

Ołeksij KOPYŁOW

## ELEWACJE WENTYLOWANE W OBIEKTACH INFRASTRUKTURY TRANSPORTOWEJ

### Streszczenie

W artykule przedstawiono wymagania stawiane elewacjom wentylowanym. Szczególną uwagę poświęcono elewacjom budynków infrastruktury transportowej. Omówiono problematykę wprowadzenia elewacji do obrotu oraz problemy związane z projektowaniem oraz wykonawstwem elewacji.

### WSTĘP

Wraz ze zwiększeniem inwestycji w infrastrukturę transportową, budynki dworców, portów lotniczych ponownie stają się wizytówkami Polskich miast. Jednym z często wybieranych przez projektantów rozwiązań elewacyjnych takich obiektów są elewacje wentylowane. W ciągu ostatnich lat tego typu rozwiązania elewacji były zastosowane na wielu obiektach infrastruktury transportowej w kraju, między innymi na dworcu autobusowym w Bydgoszczy, dworcach kolejowych w Kutnie, Lesznie, Sopocie, Płocku, na hali lotniska w Rzeszowie, na budynku służb lotniskowych portu lotniczego Gdynia – Kosakowo, etc. Planowane jest zastosowanie elewacji wentylowanej na przebudowywanym dworcu kolejowym w Dębicy. Na fotografiach 1 i 2 przedstawiono budynki dworców wykonanych z zastosowaniem elewacji wentylowanych.



Fot.1. Elewacja budynku dworca kolejowego w Lesznie (źródło: <https://pl.wikipedia.org>, zdjęcie autorstwa Lucaok)



Fot.2. Elewacja budynku dworca kolejowego w Płocku (źródło: <https://pl.wikipedia.org>, zdjęcie autorstwa Lichen99)

Rozpowszechnieniu elewacji wentylowanych na budynkach infrastruktury transportowej sprzyja wiele czynników. Są to:

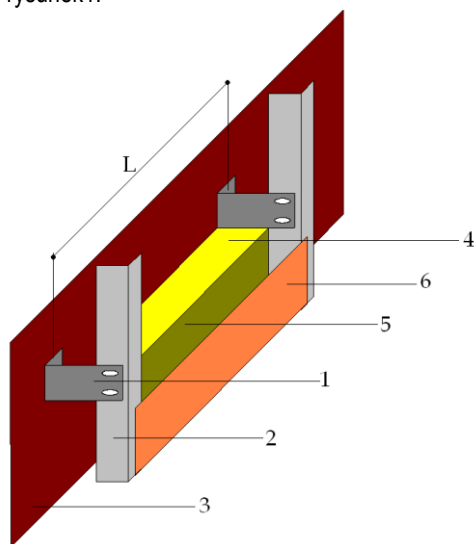
1. Czynniki estetyczne. Bogata oferta okładzin zewnętrznych (okładziny ceramiczne, włóknisto-cementowe, HPL, metalowe, drewniane, kamienne) pozwala na harmonijne dostosowanie bryły budynku praktycznie do każdego środowiska urbanistycznego.
2. Czynniki technologiczne. Elewacje wentylowane można stosować na ścianach nowych oraz na istniejących budynkach. Podłożem dla elewacji wentylowanych może być większość odmian ścian: żelbetowe, ceglane, drewniane i z płyt warstwowych. W odróżnieniu od elewacyjnych systemów BSO (bezsposoinowy system ociepleń) większość systemów elewacji wentylowanej może być montowane praktycznie w każdych warunkach pogodowych, co zmniejsza ryzyko opóźnień. Duży stopień prefabrykacji systemów elewacji wentylowanych pozwala na szybkie wykonanie robót. Wykonanie prac na eksploatowanych już obiektach nie wiąże się z wyłączeniem budynku z użytkowania.
3. Czynniki termoizolacyjne. W przypadku doboru poprawnej grubości materiału termoizolacyjnego (najczęściej wełna mineralna) elewacja spełni aktualne wymagania rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Możliwość szybkiego demontażu i ponownego montażu zewnętrznych okładzin pozwala na stosunkowo prostą wymianę, uzupełnienie lub zwiększenie warstwy termoizolacyjnej, co pozwala utrzymywać parametry termoenergetyczne na poziomie aktualnych wymagań.
4. Czynniki eksploatacyjne. Elewacje wentylowane są proste w użytkowaniu. Większość z nich da się umyć lub w łatwy sposób wymienić uszkodzone fragmenty. Trwałość niektórych rozwiązań elewacji wentylowanych (np. elewacji z okładzinami z ceramiki, włókno-cementu, czy też kamienia) jest niewątpliwie większa niż systemów BSO.
5. Czynniki ekonomiczne. Duża konkurencja na rynku doprowadziła do obniżenia cen na rynku. W chwili obecnej tego typu elewacje stają się coraz bardziej dostępne. Biorąc pod uwagę trwałość takich rozwiązań – elewacje wentylowane często konkurują z tradycyjnymi elewacjami wykonanymi z BSO.

