

# Wybrane zagadnienia stosowania metalowych okładzin perforowanych w renowacji obiektów

Dr inż. Paweł Żwirek, Politechnika Krakowska

## 1. Wprowadzenie

Coraz mniejsza dostępność atrakcyjnych terenów inwestycyjnych w miastach sprawia, że wzrasta zainteresowanie inwestorów istniejącymi obiektami. Obiekty te niejednokrotnie odbiegają od współczesnych standardów m.in. pod względem estetycznym, funkcjonalnym i technicznym – jak choćby w zakresie wymagań dotyczących izolacyjności cieplnej przegród budowlanych. Jeśli zostaje podjęta decyzja o renowacji obiektu, jednym z ważniejszych zagadnień, zarówno pod względem technicznym, jak i ekonomicznym jest opracowanie projektu nowej elewacji. Ze względów estetycznych często spotykanym rozwiązaniem jest stosowanie elewacji wentylowanych. Niewielka nośność podłoża warunkująca nośność kotew lub ograniczenia w zakresie możliwości zwiększenia wartości obciążeń grawitacyjnych przekazywanych na istniejące elementy konstrukcyjne mogą powodować, że okładziny perforowane ze względu na swój niewielki ciężar mogą być w takich sytuacjach z powodzeniem stosowane. W pracy opisano wybrane zagadnienia związane ze stosowaniem elewacji wentylowanych z okładzinami perforowanymi w renowacji istniejących obiektów.

## 2. Czynniki ograniczające ciężar okładziny elewacyjnej

Typowa elewacja wentylowana składa się z elementów okładzinowych, konstrukcji wsporczej kotwionej do ściany i termoizolacji (rys. 1a). Pomiędzy elementami okładzinowymi a termoizolacją pozostawia się przestrzeń zapewniającą wentylację. Okładziny elewacji wentylowanych mogą być wykonywane z różnych materiałów, np.:

- metalu, a w szczególności: aluminium, stali (w tym m.in. nierdzewnej, ocynkowanej, typu cor-ten) miedzi, brązu,
- materiałów kompozytowych złożonych z zewnętrznych okładzin metalowych, przeważnie aluminiowych oraz rdzenia polietylenowego lub mineralnego (np. Alucobond [8], Reynobond [7]),
- płyt włóknisto-cementowych (np. Equitone [9]),
- laminatów wysokociśnieniowych HPL (np. Fundermax [14]),
- prasowanych płyt z wełny skalnej z termoutwardzalnym lepiszczem bitumicznym (np. Rockpanel [11]).

- tworzyw sztucznych wzmocnianych włóknem szklanym, znanych również jako GRP (*glass-reinforced plastic*),
- prefabrykatów betonowych,
- płyt kamiennych.

Wartości mas popularnych materiałów stosowanych do produkcji elewacji wentylowanych – dla powszechnie stosowanych w elewacjach wentylowanych grubości zestawiono w tabeli 1.

Wszelkie analizy techniczno-ekonomiczne dotyczące możliwości do zastosowania okładzin elewacyjnych obiektu poddawane renowacji należy rozpoczynać od określenia maksymalnego ciężaru elewacji. Ograniczenia w zakresie ciężaru nowych elementów okładzinowych mogą być wynikiem globalnych analiz w zakresie możliwości dociążenia fundamentów istniejącego obiektu lub poszczególnych elementów konstrukcyjnych – a nie jedynie istniejących ścian, do których nowa elewacja ma być bezpośrednio mocowana. Należy pamiętać, że kompleksowa renowacja obiektów wiąże się niejednokrotnie również z koniecznością wykonania szeregu nowych instalacji i montażem wielu nowych urządzeń, których ciężar przeważnie nie był uwzględniany na etapie wykonywania pierwotnego projektu konstrukcji obiektu. Niejednokrotnie zmienia się również sposób użytkowania obiektu, co może się wiązać ze zwiększeniem obciążeń użytkowych i w ten sposób wykorzystywać pewne rezerwy nośności, które mogły występować w modyfikowanym obiekcie. Jeśli w wyniku wspomnianych analiz zostanie podjęta decyzja o możliwości dociążenia istniejących ścian zewnętrznych – kolejnym,

