

# Budynki ze ścianami z pustaków ceramicznych łączonych klejem murarskim poliuretanowym

Dr inż. Roman Gajownik, mgr inż. Mirosław Rzeszutko, mgr inż. Jan Sieczkowski

## 1. Wprowadzenie

Wykonywanie tradycyjnych ścian murowanych z użyciem zapraw zwykłych, ze spoinami o grubości od 6 mm do 15 mm (tzw. spoiny zwykłe) wymagało dużej pracochłonności zarówno przy przygotowaniu zapraw, jak i wznoszeniu murów. Mury takie z reguły charakteryzowały się małą izolacyjnością cieplną nawet przy zwiększaniu grubości ścian. Potrzeba oszczędności energii, a także problemy z dostępem do wykwalifikowanej siły roboczej, występujące praktycznie we wszystkich krajach rozwiniętych, wymusiły poszukiwania nowych technik wznoszenia murów. Techniki te powinny, oprócz ułatwień przy wznoszeniu murów, umożliwiać również skrócenie czasu wykonywania robót na budowie. Początkowo koncentrowano się na doskonaleniu właściwości zapraw murarskich, wprowadzając zaprawy o parametrach cieplnych zbliżonych do łączonych elementów murowych, co pozwoliło na poprawę izolacyjności cieplnej ścian od 15% do 20%. Rozwój technologii produkcji elementów murowych umożliwił zwiększenie dokładności wymiarowej elementów i wykonywanie ich z dokładnością rzędu jednego milimetra. Zaowocowało to powstaniem techniki murowania przy zastosowaniu zapraw do cienkich spoin o grubościach nie przekraczających 3 milimetrów (zgodnie z normą PN-EN 998-2 [8], przy czym kruszywo stosowane do wytwarzania takich zapraw nie może przekroczyć średnicy 2 mm). Metoda ta z powodzeniem stosowana jest w Polsce już ponad dwadzieścia lat.

Dalsze doskonalenie metod produkcji – w przypadku pustaków ceramicznych przez szlifowanie powierzchni wspornych – pozwoliło na wytwarzanie elementów z odchyłkami wysokości elementów nie przekraczającymi kilku dziesiątych milimetra. Skłoniło to producentów do poszukiwań, w miejsce zapraw do cienkich spoin, nowych rozwiązań „spoiwa” umożliwiającego uzyskiwanie grubości spoin zbliżonych do dokładności wytwarzanych elementów. Pozytywne wyniki otrzymano, stosując jako spoiwo łączące elementy murew klej (piankę) poliuretanowy, gdzie grubości spoin odpowiadają murowaniu „na sucho”.

Spajanie elementów murowych klejem poliuretanowym jest nowym rozwiązaniem, wykraczającym poza zakres norm projektowania. Zastosowanie tego rozwiązania w praktyce wymaga, zgodnie z przepisami, uzyskania krajowej oceny

technicznej – KOT (dawniej aprobaty technicznej – AT), w której powinny być określone zarówno wymagania dotyczące zastosowanych materiałów, jak również zalecenia projektowe i wykonawcze.

Pierwszą aprobatą techniczną, dotyczącą zastosowania pianki poliuretanowej jako zaprawy murarskiej do cienkich spoin Porotherm DRYFIX do wykonywania murów z pustaków Porotherm DRYFIX była AT–15-8223 wydana w 2010 roku i znowelizowana w 2016 r. [1].

Aprobata ta pozwala na wznoszenia murów wykonywanych z:

- ceramicznych, szlifowanych pustaków pionowo drążonych, grupy 2 i 3, o średnich wytrzymałościach na ściskanie co najmniej 10 N/mm<sup>2</sup> (dla grupy 3, co najmniej 7,5 N/mm<sup>2</sup>), kategorii I, o odchyłce wysokości  $\pm 0,3$  mm, o odchyłce od płaskości powierzchni wspornych nie większej niż 0,3 mm oraz odchyłce od równoległości powierzchni wspornych nie większej niż 0,6 mm;
- ceramicznych, szlifowanych pustaków pionowo drążonych, z drążeniami wypełnionymi wełną mineralną, o średniej wytrzymałości na ściskanie co najmniej 7,5 N/mm<sup>2</sup>, kategorii I, o tych samych wartościach odchyłek dla płaskości powierzchni wspornych oraz równoległości powierzchni wspornych, jak wyżej.