Niestety, mimo szerokiego rozpowszechnienia elewacji wentylowanych we współczesnym budownictwie nadal występuje sporo problemów związanych z projektowaniem i wykonawstwem takich rozwiązań. Często omawiane rozwiązania elewacyjne wbudowywane są na obiektach bez odpowiednich dokumentów pozwalających na wprowadzenie wyrobów do obrotu w budownictwie. Niekiedy elewacje o niskiej odporności na uderzenie mocowane są na fragmentach ścian budynków gdzie mogą stwarzać zagrożenie życiu i zdrowiu ludzi. Nierzadko dochodzi do pomyłek w dokumentacji

projektowej. Niewystarczający wciąż jest poziom przygotowania wykonawców elewacji wentylowanych oraz kadry nadzorującej. Celem artykułu jest przedstawienie niuansów technicznych związanych z doбором, projektowaniem i wykonawstwem elewacji wentylowanych na budynkach infrastruktury transportowej.

## 1. CO NAZYWAMY ELEWACJĄ WENTYLOWANĄ?

Elewacją wentylowaną nazywane są systemy elewacyjne ze szczeliną powietrzną (wentylacyjną) pomiędzy warstwą termoizolacyjną a okładziną, w której cyrkuluje powietrze przeciwdziałające zawilgoceniu tej warstwy [1]. Przykładową elewację wentylowaną ilustruje rysunek 1.



**Rys.1.** Przykładowa elewacja wentylowana: 1 – konsola; 2 – łąta pionowa; 3 – ściana zewnętrzna budynku; 4 – ocieplenie; 5 – membrana; 6 – okładzina ścienna; L – rozstaw rusztu  
Źródło: rysunek Autora [2]

Podstawowym elementem konstrukcyjnym elewacji wentylowanej jest ruszt - szkielet metalowy lub drewniany mocowany do ściany zewnętrznej budynku, składający się co najmniej z łąt i konsoli pozwalający na zamocowanie warstwy materiału termoizolacyjnego i osłonięcie tej warstwy okładziną elewacyjną. Konsole i łąty łączy się za pomocą nitów, śrub oraz niekiedy (w rusztach metalowych) poprzez systemową profilację.

W celu niedopuszczenia do powstania mostków cieplnych pomiędzy konsolami rusztu a ścianą (przede wszystkim w przypadku rusztów metalowych) stosowane są specjalne przekładki termiczne. Znane są rozwiązania, w których konsole wykonywano z tworzyw sztucznych o bardzo niskim współczynniku przenikania ciepła.

Do łąt montowane są okładziny elewacyjne. Montuje się je za pomocą łączników mechanicznych, klejów, wyprofilowanych w okładzinach i łątach zaczepów. Istnieją również rozwiązania z mieszanym łączeniem (łączniki mechaniczne i klej).

W postaci okładzin do elewacji wentylowanych najczęściej stosowane są elementy: ceramiczne, włókno-cementowe, HPL, metalowe (w tym kasetony) lub drewniane.