**Tabela 1.** Zestawienie masy materiałów stosowanych do wykonywania elementów okładzinowych elewacji wentylowanych

Materiał	Masa [kg/m <sup>2</sup> ]
Błacha aluminiowa (grubość 2,0-3,0 mm)	5,4-8,1
Błacha stalowa (grubość 1,0-2,0 mm)	7,8-15,7
Materiały kompozytowe (grubość 4 mm)	7,6
Płyty włóknisto-cementowe (grubość 8-10 mm)	14,4-18,0
Laminaty wysokociśnieniowe HPL (grubość 8-10 mm)	11,8-14,5
Prasowane płyty z wełny skalnej z termoutwardzalnym lepiszczem bitumicznym (grubość 8 mm)	9,6
Płyty betonowe (grubość 20 mm)	48,0
Płyty kamienne (piaskowiec, grubość 30-40 mm)	63,0-108,0

**Tabela 2.** Wyniki próby wyrywania kotwy tworzywowej z podłoża silikatowego

Nr próby	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Wynik [kN]	4,90	9,73	4,77	10,09	10,31	5,35	4,44	8,39	4,88	5,35	9,30	9,86	6,24	5,36	5,86
Pięć najniższych wyników	4,90		4,77				4,44		4,88	5,35					
Suma	24,34 kN														
Średnia $N_1$	4,87 kN														
$F_{Rk1} = 0,5 \times N_1$	2,43 kN														
$\gamma_{Mm}$	2,5														
$F_{Rd1}$	0,97 kN														

niezwykle istotnym etapem jest sprawdzenie nośności istniejącego podłoża. W wielu przypadkach okazuje się bowiem, że niewielka nośność podłoża warunkuje nośność kotew, a tym samym wprowadza ograniczenia ciężaru elementów okładzinowych. Niewielka nośność podłoża może wynikać z rodzaju zastosowanego materiału (np. beton komórkowy) lub degradacji z upływem czasu eksploatacji materiału, z którego zostały wykonane ściany zewnętrzne obiektu. O ile w przypadku podłoży betonowych ich wytrzymałość jest zazwyczaj wystarczająca do zamontowania nowej elewacji wentylowanej, o tyle w przypadku ścian murowanych, które powszechnie występują w starszych obiektach, można uzyskać niezwykle niskie wartości nośności kotew na wyrywanie z podłoża (tab. 2).

W przypadku ścian murowanych powszechnie stosowane są kotwy tworzywowe do wielopunktowych zamocowań niekonstrukcyjnych. Stosowanie innych typów kotew jest często albo technicznie niemożliwe albo ekonomicznie trudne do zaakceptowania. Dla tego typu łączników zakłada się, że w przypadku nadmiernego poślizgu lub uszkodzenia jednej kotwy, obciążenie może być przeniesione przez sąsiednie kotwy bez istotnego naruszenia wymagań zarówno stanu granicznego nośności, jak i użyteczności. Dla tego typu elementów opracowywane są na bazie wytycznych zawartych w [10] Europejskie Oceny Techniczne (ETA), które określają minimalną liczbę  $n_1$  punktów mocowania elementu oraz minimalną liczbę  $n_2$  kotew przypadającą na punkt mocowania. Ponadto określana jest maksymalna wartość  $n_3$  obliczeniowej siły wyrywającej działającej na pojedynczą kotwę, do wartości której wymagania stanu granicznego nośności i użyteczności są spełnione – nawet w przypadku poślizgu lub awarii pojedynczej kotwy. Przykładowo dla ścian murowanych parametry  $n_1$ ,  $n_2$  i  $n_3$  wynoszą:

