case study of ceramic tile adhesives. Standards **2**(2), 184-193 (2022). https://doi.org/10.3390/standards2020013

31. M. Ćwiklicki, Metodyka przeglądu zakresu literatury (scoping review)/ Methodological Aspects of Scoping Review. MPRA Paper 104370, University Library of Munich, Germany, 2020.

32. J. Michalak. Ceramic tile adhesives from the producer's perspective: a literature review. Ceramics **4**, 378–390 (2021). https://doi.org/10.3390/ceramics4030027

33. European Committee for Standardization (CEN). EN 12004:2007+A1:2012 Adhesives for tiles – Requirements, evaluation of conformity, classification and designation. Brussels, Belgium, (2012).

34. Główny Urząd Nadzoru Budowlanego, Informacja o kontroli rynku wyrobów budowlanych w 2021 r., GUNB, maj 2022. https://www.gunb.gov.pl/sites/default/files/pliki/dokumenty/informacja_o_kontroli_rynku_wyrobow_budowlanych_w_2021r.pdf?946 (dostęp 22.09.2022).

35. J. Salustio, S. M. Torres, A. C. Melo, Â. J. C. Silva A. C. Azevedo, J. C. Tavares, M. S. Leal, J. M. Delgado. Mortar bond strength: a brief literature review, tests for analysis, new research needs and initial experiments. Materials **15**, 2332 (2022). https://doi.org/10.3390/ma15062332

36. A. Beeldens, D. van Gemert, H. Schorn, Y. Ohama, L. Czarnecki. From microstructure to macrostructure: An integrated model of structure formation in polymer-modified concrete. Mater. Struct. **38**, 601–607 (2005). https://doi.org/10.1007/BF02481591

37. A. Dimmig-Osburg. Microstructure of PCC–Effects of polymer components and additives. In Proceedings of the 12th Int. Congr. Polym. Concr. Chuncheon, Korea, 27 September 2007, 239–248 (2007).

38. L. Czarnecki, H. Schorn. Nanomonitoring of polymer cement concrete microstructure/Untersuchung des Mikrogefiiges von Polymer-Zement-Beton im Nanobereich. Restor. Build. Monum. **13**, 141–152 (2007). https://doi.org/10.1515/rbm-2007-6127

39. E. Knapen, D. van Gemert. Cement hydration and microstructure formation in the presence of water-soluble polymers. Cem. Concr. Res. **39**, 6–13 (2009). https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2008.10.003

40. Y. Tian, Z. J. Li, H. Y. Ma, N Jin, N. G. Jin, An investigation on the microstructure formation of polymer modified mortars in the presence of polyacrylate latex. In Proceedings of the International RILEM Conference on Advances in Construction Materials through Science and Engineering, Hong Kong, China, 5–7 September 2011, p. 7177 (2011).

41. C. Stancu, D. Dębski, J. Michalak. Construction products between testing laboratory and market surveillance: case study of cementitious ceramic tile adhesives. Materials **15**(17), 6167 (2022). https://doi.org/10.3390/ma15176167

42. H. C. Curci, R. P. de Andrade, F. L. Maranhão, H. C. Gomes, E. M. Campello. Analysis of adhered tiling systems based on experimental evaluation and numerical modeling. Constr. Build. Mater. **325**, 126746 (2022). https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126746

43. A. C. Melo, A. J. Costa e Silva, S. M. Torres, J. P. M. Q. Delgado, A. C. Azevedo. Influence of the contact area in the adherence of mortar–Ceramic tiles interface. Constr. Build. Mater. **243**, 118274 (2020). https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118274

44. Y. Bai, P. A. M. Basheer, D. J. Cleland, A. E. Long. State-of-the-art applications of the pull-off test in civil engineering. Int. J. Struct. Eng. **1**(1), 93-103 (2009). https://doi.org/10.1504/IJStructE.2009.030028

45. A. C. Lopes, I. Flores-Colen, L. Silva. Variability of the pull-off technique for adhesion strength evaluation on ceramic tile claddings. J. Adhes. **91**(10-11), 768-791 (2015). https://doi.org/10.1080/00218464.2014.999366

46. N. M. M. Ramos, M. L. Simões, J. M. P. Q. Delgado, V. P. de Freitas. Reliability of the pull-off test for in situ evaluation of adhesion strength. Constr. Build. Mater. **31**, 86-93 (2012). https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.12.097

47. T. Lourenço, L. Matias, P. Faria. Anomalies detection in adhesive wall tiling systems by infrared thermography. Constr. Build. Mater. **148**, 419-428 (2017). https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.05.052

48. J. Souza, A. Silva, J. de Brito, E. Bauer. Application of a graphical method to predict the service life of adhesive ceramic external wall claddings in the city of Brasília, Brazil. J. Build. Eng. **19**, 1-13 (2018). https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.04.013

49. J. H. Lee, B. S. Kim, K. H. Oh, B. Jiang, X. He, B. I. Kim, B. S. K. Oh, S. Adhesion Strength Change Analysis Based on the Application Surface Area Ratio of Spot-Bonded Tiles on Vertical Walls of High Humidity Facilities. Appl. Sci. **11**(12), 5357 (2021). https://doi.org/10.3390/app11125357

50. P. Liška, B. Nečasová, J. Šlanhof. Influence of technological procedures on mechanical properties of bonded joint. J. Adhes. Sci. **6**(1), 1-20 (2018). https://doi.org/10.1186/s40563-018-0114-3

51. M. Niziurska. Znaczenie właściwości płytek ceramicznych w zapewnieniu trwałości okładzin mocowanych zaprawami cementowymi. Prace ICiMB **14**, 17-26 (2013).