We współczesnym budownictwie można wyróżnić 8 najczęściej stosowanych schematów mocowania okładzin do rusztu:

- elementy okładzinowe mocowane są mechanicznie do rusztu, przy czym elementy mocowania (np. gwoździe, śruby, nity) przechodzą przez okładziny (rysunek 2a). Zamiast łączników mechanicznych w tym rozwiązaniu niekiedy stosowane jest łączenie klejowe;

- elementy okładzinowe mocowane są mechanicznie do rusztu za pomocą specjalnych łączników umieszczonych w podcięciu otworu okładziny; łączniki wyposażone są w specjalne blokady mechaniczne (rysunek 2b);
- elementy okładzinowe zainstalowano na szynach poziomych lub kotwach metalowych w kształcie litery „T”, przymocowanych do pionowych łąt (rysunek 2c); W takich rozwiązaniach często jest stosowany klej;
- elementy okładzinowe łączone są z sąsiednimi elementami poprzez „pióro - wpust”; okładziny mocuje się mechanicznie do rusztów na górnej krawędzi. Połączenie maskuje się przez dolną krawędź wyżej położonego elementu (rysunek 2d);
- elementy okładzinowe mocowane mechanicznie do rusztu na górnej krawędzi okładziny i maskowane przez dolną krawędź elementu wyżej położonego (rysunek 2e);
- elementy okładzinowe mocowane są mechanicznie do łąt za pomocą klipsów lub szyn rozprężnych (rysunek 2f);
- elementy okładzinowe wielkowymiarowe zawieszane są na łątach (rysunek 2g);
- elementy okładzinowe o kształcie dachówek zawieszane są na łątach poziomych (rysunek 2h).

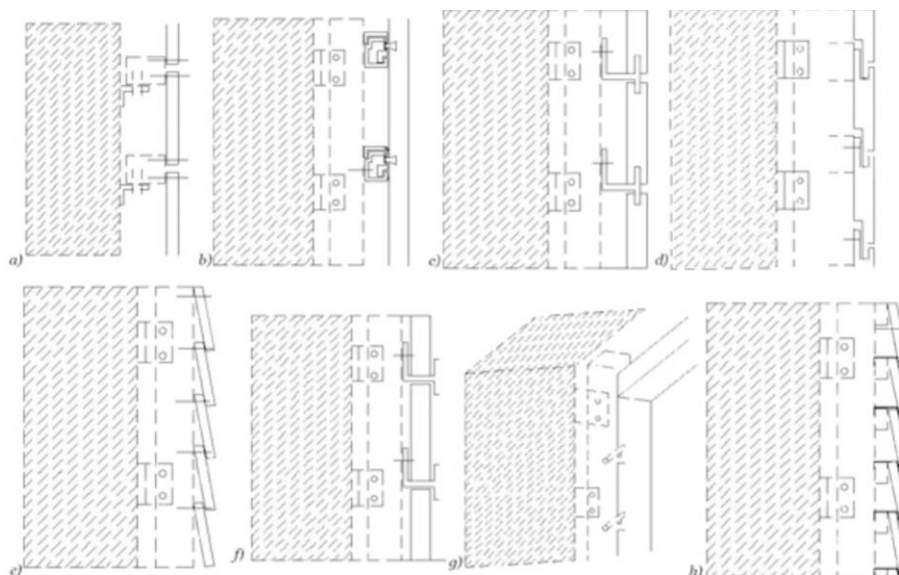
## 2. WARUNKI WPROWADZENIA SYSTEMÓW ELEWACJI WENTYLOWANYCH DO OBROTU W BUDOWNICTWIE

Elewacje wentylowane mogą być dopuszczone do stosowania w budownictwie wyłącznie na podstawie Europejskiej Oceny Technicznej (wcześniej Europejskiej Aprobataj Technicznej) lub krajowej Aprobataj Technicznej. Dokumenty te oprócz wagi prawnej określają istotne dla projektantów i wykonawców dane, między innymi dot.:

- przeznaczenia, zakresu i warunków stosowania systemu elewacyjnego;
- właściwości technicznych całego systemu oraz jego poszczególnych elementów składowych.