Piankę (klej murarski) Porotherm DRYFIX nakłada się, zgodnie z AT, za pomocą pistoletu. Przy wznoszeniu ścian nośnych powinny być układane dwa pasma zaprawy o szerokości nie mniejszej niż 30 mm, w odległości około 50 mm od lica muru. Natomiast w przypadku wykonywania ścian działowych o grubości nie większej niż 115 mm, wzdłuż osi muru układa się jedno pasmo pianki o szerokości nie mniejszej niż 30 mm.

Aprobata [1] podaje wymagane parametry wytrzymałościowe murów wykonywanych przy zastosowaniu pianek poliuretanowych (klejów murarskich) określone na podstawie wyników przeprowadzonych badań, odniesione do zasad projektowania konstrukcji murowych podanych w Eurokodzie 6 [2].

W artykule przedstawiono nową metodę murowania ścian z pustaków ceramicznych pionowo drążonych łączonych klejem murarskim poliuretanowym, wraz z pokazaniem jej zalet i ograniczeń wynikających z dotychczasowych doświadczeń oraz badań wizualnych szeregu zrealizowanych budynków jednorodzinnych [3].

## 2. Właściwości murów klejonych

Właściwości stosowania kleju murarskiego poliuretanowego jako spoiwa do wznoszenia murów z pustaków ceramicznych są przedmiotem szeregu artykułów publikowanych w prasie technicznej [4-6].

Do największych atutów nowych technik wznoszenia murów należą:

- zmniejszenie ilości dostarczanych na budowę materiałów niezbędnych do przygotowania zapraw murarskich,
- wyeliminowanie stosowania wody niezbędnej do „rozrobienia” zaprawy, czyli ograniczenie tzw. robót mokrych,
- ograniczenie ilości materiałów transportowanych na budowie (pojemniki z pianką zamiast materiałów do przygotowania zapraw murarskich),
- ograniczenie czasu przygotowania i układania zapraw, a tym samym zwiększenie tempa robót murarskich.

Kleje murarskie poliuretanowe są dostarczane na plac budowy razem z pustakami. Pakowane są w poręcznych pojemnikach ciśnieniowych, z reguły o pojemności 750 mililitrów. Nie wymagają one żadnego wstępnego przygotowania do nałożenia na wymurowaną warstwę pustaków. Są niezwykle wydajne. Jeden pojemnik kleju murarskiego poliuretanowego pozwala na wymurowanie 5 m<sup>2</sup> ściany nośnej lub 10 m<sup>2</sup> ściany działowej, w czasie dwukrotnie krótszym niż w przypadku zastosowania tradycyjnej zaprawy murarskiej [6].

Czas zachowania zdolności klejów murarskich poliuretanowych do klejenia po ich nałożeniu na pustaki nie przekracza 5 minut. Korygowanie położenia pustaków po ich ustawieniu jest możliwe w czasie pierwszych 30 sekund od chwili ułożenia ich w murze. Podane charakterystyki świadczą o bardzo szybkim uzyskiwaniu przez wznoszone mury końcowych cech wytrzymałościowych. Pozwala to na wznoszenie kolejnych kondygnacji murów już po 24 godzinach. W przypadku zastosowania tradycyjnych zapraw czas pełnego wiązania wynosi 28 dni.

## 3. Zasady spajania murów klejami murarskimi poliuretanowymi

Podstawowym warunkiem wznoszenia murów w tej technice murowania jest stosowanie elementów murowych o dużej dokładności wykonania na wysokości – nie przekraczającej  $\pm 0,3$  mm. Taką dokładność wymiarów można uzyskać w procesie produkcji jedynie przez szlifowania powierzchni wspornych, co jest już wykonywane przy produkcji elementów murowych ceramicznych. W tej technice murowania mogą być również wznoszone mury z bloczków z betonu komórkowego, gdzie na budowie wyrównywane są kolejne warstwy muru. Istotny wpływ na jakość murów wznoszonych w technice klejenia ma pierwsza warstwa zaprawy, wykonywana z reguły z zaprawy zwykłej, która powinna umożliwiać idealnie poziome ułożenie pierwszej warstwy elementów murowych (zaprawa wyrównująca).



**Rys. 1.** Stosowanie elementów uzupełniających wynikające z braku rozwiązań modułowych

Pierwsza warstwa elementów murowych powinna być, na każdej kondygnacji budynku, wykonywana w sposób bardzo staranny.