$$n_1 \leq 4; n_2 \leq 1 \text{ dla } n_3 \leq 4,5 \text{ kN,}$$

$$n_1 \leq 3; n_2 \leq 1 \text{ dla } n_3 \leq 3,0 \text{ kN.}$$

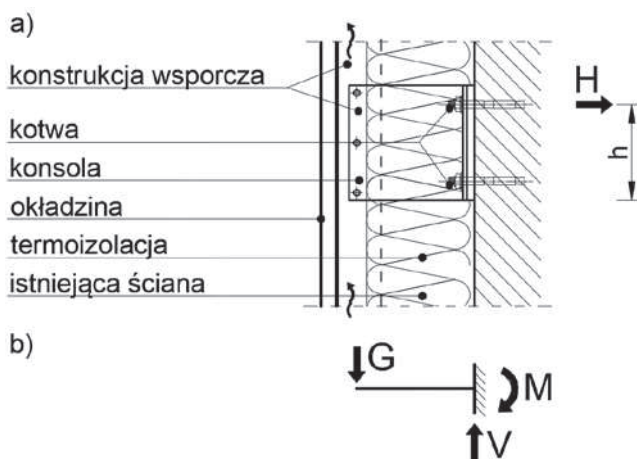
Najbardziej wiarygodne oszacowanie nośności kotew na wyrywanie z istniejącego podłoża można uzyskać przeprowadzając na budowie próby wyrywania. Zgodnie z zapisami [10] wartość charakterystyczną wytrzymałości pojedynczej kotwy  $F_{Rk1}$  wyznacza się ze wzoru:

$$F_{Rk1} = 0,5N_1$$

gdzie:

$N_1$  – wartość średnia pięciu najniższych wyników.

Z kolei wartość obliczeniową  $F_{Rd1}$  wyznacza się ze wzoru:


**Rys. 1.** Typowa elewacja wentylowana: a) przekrój pionowy, b) schemat pracy konsoli

$$F_{Rd1} = F_{Rk1} / \gamma_{Mm}$$

stosując częściowy współczynnik bezpieczeństwa, którego wartość dla ścian murowanych wynosi  $\gamma_{Mm} = 2,5$ . Opisana procedura szacowania nośności kotwy na podstawie prób przeprowadzanych na budowie powoduje, że pomimo stosunkowo dużych wartości nośności dla poszczególnych prób otrzymuje się niezwykle małe wartości obliczeniowe nośności. Przykładowe wyniki z prób wyrywania kotew tworzywowych z pustaków silikatowych obiektu poddawanego renowacji pokazano w tabeli 2. Wartość nośności uzyskana dla pojedynczego łącznika jest niemiernie mała do projektowania i jak widać dla załączonych danych może być wielokrotnie (w omawianym wypadku nawet blisko dziesięciokrotnie) wyższa od wartości obliczeniowych, które powinny być przyjmowane do projektowania.

Konstrukcja wsporcza typowej elewacji wentylowanej składa się z konsol oraz pionowych metalowych kształtowników (rys. 1a). Konsola pracuje jak element wspornikowy utwierdzony w ścianie (rys. 1b). Utwierdzenie zapewniają kotwy. Ciężar elewacji  $G$  generuje reakcje podporowe w postaci momentu  $M$  i siły  $V$ . Wraz ze wzrostem ciężaru elewacji oraz wysięgu wspornika zwiększa się wartość siły poziomej  $H$  działającej na górne kotwy konsol. Siła pozioma  $H$  ulega dodatkowemu powiększeniu, jeśli w kombinacji przypadków obciążenia analizujemy działanie wiatru. Zagadnienia dotyczące projektowania aluminiowych profili konstrukcji wsporczej fasad z okładziną metalową opisano m.in. w pracy [4].