Ocena techniczna elewacji wentylowanych w celu uzyskanie Europejskiej Oceny Technicznej lub krajowej Aprobataj Technicznej jest wykonywana na podstawie wytycznych ETAG 034 [3]. Zakres badań jest uzależniony od szczegółów technicznych elewacji wentylowanej. Najczęściej ocena techniczna obejmuje sprawdzenie następujących cech:

- odporności na uderzenie (ciałem miękkim i ciężkim oraz ciałem twardym). Podczas badań określa się energię uderzenia potrzebną do przebicia lub uszkodzenia okładzin elewacji wentylowanych;
- odporności na parcie i ssanie wiatru. Określone jest maksymalne ciśnienie podczas występowania którego dochodzi do uszkodzeń elewacji;
- odporności na wpływy klimatyczne (szok termiczny, zamrażanie - rozmrażanie);
- odporności na działanie siły poziomej, punktowej o wartości 500 N (badanie wykonuje się w sytuacjach, kiedy o elewację w trakcie użytkowania może być oparta drobina, lub okresowe czyszczenie elewacji będzie wykonywane za pomocą ekip alpinistycznych);
- odporności ogniowej. Elewacje sprawdzane są pod względem palności. Również klasyfikowane są w zakresie rozprzestrzeniania ognia przez ściany przy działaniu ognia od strony elewacji. W przypadku elewacji wentylowanych z zastosowaniem okładzin z drewna egzotycznego szczególną uwagę przywiązuje się do sprawdzenia trwałości zabezpieczeń ogniochronnych [4];
- odporność na działanie korozji (badanie jest wykonywane dla systemów mających elementy składowe z metali);



Rys. 2. Mocowanie okładzin elewacyjnych do rusztu [1, 3]. Opis w tekście

- w przypadku deklarowania przez producenta lub dystrybutora dodatkowo mogą być badane inne cechy wyrobu jak: właściwości akustyczne, wodoszczelność, przewodność cieplna, itp.

Oceny techniczne obejmują również sprawdzenie rusztów (w zakresie odporności na działanie siły pionowej i poziomej) oraz połączeń okładzin z rusztem (np. w zakresie odporności na ścinanie, odrywanie). Jeżeli mocowanie okładzin elewacyjnych do podkonstrukcji jest wykonywane za pomocą klejów, zakres badań się poszerza – dodatkowo bada się połączenie „okładzina – klej – ruszt” po cyklach oddziaływań klimatycznych.

W przypadku, kiedy ocena techniczna jest wydawana na elewację wentylowaną mocowaną do płyt warstwowych dodatkowo bada się odporność systemu na osuwanie się pod własną masą oraz sprawdza się nośność systemu elewacyjnego przymocowanego do płyty warstwowej pod obciążeniem równomiernie rozłożonym.

Właściwości użytkowe okładzin stosowanych do wykonania elewacji wentylowanych powinny spełniać wymagania norm wyrobów. Np. płyty włóknisto-cementowe powinny spełniać wymagania normy PN-EN 12467:2013-03 Płyty płaskie włóknisto-cementowe - Charakterystyka wyrobu i metody badań. Okładziny kamienne (zależnie od rodzaju skały) powinny spełniać wymagania norm:

- PN-EN 1469:2005 Wyroby z kamienia naturalnego – Płyty okładzinowe – Wymagania.
- PN-EN 12326-1:2006 Łupek i inne wyroby z kamienia naturalnego do zakładkowych pokryć dachowych i okładzin ściennych – Część 1: Wymagania.

### 3. PROBLEMY PROJEKTOWANIA I WYKONAWSTWA ELEWACJI WENTYLOWANYCH NA OBIEKTACH INFRASTRUKTURY TRANSPORTOWEJ

Z doświadczenia eksperckiego Instytutu Techniki Budowlanej wynika, że wśród najczęściej spotykanych problemów związanych z projektowaniem i wykonawstwem elewacji wentylowanych budynków dworców są:

- wykorzystanie dotychczasowych elewacji nieposiadających odpowiednich dopuszczeń do stosowania i obrotu w budownictwie;
- zastosowanie elewacji wentylowanej niezgodnie z przeznaczeniem, zakresem i warunkami stosowania wskazanymi w Aprobacie Technicznej lub Europejskiej Ocenie Technicznej;

- niekompletność dokumentacji projektowej,
- niewystarczające przygotowanie ekip montażowych oraz nadzoru.