W przypadku wmurowywania elementów dociętych, w których dokładność cięcia z reguły przekracza 0,3 mm, stosowanie kleju w spoinie pionowej nie gwarantuje uzyskania prawidłowego połączenia elementów – powinny być one łączone na zaprawę zwykłą lub inną masą pęczniącą. Ewentualne nieprawidłowości połączenia likwidowane są najczęściej przez stosowanie ścian zewnętrznych dwuwarstwowych, ocieplanych od zewnątrz.

Murowanie z zastosowaniem kleju murarskiego poliuretanowego, pomimo że znane jest już ponad 10 lat, nadal jest traktowane jako nowa technika murowania i jak każda nowość powoli zyskuje zwolenników. W tym początkowym okresie technika ta jest najczęściej stosowana do wznoszenia budynków jednorodzinnych, a budynki podlegają szczególnej obserwacji zarówno przez użytkowników, jak i potencjalnych inwestorów oraz wykonawców.

Konstrukcje murowe przewidziane do wznoszenia w technologii klejenia elementów murowych powinny być, w celu pełnego wykorzystania zalet tej technologii, projektowane przy przyjęciu ustalonych modułów projektowych, zarówno w płaszczyznach poziomych, jak i pionowych. Stosowanie określonych modułów pozwala na unikanie konieczności „prycinania” elementów murowych, a zatem łączenia elementów o różnych odchyłkach wymiarowych (rys. 1). W przypadkach wymagających stosowania uzupełniających elementów murowych elementy te powinny mieć tolerancje wymiarowe umożliwiające wykonywanie połączeń klejowych. Przyjęte moduły projektowe powinny ściśle odpowiadać wymiarom modułowym elementów murowych określonych dla połączeń klejowych, gdyż w przeciwnym przypadku elementy te muszą być docinane na budowie. Podobnie jak w przypadku budownictwa uprzemysłowionego wskazane jest, aby budynki wykonywane były przez wyspecjalizowane ekipy działające we współpracy z określonymi



Rys. 2. Przykładowa elewacja budynku

producentami elementów murowych, stosujące wytyczne producentów dotyczące zasad murowania i montażu wytwarzanych przez nich elementów.

Największe korzyści z tej nowej techniki wznoszenia murów można uzyskać w przypadku realizacji budynków powtarzalnych, zaprojektowanych „pod tę technikę murowania”, tzn.:

- z „prostą” bryłą budynku (bez zbędnych załamów),
- z wymiarami budynków i pomieszczeń (zarówno długość i szerokość, jak i wysokość) uwzględniającymi wymiary elementów murowych, co pozwala na unikanie przycinania elementów,
- przy obciążeniach pionowych ścian bliskich osiowym (ściskane bez zginania),
- z małą liczbą różnych elementów i wyrobów (np. taka sama wielkość okien i drzwi),
- z prefabrykowanymi stropami i klatkami schodowymi – ograniczenie deskowań i robót mokrych.

#### 4. Przykładowe osiedle domów jednorodzinnych wzniesionych w technologii klejenia murów

W okolicach Warszawy realizowane są osiedla mieszkaniowe wznoszone w technologii klejenia murów [3]. Budynki zazwyczaj są dwukondygnacyjne, niepodpiwniczone, ze strychem nieużytkowym i z dachami dwuspadowymi o konstrukcji drewnianej. Przykładową elewację frontową budynku w trakcie jego realizacji pokazano na rysunku 2.

Ściany fundamentowe murowane są z bloczków betonowych klasy B15 na zaprawie cementowej:

- zewnętrzne grubości 25 cm + 8 cm styropianu EPS 100 z obustronną izolacją pionową,
  - wewnętrzne grubości 20 cm z obustronną izolacją pionową, izolację przeciwwilgociową poziomą stanowią:
  - 1× folia z tworzyw sztucznych na bazie kauczuku – na wierzchu ław i ścian fundamentowych,
  - 3× folia z tworzyw sztucznych – w posadzkach parteru.
- Ściany zewnętrzne parteru i piętra wykonane są jako:



Rys. 3. Ściany parteru z kształtkami wieńcowymi

dwuwarstwowe grubości 34 cm, murowane z pustaków ceramicznych poryzowanych grubości 18,8 cm, łączonych klejem murarskim poliuretanowym, ocieplone od zewnątrz warstwą styropianu grubości 15 cm, wykończone od wewnątrz tynkiem gipsowym grubości 1,5 cm, a od zewnątrz tynkiem cienkowarstwowym silikonowym; współczynnik przewodności cieplnej takiej ściany wynosi  $U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . Ściany wewnętrzne konstrukcyjne grubości 18,8 cm (pomędzy segmentami  $2 \times 18,8 \text{ cm}$ , rozdzielone warstwą styropianu grubości 2 cm), murowane są z pustaków ceramicznych i wykończone tynkiem gipsowym  $2 \times 1,5 \text{ cm}$ .

Ścianki działowe – z pustaków ceramicznych grubości 8 cm, wykończone tynkiem gipsowym  $2 \times 1,5 \text{ cm}$ .

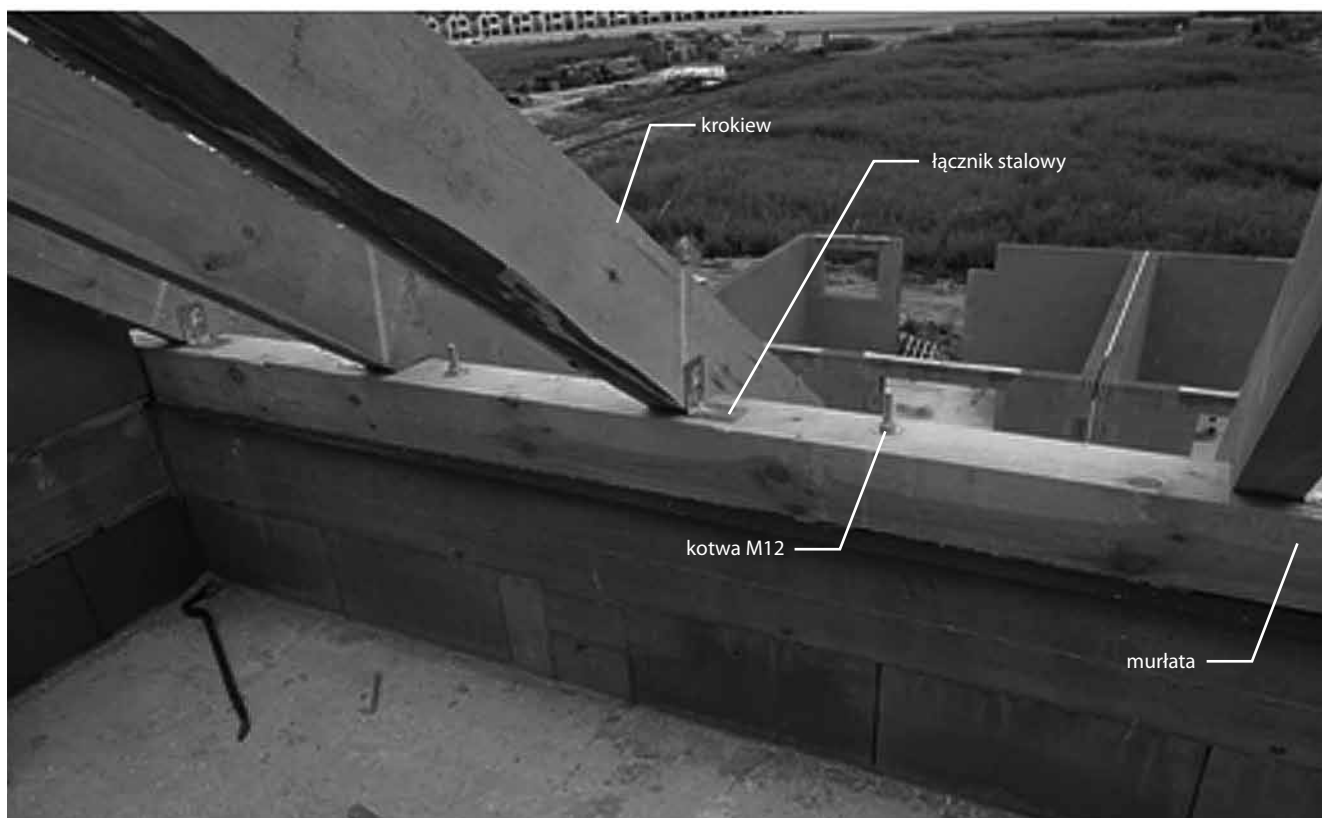
Nadproża nad otworami okiennymi i drzwiowymi – żelbetowe, systemowe.