Ograniczenia w ciężarze elewacji ze względu na nośność kotew można próbować ominąć przez zwiększenie liczby konsol lub przez zwiększenie ich wysokości tak, aby w wyniku zwiększenia ramienia  $h$  działania siły  $H$  zmniejszyć jej wartość. Należy jednak pamiętać, że są to zabiegi, które mogą w sposób znaczący obniżać parametry termoizolacyjne modernizowanej przegrody.

Renowacja fasady istniejącego budynku przeważnie wiąże się z koniecznością poprawy izolacyjności cieplnej przegrody. Obowiązująca zgodnie z [17] od 1 stycznia 2017 roku wartość dopuszczalna współczynnika przenikania ciepła dla przegrody ściiennej wynosi  $U = 0,23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  i zostanie obniżona od 1 stycznia 2021 roku do wartości  $U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , a dla budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością już od 1 stycznia 2019 roku. Norma [15] wymaga uwzględniania w obliczeniach izolacyjności cieplnej przegród budowlanych wpływu punktowych mostków termicznych, jakimi są konsole przebijające warstwy termoizolacyjne. Zgodnie z opracowaniami [5, 16] udział ścian w całkowitych stratach ciepła w budynku zawiera się w przedziale 15–25%, a więc jest to wartość znacząca.

Przy liczbie standardowych konsol wynoszącej przeważnie 1–2 szt./ $\text{m}^2$  wartość poprawki  $\Delta U_i$  ze względu na punktowe mostki termiczne osiąga wg [12] wartości:

- dla konsol stalowych nierdzewnych – do  $0,026 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ,
- dla konsol stalowych – do  $0,104 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ,
- dla konsol aluminiowych – do  $0,172 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ,
- dla konsol nierdzewnych z podkładką izolacyjną – do  $0,022 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ,
- dla konsol aluminiowych z podkładką izolacyjną – do  $0,186 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ,

Mogą to być zatem wartości znacząco podwyższające wartości współczynnika przenikania ciepła dla całej przegrody. Stosowanie ciężkich elewacji w przypadku podłoża o niewielkiej nośności wymaga stosowania albo dużej liczby konsol, albo konsol o zwiększonej nośności, która przeważnie odbywa się przez zwiększenie wysokości konsoli. Obydwa rozwiązania powodują, że wzrasta całkowita powierzchnia przekroju poprzecznego konsol na jednostkę powierzchni ściany, a to z kolei zwiększa udział mostków w wartości końcowej współczynnika przenikania ciepła. Spełnienie wymagań izolacyjności cieplnej przegrody można wówczas osiągnąć poprzez zwiększenie grubości termoizolacji. Należy jednak pamiętać, że takie rozwiązanie oprócz zwiększenia kosztów termoizolacji i gabarytów obiektu zwiększa również wysięg konsol, powodując konieczność zwiększenia ich liczby lub przekroju ze względu na ograniczoną nośność kotew na wyrywanie z podłoża.

Omówione ograniczenia związane z nośnością podłoża oraz izolacyjnością cieplną przegrody sprawiają, że rozwiązaniem mogącym skutecznie zmniejszyć ciężar nowej elewacji jest stosowanie elewacji perforowanych. Zależnie od wzoru perforacji stopień perforacji, a więc stosunek łącznej powierzchni otworów do powierzchni obrysu panela, wynosi przeważnie od 15 do 50%. Analizując wartości masy poszczególnych rodzajów materiałów stosowanych do wykonywania elewacji perforowanych (tab. 1), można zauważyć, że szczególnie

niskie ciężary można uzyskać w przypadku silnie perforowanych okładzin aluminiowych, których jednostkowa masa (bez konstrukcji wsporczej) może wynosić zaledwie  $3 \text{ kg}/\text{m}^2$ . W dalszej części pracy zostaną omówione wybrane zagadnienia związane z projektowaniem i wykonywaniem metalowych okładzin w postaci blach perforowanych oraz siatek cięto-ciągniętych.