52. K. Nosal, M. Niziurska, M. Wieczorek. Wpływ zanieczyszczeń zawartych w wodzie przeznaczonej do sezonowania zapraw klejowych do płytek na ich przyczepność. Prace ICiMB **23**, 61-70 (2015).

53. European Committee for Standardization (CEN). EN 1348:2007. Adhesives for tiles – Determination of tensile adhesion strength for cementitious adhesives. Brussels, Belgium, (2007).

54. R. Ghavidel, R. Madandoust, M. M. Ranjbar. Reliability of pull-off test for steel fiber reinforced self-compacting concrete. Measurement **73**, 628-639 (2015). https://doi.org/10.1016/j.measurement.2015.06.013

55. K. Krawiec, K. Czernecka, K. Ryzyko odmiennej interpretacji zapisów norm w odniesieniu do badania przyczepności powłok metodą odrywania-analiza braku konsekwencji odnośnie stosowania grubości podłoża stalowego. Ochrona przed Korozją **60**(9), 306-313 (2017). https://doi.org/10.15199/40.2017.9.3

56. J. Sickfeld. Pull-off test, an internationally standardized method for adhesion testing-assessment of the relevance of test results. In: Adhesion Aspects of Polymeric Coatings 543-567 (1983). Springer, Boston, MA.

57. W. G. Miller. The role of proficiency testing in achieving standardization and harmonization between laboratories. Clinic. Biochem. **42**(4-5), 232-235 (2009). https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2008.09.004

58. F. de Medeiros Albano, C. S. ten Caten. Proficiency tests for laboratories: a systematic review. Accreditation Qual. Assur. **19**(4), 245-257 (2014). https://doi.org/10.1007/s00769-014-1061-8

59. C. Stancu. The 10th edition of interlaboratory tests for adhesives for ceramic tiles – an anniversary edition. In: Proc. 7thInt. Proficiency Test. Conf. Oradea, Romania, 10-13.09.2019; p. 99. (2019).

60. C. Stancu, J. Michalak. Interlaboratory comparison as a source of information for the product evaluation process. Case Study of Ceramic Tiles Adhesives. Materials **15**(1), 253 (2022). https://doi.org/10.3390/ma15010253

61. C. Stancu. The importance of laboratories' participation in interlaboratory comparison. Case study: Interlaboratory tests on adhesives for ceramic tiles. Rom. J. Mater. **52**, 3-7 (2022).

62. European Committee for Standardization (CEN). EN ISO/IEC 17043:2010 Conformity assessment – General requirements for proficiency testing. Brussels, Belgium, (2010).

63. E. Szewczak. Does Standardisation Ensure a Reliable Assessment of the Performance of Construction Products? Standards **2**(3), 260-275 (2022). https://doi.org/10.3390/standards2030019

64. E. Szewczak, A. Bondarzewski. Is the assessment of interlaboratory comparison results for a small number of tests and limited number of participants reliable and rational? Accreditation Qual. Assur. **21**(2), 91-100 (2016). https://doi.org/10.1007/s00769-016-1195-y

65. E. Szewczak, A. Piekarczuk. Performance evaluation of the construction products as a research challenge. Small error–big difference in as-

sessment? Bull. Polish Acad. Sci. Techn. Sci. **64**(4) 675-686 (2016). https://doi.org/10.1515/bpasts-2016-0077

66. M. Kotyczka-Moranska, M. Mastalerz, A. Plis, M. Sciazko. Inter-laboratory proficiency testing of the measurement of gypsum parameters with small numbers of participants. Accreditation Qual. Assur. **25**(5), 373-381 (2020). https://doi.org/10.1007/s00769-020-01451-7

67. H. Källgren, M. Lauwaars, B. Magnusson, L. Pendrill, P. Taylor. Role of measurement uncertainty in conformity assessment in legal metrology and trade. Accreditation Qual. Assur. **8**(12), 541-547 (2003). https://doi.org/10.1007/s00769-003-0707-8

68. A. B. Forbes. Measurement uncertainty and optimized conformance assessment. Measurement **39**(9), 808-814 (2006). https://doi.org/10.1016/j.measurement.2006.04.007