Stropy – z płyt sprężonych kanałowych.

Schody wewnętrzne – żelbetowe.

Więźba dachowa – drewniana, krokwiowa, na murlatach drewnianych mocowanych za pomocą kotew M12 co max. 75 cm do wieńców żelbetonowych układanych na ścianach poprzecznych. Pokrycie dachu dachówką ceramiczną na łątach i kontrłątach drewnianych.





**Rys. 4.** Połączenie konstrukcji drewnianej dachu ze ścianami budynku

Podstawowym warunkiem rozpoczęcia robót murarskich jest wykonanie części piwnicznej budynku z dokładnością umożliwiającą ułożenie pierwszej warstwy elementów ściennych na zaprawie wyrównawczej o grubości nie mniejszej niż 10 mm i nie większej niż 40 mm (warstwa ta poziomowana jest do najwyższego położonego punktu). Uzyskanie jednolitego poziomu wznoszenia wszystkich ścian budynku i ułożenie pierwszej warstwy elementów murowych na jednym poziomie, ma decydujące znaczenie dla stworzenia możliwości wznoszenia kolejnych warstw muru z dokładnością wymaganą dla połączeń klejowych.

Dla zapewnienia jednolitego poziomu ułożenia zaprawy wyrównawczej niezbędne jest stosowanie specjalistycznego sprzętu, tj. zestawów niwelacyjnych z niwelatorem laserowym oraz zestawów do układania wymaganej grubości i szerokości zaprawy w każdym miejscu pod ścianami zewnętrznymi budynku. Ze względu na wymaganą precyzję robót wskazane jest, aby były one wykonywane przez wyspecjalizowane ekipy wyposażone w niezbędne narzędzia.

Warunkiem koniecznym prawidłowego ułożenia kolejnych warstw murów jest uzyskanie poziomych płaszczyzn poprzednich warstw elementów murowych wszystkich ścian zewnętrznych.

Mury z reguły wznoszone są z elementów murowych z profilowanymi płaszczyznami bocznymi, co pozwala na wykonywanie ścian z niewypełnionymi spoinami pionowymi.



**Rys. 5.** Ściana działowa wykonana na zaprawie zwykłej

W przypadku wmurowywania elementów przyciętych wymagane jest ich łączenia z elementami sąsiednimi za pomocą klejenia w spoinie pionowej. Mimo dużej dokładności przycinania elementów powstająca szczelina może mieć nieco większą szerokość. Szczeliny te należy wypełniać zaprawą tradycyjną lub klejem murarskim poliuretanowym. Przykłady z realizacji budynków w technologii klejenia pokazano na rysunkach 3–5.

## 5. Podsumowanie

Właściwości użytkowe klejów murarskich poliuretanowych różnią się znacznie od właściwości zapraw murarskich, dlatego też projektowanie i wykonywanie murów przy użyciu takich klejów nie podlega zasadom Eurokodu 6 [2]. Stąd też wprowadzenie do praktyki klejów murarskich poliuretanowych wymagało, analogicznie jak w przypadku innych nowych materiałów, przeprowadzenia szerokich badań właściwości użytkowych murów z ich zastosowaniem, uzyskania właściwych krajowych ocen technicznych – KOT (dawniej aprobat technicznych), wydawanych przez upoważnione jednostki. W ocenach tych poza właściwościami użytkowymi klejów murarskich poliuretanowych są podane zasady projektowania i wykonywania murów z ich zastosowaniem, z odwołaniem do [2].

Wznoszenie murów klejonych ma wiele zalet, do których w pierwszej kolejności należy zaliczyć:

- ograniczenie robót mokrych, a tym samym możliwość stosowania w temperaturze do  $-5^{\circ}\text{C}$ ,
- brak potrzeby przygotowania zapraw na terenie budowy (transport zewnętrzny i wewnętrzny materiałów do zapraw, miejsca składowania materiałów, czas przygotowania zapraw),
- tempo wznoszenia ścian jest zbliżone do montażu budynków z elementów płytowych wielkowymiarowych, ale

bez potrzeby stosowania przy montażu ciężkiego sprzętu, • możliwość obciążania ścian już po 24 h.