### 3. Zagadnienia kształtowania wzoru perforacji

Specyfika okładzin perforowanych wymaga uwzględnienia szeregu specyficznych zagadnień, jakie nie występują w innych (nie perforowanych) typach okładzin elewacyjnych, z których najważniejsze to:

- zagadnienia wyznaczania obciążeń oraz obliczeń statyczno-wytrzymałościowych elementów o nieregularnych kształtach,
- dobór wielkości i kształtu perforacji ze względu na funkcjonalność i bezpieczeństwo użytkowania,
- ochrona przed czynnikami środowiskowymi termoizolacji znajdującej się pod okładziną,
- światłoszczelności styków pomiędzy elementami – w przypadku elewacji podświetlanych od strony wewnętrznej,

Na wstępie należy podkreślić, że niezależnie od wymagań estetycznych okładzina perforowana musi niezawodnie przenosić działające na nią obciążenia, czyli głównie obciążenie wiatrem. Obecnie nie funkcjonują w budownictwie normy dotyczące obliczeń statyczno-wytrzymałościowych elementów perforowanych oraz podające procedury wyznaczania obciążenia wiatrem dla tego typu okładzin. Co prawda w normie [13] podawane są wartości dla elementów o określonym stopniu perforacji opisanym za pośrednictwem współczynnika wypełnienia  $\varphi$ , jednak nie uwzględniają one obecności w niewielkiej odległości za elementem perforowanym pełnej przegrody, jaką jest ściana. Trudno zatem oszacować całkowite obciążenie tego typu elementu będące wypadkową obciążenia działającego na zewnętrzną i wewnętrzną powierzchnię okładziny perforowanej, w szczególności nie jest znane ciśnienie, jakie może występować w przestrzeni pomiędzy okładziną a termoizolacją, a które może zależeć od stopnia perforacji. Najbardziej wiarygodnym jak do tej pory źródłem informacji o zachowaniu tego typu elementów perforowanych dostarczają wyniki badań w tunelach aerodynamicznych [3, 6].

Przy projektowaniu wzoru perforacji, w szczególności w miejscach, do których mają bezpośredni dostęp użytkownicy – jak np. dolne obszary elewacji w bezpośrednim sąsiedztwie ciągów komunikacyjnych należy szczególną uwagę zwrócić na kwestie związane z bezpieczeństwem i funkcjonalnością. Zlokalizowane w takich obszarach elementy perforowane muszą być wolne od ostrych krawędzi, a rozmiar pojedynczego otworu perforacji musi być tak dobrany, aby nie stanowił pułapki na palce i dłonie przechodniów. Pozostawienie zbyt dużych i niezabezpieczonych otworów może prowadzić do zanieczyszczenia śmieciami przestrzeni za elewacją oraz uszkodzenia wzoru przez odginanie fragmentów wzoru (wandalizm) – rysunek 2.

Kształt i rozmiar wzoru perforacji powinien być tak dobrany, aby uniemożliwić negatywne oddziaływanie czynników środowiskowych, takich jak śnieg czy też wiatr na termoizolację znajdującą się pod okładziną perforowaną. W przypadku większych wzorów perforacji termoizolację zabezpiecza się dodatkowymi warstwami, które powinny być odporne na działanie promieniowania ultrafioletowego. Należy pamiętać, że wszystkie elementy znajdujące się pod okładziną perforowaną: zarówno termoizolacja, konstrukcja wsporcza oraz elementy złączne powinny mieć odpowiednio dobraną kolorystykę i być wolne od wszelkich znaków firmowych – tak aby łącznie stanowiły jednolite tło dla wzoru perforacji. Projektując wzór perforacji, należy również uwzględnić konieczność zabezpieczenia wnętrza elewacji przed ptakami oraz liśćmi.