69. W. Hinrichs. The impact of measurement uncertainty on the producer's and user's risks, on classification and conformity assessment: an example based on tests on some construction products. Accreditation Qual. Assur. **15**(5), 289-296 (2010). https://doi.org/10.1007/s00769-009-0619-3

70. E. Desimoni, B. Brunetti. Uncertainty of measurement and conformity assessment: a review. Anal. Bioanal. Chem. **400**(6), 1729-1741 (2011). https://doi.org/10.1007/s00216-011-4776-y

71. L. R. Pendrill. Using measurement uncertainty in decision-making and conformity assessment. Metrologia **51**(4), S206 (2014). https://doi.org/10.1088/0026-1394/51/4/S206

72. E. C. de Oliveira. Use of Measurement Uncertainty in Compliance Assessment with Regulatory Limits. Braz. J. Anal. Chem. **7**, 1-2 (2020). https://doi.org/10.30744/brjac.2179-3425.editorial.ecoliveira.N28

73. L. Separovic, R. S. Simabukuro, A. R. Couto, M. L. G. Bertanha, F. R. Dias, A. Y. Sano, A. M. Caffaro, F. R. Lourenço. Measurement uncertainty and conformity assessment applied to drug and medicine analyses – a review. Crit. Rev. Anal. Chem. 1-16 (2021). https://doi.org/10.1080/10408347.2021.1940086

74. A. C. H. de Matos, E. C. de Oliveira. Risk assessment and optimisation of sulfur in marketing fuels. Fuel **313**, 122705 (2022). https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.122705

75. L. P. Brandão, V. F. Silva, M. Bassi, E. C. de Oliveira. Risk assessment in monitoring of water analysis of a Brazilian river. Molecules **27**(11), 3628 (2022). https://doi.org/10.3390/molecules27113628

76. F. de Medeiros Albano, C. S. ten Caten. Analysis of the relationships between proficiency testing, validation of methods and estimation of measurement uncertainty: a qualitative study with experts. Accreditation Qual. Assur. **21**(2), 161-166 (2016). https://doi.org/10.1007/s00769-016-1194-z

77. P. N. Msibi, R. Mogale, M. de Waal, N. Ngcobo. Using e-Delphi to formulate and appraise the guidelines for women's health concerns at a coal mine: A case study. Curationis **41(**1), 1-6 (2018). https://doi.org/10.4102/curationis.v41i1.1934

78. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U.2022.88).

79. Regulation (EU) No. 1025/2012 of the European Parliament and of the Council. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R1025&from=Es (accessed: 11.10.2022).

80. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie sposobu współdziałania Polskiego Komitetu Normalizacyjnego z organami administracji rządowej (Dz.U.2002.2040).

81. Porozumienie z dnia 9 listopada 2016 roku pomiędzy PCA a GUNB w sprawie wykonywania zadań określonych przepisami ustawy z dnia 13 kwietnia 2016 r. o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku (Dz. U. poz. 542 z późn. zm.) oraz ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2016 r. poz. 1570) w zakresie dotyczącym stosowania akredytacji dla celów oceny zgodności wyrobów budowlanych i nadzoru nad rynkiem wyrobów budowlanych. https://www.pca.gov.pl/o-pca/informacje-o-pca/porozumienia/porozumienie-pomiedzy-pca-i-gunb,26,0.html (dostęp 16.10.2022).

82. European Committee for Standardization (CEN). EN ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. Brussels, Belgium, (2017).

83. R. Zhou, Y. Qin, A. Padoan, L. Sciacovelli, A. Aita, Q. Wang, M. Plebani. Different approaches for estimating measurement uncertainty: An effective tool for improving interpretation of results. Clin. Chim. Acta **503**, 223-227 (2020). https://doi.org/10.1016/j.cca.2019.11.011

84. N. Labonnote, I. Depina, M. Veulemans, Development of a risk assessment methodology for market surveillance of building products. 5th Annual International Conference on Architecture and Civil Engineering (ACE 2017), Singapore, (2017). https://doi.org/10.5176/2301-394X_ACE17.85 (accessed: 22.10.2022).

85. N. Chiganova. Correlation characteristics assessment of construction products reliability parameters. E3S Web Conf. **263**, 02011 (2021). https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126302011

86. A. Moncaster, D. Hinds, H. Cruickshank, P. M. Guthrie, N. Crishna, K. Baker, K. Beckmann, P. W. Jowitt. Knowledge exchange between academia and industry. Proc. Inst. Civil Eng. Eng. Sustain. **163**(3), 167-174 (2010). https://doi.org/10.1680/ensu.2010.163.3.167

87. M. Eliantonio, C. Cauffman. The legitimacy of standardisation as a regulatory technique in the EU – A cross-disciplinary and multi-level analysis: an introduction. In *The Legitimacy of Standardisation as a Regulatory Technique*; Edward Elgar Publishing: Cheltenham, Great Britain, 2020.

88. G. P. Swann, The economics of standardization. University of Manchester, Manchester, Great Britain, 2000.