Wbudowanie elewacji wentylowanej nieposiadającej Aprobaty Technicznej lub Europejskiej Oceny Technicznej stanowią potencjalne zagrożenia dla użytkowników. Zagrożenia te wynikają z braku wiedzy na temat zachowania się systemu elewacyjnego pod wpływem zmian temperatury, oddziaływań wiatru, uderzeń, ognia i niekorzystnego działania środowiska. Z doświadczenia eksperckiego ITB wynika, że współczesne ogólnie dostępne narzędzia obliczeniowe jeszcze nie pozwalają w pełni określić powyższe oddziaływania na elewację wentylowaną. Postawioną tezę poniekąd potwierdza ETAG 034, który nie przewiduje alternatywnych do badawczych metod weryfikacji właściwości techniczno-użytkowych elewacji wentylowanych (np. numerycznych). Właściwości techniczno-użytkowe elewacji wentylowanej mogą być w pełni potwierdzone jedynie po przeprowadzeniu badań wg ETAG 034. Europejska Ocena Techniczna lub krajowa Aprobata Techniczna są podstawowym źródłem wiedzy technicznej koniecznej do zaprojektowania i wykonania elewacji wentylowanej. Analiza ww. dokumentów jest konieczna przy ustaleniu podczas projektowania:

- możliwych miejsc zastosowania elewacji w budynkach z uwagi na ryzyko uderzenia, lub kopnięcia okładziny zewnętrznej;
- możliwości zastosowania elewacji na budynku z uwzględnieniem występujących obciążeń wiatrem w miejscu posadowienia obiektu;
- doboru odpowiedniej ilości konsoli.

Należy uznać za błędne przekonanie niektórych projektantów, że elewacja wentylowana zaprojektowana z elementów składowych dopuszczonych do obrotu w budownictwie automatycznie będzie spełniać podstawowe wymagania stawiane budynkom i nie ma potrzeby w przeprowadzeniu badań laboratoryjnych końcowego produktu. Elementy składowe mogą okazać się niekompatybilne i podczas użytkowania wybudowanej elewacji mogą być przyczyną przyspieszonej degradacji lub awarii.

Niebezpiecznym zjawiskiem jest bezkrytyczne stosowanie elewacji wentylowanych posiadających zagraniczne dopuszczenia do stosowania w budownictwie. Aprobatai takie powinny przejść weryfikację pod kątem krajowych wymagań prawnych. Niekiedy zakres oceny technicznej elewacji wentylowanej przeprowadzonej przez zagraniczną Jednostkę Oceny Technicznej nie uwzględnia istotnych (z punktu widzenia krajowych warunków klimatycznych) badań – np.

aprobaty wydawane na południu Europy dość często nie uwzględniają badania mrozoodporności.

Podczas projektowania elewacji wentylowanej koniecznym jest sprawdzenie w Aprobacie Technicznej / Europejskiej Ocenie Technicznej przeznaczenia, zakresu oraz warunków stosowania wyrobu. Podczas doboru elewacji wentylowanej dla obiektów infrastruktury transportowej położonych nad morzem szczególną uwagę należy zwrócić na występującą w miejscu budownictwa kategorię korozyjności atmosfery i porównać ją z kategorią określoną w Aprobacie Technicznej / Europejskiej Ocenie Technicznej. W przypadku kiedy Aprobata Techniczna nie przewiduje montażu elewacji wentylowanej w pozycji poziomej niedopuszczalne jest jej stosowanie do wykończenia dolnych krawędzi wykuszy, podcieni lub balkonów.

Kolejnym specyficznym zagadnieniem związanym z projektowaniem elewacji wentylowanych budynków dworców jest uwzględnienie oddziaływania wiatru. Ze względu na specyficzne usytuowanie takich obiektów (na przykład w przypadku dworców kolejowych elewacja może być położona wzdłuż infrastruktury torów tworzącej wąwóz, w przypadku portów – jedna z elewacji jest położona przy terenie całkowicie otwartym) nie zawsze można określić obciążenie wiatrem na podstawie PN-EN 1991-1-4:2008 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje -- Część 1-4: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływanie wiatru. W takich sytuacjach podczas prac projektowych celowe jest wykonanie badań tunelowych. Obciążenie wiatrem elewacji nie może przekraczać obciążenia określonego w Aprobacie Technicznej / Europejskiej Ocenie Technicznej. Odporność na obciążenie wiatrem elewacji wentylowanej w wielu przypadkach jest uzależniona od rozstawu elementów rusztu. W narożnikach budynków wolnostojących ten rozstaw powinien być zagęszczany.