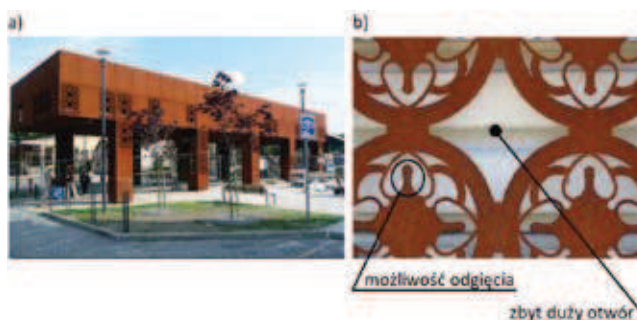
Popularne ze względu na niską cenę, długą żywotność, niezawodność oraz niskie zapotrzebowanie na energię elektryczną oświetlenie LED spowodowało, że projektanci chętnie sięgają po rozwiązania, w których wzór perforacji jest dodatkowo podświetlany od strony wewnętrznej elewacji, dając bardzo atrakcyjne, również nocą, elewacje. Elewacje perforowane stosowane są również do osłaniania dużych połaci szkła na budynkach poddawanych renowacji – zarówno, aby ograniczyć ilość światła słonecznego wpadającego do wnętrza obiektu, jak również stworzyć ciekawy rysunek – dodatkowo uwydatniany po zmroku przez światło wydostające się z wnętrza oświetlonych pomieszczeń przez otwory w okładzinie perforowanej. Zagadnieniem, które wymaga w takich sytuacjach szczególnej analizy na etapie projektowania rozwiązań technicznych, jest zapewnienie szczelności na styku elementów okładzinowych – w przeciwnym wypadku można uzyskać niezamierzony efekt dodatkowego podziału elewacji (rys. 3a).

#### 4. Przykład renowacji elewacji z zastosowaniem elementów perforowanych

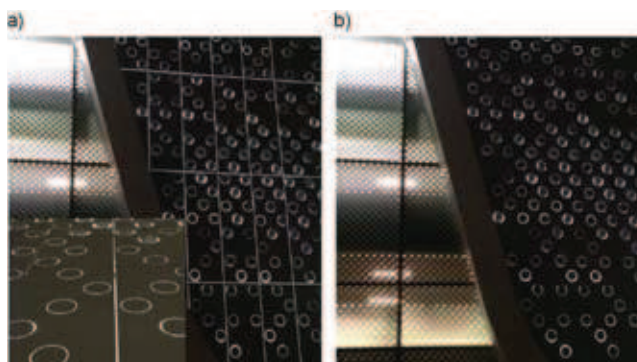
Przedmiotem rewitalizacji była elewacja biurowca „Prozam” (rys. 4), który pierwotnie został zaprojektowany dla Komitetu Wojewódzkiego PZPR w Krakowie. Projekt pochodzi z 1972 roku. Zabudowania zlokalizowane są w zabytkowej części Krakowa, przy ul. Smoleńsk w dzielnicy administracyjnej Stare Miasto w strefie ochrony konserwatora zabytków. Budynek biurowy sąsiaduje bezpośrednio z zabytkową zabudową, w tym z dwoma kamienicami wybudowanymi wg projektów jednego z najważniejszych polskich architektów przełomu XIX i XX wieku Teodora Talowskiego [1].

Biurowiec „Prozam” (rys. 4) jest budynkiem 6-kondygnacyjnym (z nadszybiem windowym) o wysokości całkowitej 25,20 m, szerokości 14,24 m i długości 35,10 m. Główną konstrukcję nośną budynku biurowego stanowią żelbetowe monolityczne słupy, belki i stropy. Ściany zewnętrzne wykonane są z bloczków z betonu komórkowego PGS-07 kl. I.