Dużym przyspieszeniem robót na budowie może być stosowanie prefabrykowanych stropów i innych elementów budynków, np. klatek schodowych.

Stosowanie kleju murarskiego poliuretanowego jest innowacyjnym i korzystnym rozwiązaniem budynków ze ścianami z elementów murowych.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Aprobata Techniczna ITB nr AT-15-8223/2016: Poliuretanowa zaprawa murarska do cienkich spoin Porotherm DRYFIX do wykonywania murów z pustaków Porotherm DRYFIX
- [2] PN-EN 1996 Eurokod 6. Projektowanie konstrukcji murowych
- [3] Bartkiewicz P., Rynek wykonawstwa domów jednorodzinnych będzie się profesjonalizował, Ceramika Budowlana 3–4/2018
- [4] Gajownik R., Sieczkowski J., Zaprawy murarskie. Nowe rozwiązania, XXXIV Konferencja Naukowo-Techniczna Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji, Szczyrk 2019, tom I, str. 193–226
- [5] Gajownik R., Sieczkowski J., Nowy sposób murowania – klejenie elementów murowych, Materiały Budowlane 4/2019
- [6] Rzeszutko M., Porotherm DRYFIX – system murowania na zaprawę w pianie, Ceramika Budowlana 1/2010
- [7] Gajownik R., Sieczkowski J., Wytrzymałość muru na cienkie spoiny i muru scalonego poliuretanowym klejem murarskim, Przegląd Budowlany 7–8/2019
- [8] PN-EN 998-2 Wymagania dotyczące zapraw do murów. Część 2: Zaprawa murarska

# XVI KONFERENCJA NAUKOWO-TECHNICZNA WARSZTAT PRACY RZECZOZNAWCY BUDOWLANEGO

Kielce – Cezdyna 26-28 październik 2020 r.

### ORGANIZATORZY

- PZITB Oddział Kielce,
- Politechnika Świętokrzyska Wydział Budownictwa i Architektury

### KOMITET NAUKOWO-PROGRAMOWY

**Przewodniczący** Prof. dr hab. inż. Leonard RUNKIEWICZ

**Sekretarz** Dr hab. inż. Barbara GOSZCZYŃSKA, prof. PŚK

### TEMATYKA WARSZTATÓW

1. Zagadnienia formalnoprawne w działalności Rzeczoznawcy i Specjalisty Budowlanego.
2. Systemy monitoringu i nieniszczące metody badawcze stosowane w ocenie stanu technicznego obiektów budowlanych z analizą wyników i przykładami zastosowań.
3. Oceny stanów technicznych i trwałości konstrukcji z uwzględnieniem wpływu środowiska i innych oddziaływań zewnętrznych.
4. Zagadnienia obejmujące stosowanie nowoczesnych materiałów i technologii budowlanych.
5. Metody oceny właściwości cieplnych obiektów budowlanych.
6. Ocena bezpieczeństwa obiektów po pożarze.

### TERMINY ORGANIZACYJNE\*

**15.09.2020** – Zgłoszenie uczestnictwa drogą elektroniczną: [www.rzeczoznawstwo2020.tu.kielce.pl](http://www.rzeczoznawstwo2020.tu.kielce.pl)

**15.09.2020** – Zamieszczenie na stronie internetowej szczegółowego programu Konferencji oraz przesłanie programu do osób przyjętych na Konferencję

**15.09.2020** – Zgłoszenie promocji – drogą elektroniczną

**22.10.2020** – Przesłanie do Komitetu Organizacyjnego prezentacji przygotowanych w formacie PowerPoint (\*.ppt lub \*.pptx)

### ADRES KOMITETU ORGANIZACYJNEGO

Politechnika Świętokrzyska, Wydział Budownictwa i Architektury „Rzeczoznawstwo 2020”

25-314 Kielce, al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7

tel. +48 41 34 24 808, fax +48 41 34 43 784

e-mail: [rzeczoznawstwo2020@tu.kielce.pl](mailto:rzeczoznawstwo2020@tu.kielce.pl)

[www.rzeczoznawstwo2020.tu.kielce.pl](http://www.rzeczoznawstwo2020.tu.kielce.pl)

\* Po przesunięciu terminu Konferencji na październik

\*\* Uczestnicy Konferencji otrzymają zaświadczenie o odbyciu szkolenia zawodowego, wydane przez organizatorów.