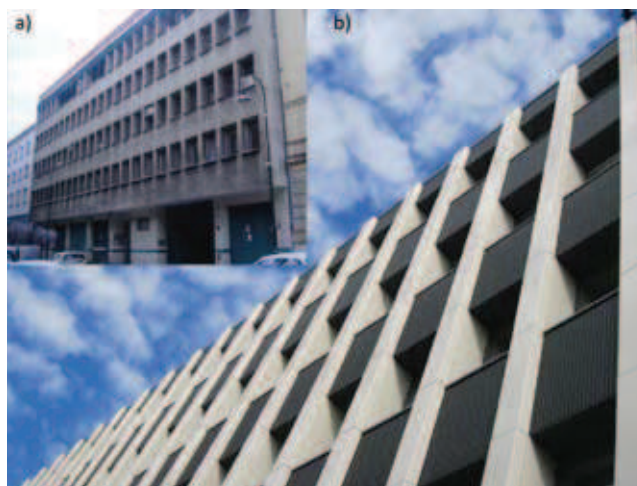
Analiza systemów kotwienia wskazywała na ich niewielką nośność w podłożu z betonu komórkowego, co potwierdziły przeprowadzone na budowie próby wrywania. Niewielka nośność kotew spowodowała, że należało odrzucić możliwość zastosowania ciężkich okładzin kamiennych lub ceramicznych, które w sposób naturalny mogły nawiązywać do elewacji istniejącej



**Rys. 2.** Wiata z perforowaną obudową dostępną dla przechodniów: a) widok ogólny b) wzór perforacji



**Rys. 3.** Perforowana elewacja podświetlana od strony wewnętrznej: a) bez zapewnionej szczelności na styku elementów okładzinowych, b) z zapewnioną szczelnością na styku elementów okładzinowych



**Rys. 4.** Rewitalizacja fasady biurowca z zastosowaniem elementów perforowanych: a) widok przed renowacją, b) widok po renowacji

w sąsiedztwie zabytkowej, a także okładzin szklanych. Ostatecznie podjęto decyzję o zastosowaniu lekkich nieperforowanych paneli aluminiowych w postaci pionowych pilastrów w pasmach międzyokiennej i okładzin perforowanych z siatek cięto-ciągnionych na lekkiej podkonstrukcji aluminiowej, dzięki czemu uzyskano nową elewację o masie nie przekraczającej  $10, \text{kg/m}^2$ . Zagadnienia związane z renowacją zespołu zabudowań, w skład których wchodził omawiany budynek, opisano szerzej w pracy [2].

## 5. Podsumowanie

Podczas opracowywania projektu renowacji elewacji obiektów należy przeanalizować ograniczenia w zakresie ciężaru planowanych do zamontowania elementów. Ograniczenia te mogą być m.in. wynikiem niewielkiej nośności kotew warunkowanej parametrami wytrzymałościowymi istniejących ścian. Stosowanie perforowanych elementów okładzinowych umożliwia uzyskanie niezwykle lekkich elewacji. Rozwój komputerowego wspomaganie projektowania i produkcji (CAD, CAM) oraz możliwości, jakie oferuje oświetlenie LED, sprawiają, że można uzyskać niezwykle interesujące wzory elewacji perforowanych nadające budynkowi jego unikalny charakter. Projektując i wykonując tego typu okładziny, należy zwrócić uwagę na szereg zagadnień, które nie występują w przypadku elementów nieperforowanych, jak np.: światłoszczelność styków, względy bezpieczeństwa i funkcjonalności okładzin, czy też ochrona warstw znajdujących się pod okładziną przed czynnikami atmosferycznymi.

Fotografie – archiwum własne autora

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Beiersdorf Z., Tałowski Teodor M., Charakterystyka twórczości, Sztuka 2 połowy XIX wieku, redaktor T. Frankowska, Warszawa, PWN 1973, str. 199–214
- [2] Fiszer J., Żwirek P., Rewitalizacja zabudowań z lat 70. XX wieku w obrębie Starego Miasta w Krakowie, Civil and Environmental Engineering Reports nr 19 (4) 2015
- [3] Flaga A., Eksperymentalne wspomaganie projektowania przy wpływach środowiskowych na budowlę i ludzi – praca zbiorowa pod redakcją A. Flagi, ALF-GRAF, Lublin, 2011

- [4] Gwóźdź M., Suchodola M., Obliczenia konstrukcji metalowych wg Eurokodu 9, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2015
- [5] Poradnik w zakresie poprawy charakterystyki energetycznej budynków, Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa, Warszawa, 2016
- [6] Uematsu Y., Sakurai H., Miyamoto Y., Gavansky E., Wind force coefficients for designing porous canopy roofs, Journal of Civil Engineering and Architecture, tom 7, nr 9 (Serial No. 70), str. 1047–1055, 2013
- [7] Aprobata Techniczna AT-15-3524/2012 Płyty kompozytowe Reynobond FR i Reynobond PE, ITB, Warszawa, 2012
- [8] Aprobata Techniczna AT-15-4058/2010 Aluminiowe płyty kompozytowe Alucobond A2, Alucobond B2, i Alucobond Plus, ITB, Warszawa, 2010
- [9] Aprobata Techniczna AT-15-9158/2013 Zestaw wyrobów do wykonywania wentylowanych okładzin elewacyjnych Isover-Equitone, ITB, Warszawa, 2013
- [10] ETAG 020 Guideline for European Technical Approval od plastic anchors for multiple use in concrete and masonry for non-structural applications, Edition March 2006
- [11] Europejska Aprobata Techniczna ETA-07/0141 Prefabrykowane płyty z wełny mineralnej z wykończeniem organicznym lub nieorganicznym oraz określonym systemem mocowania, EOTA 2011
- [12] Fasady wentylowane izolowane płytami VENTI MAX i VENTI MAX F Wytyczne projektowe i wymagania. 09.2014. Rockwool Polska Sp. z o.o.
- [13] PN-EN 1991-1-4 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru. PKN, Warszawa, 2008
- [14] PN-EN 438-1 Wysokociśnieniowe laminaty dekoracyjne (HPL) – Płyty z żywic termoutwardzalnych (zwyczajowo nazywane laminatami) Część 1: Wprowadzenie i informacje ogólne. PKN, Warszawa, 2008
- [15] PN-EN ISO 6946 Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła – Metoda obliczania [16] Raport na temat efektywności energetycznej budynków, Krajowa Agencja Poszanowania Energii SA, Warszawa, 2013
- [17] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

Zapraszamy do prenumeraty **PRZEGLĄDU BUDOWLANEGO** na rok 2018  
 roczna 252,00 zł ulgowa 126,00 zł elektroniczna 75,01 zł

Ceny zawierają 5% VAT

Polski Komitet Geotechniki, Oddział Stołeczny Polskiego Komitetu Geotechniki oraz Katedra Geoinżynierii Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie mają zaszczyt zaprosić na

### XVIII Krajową Konferencję Mechaniki Gruntów i Inżynierii Geotechnicznej oraz VII Ogólnopolską Konferencję Młodych Geotechników, która odbędzie się w dniach

4–7 września 2018 roku w Laboratorium Centrum Wodne SGGW przy ul. Ciszewskiego 6 w Warszawie.

Szczegółowe informacje dotyczące konferencji dostępne są na stronie internetowej: <http://kkmgig2018.kg.sggw.pl>

PASYWNY-BUDYNEK  PL  
 branżowy portal internetowy

 (42) 653- 57- 03

 [www.facebook.com/PasywnyBudynekpl](http://www.facebook.com/PasywnyBudynekpl)

 OGRZEWNICTWO PL branżowy portal internetowy

 KLIMATYZACJA PL branżowy portal internetowy

PORADY FACHOWCÓW  
 AKTUALNOŚCI Z BRANŻY  
 INFORMACJE O PRODUKTACH  
 PROMOCJE  
 KATALOG FIRM

Sprawdź nas!