Fasady budynków dworców zazwyczaj położone są wzdłuż ścieżek komunikacyjnych z dużym natężeniem ruchu i rzadko kiedy zabezpieczone są dodatkowymi barierami ochronnymi. Mimo monitoringu elewacje budynków dworców nie rzadko są narażane na działanie osób o małym dbaniu o mienie. Ze względu na powyższe w miejscach dostępnych dla przechodniów elewacje wentylowane powinny spełniać wymagania ETAG 034 jak dla kategorii I. Oznacza to, że elewacja nie może ulec uszkodzeniu po uderzeniu ciałem miękkim (o masie 50 kg z energią 400 J) oraz ciałem twardym (o masie 1 kg z energią 10 J). Nierzadko dochodzi do sytuacji kiedy wymóg ten zostaje pomijany, w wyniku czego elewacja szybko ulega degradacji. Przykład zachowania się elewacji o klasie odporności na uderzenie poniżej I po uderzeniu ciałem miękkim o masie 50kg z energią 400 J przedstawia fot.3.

Na fragmentach elewacji budynków dworców niedostępnych dla osób przejawiających niską troskę o mienie mogą być stosowane elewacje wentylowane o niższej klasie odporności na uderzenie (od II do IV). Odporność elewacji na uderzenie w wielu przypadkach

jest uzależniona od rozstawu elementów rusztu.

Trwałość oraz bezpieczeństwo użytkowania elewacji w dużej mierze zależy od kompletności i jakości projektu. Zakres projektu elewacji wentylowanej powinien odpowiadać Warunkom Technicznym Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych [1]. W przypadku projektów elewacji wentylowanych budynków dworców ze względu na kwestie bezpieczeństwa użytkowania szczególną uwagę należy poświęcić:

- części obliczeniowej projektu z uwzględnieniem warunków lokalnych (obciążeń wiatrem, obciążeń eksploatacyjnych);
- części rysunkowej z określeniem rozwiązań technicznych elewacji wentylowanej występujących w różnych częściach budynku (w pasie cokołowym, przyokiennym, parapetowym, na podcieniach i wykuszach).

Montaż elewacji wentylowanej powinien odbywać się przez odpowiednio przeszkolone ekipy na podstawie projektu, wytycznych Aprobaty Technicznej, instrukcji montażu wydanej przez producenta elewacji. Częstą przyczyną niskiej jakości prac elewacyjnych jest nieodpowiedni nadzór. Prace elewacyjne powinny być nadzorowane przez inspektorów posiadających doświadczenie w odbiorach elewacji wentylowanych. Nadzorem powinny być objęte wszystkie etapy prac elewacyjnych, tj.: przyjmowanie elementów składowych elewacji na plac budowy, przygotowanie podłoża ściennego, montaż podkonstrukcji, ułożenie warstw izolacyjnych, mocowania okładzin oraz odbioru końcowego elewacji wentylowanej. Zakres czynności odbiorczych powinien odpowiadać Warunkom Technicznym Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych [1].

## PODSUMOWANIE

Elewacja wentylowana może być zastosowana w budownictwie wyłącznie na podstawie Aprobaty Technicznej lub Europejskiej Oceny Technicznej. Oceną techniczną powinien być objęty wyrób całościowo, w zakresie przewidzianym przez ETAG 034. Oceny techniczne wydane na podstawie ww. dokumentu zawierają niezbędne informacje wejściowe pozwalające zaprojektować elewację wentylowaną.

W przypadku projektowania elewacji wentylowanych na obiektach infrastruktury transportowej szczególną uwagę należy zwrócić na kwestie bezpieczeństwa użytkowania. Podczas wyboru elewacji wentylowanej trzeba upewnić się, że klasa odporności elewacji wentylowanej na uderzenie odpowiada występującym warunkom użytkowania. Uwzględnione powinny być również właściwości przeciwpożarowe elewacji. Istotny wpływ na bezpieczeństwo użytkowania elewacji ma poprawne określenie obciążenia wiatrem. Ze względu na specyfikę posadowienia budynków dworców i portów (w tym lotniczych) normowe sposoby określenia siły wiatru mogą być niewystarczające, co może wymagać przeprowadzenia dodatko-



Fot. 3. Skutki uderzenia ciałem miękkim i ciężkim (o masie 50kg z energią 400 J) elewacji o klasie odporności na uderzenie poniżej I

wych badań tunelowych.

Istotny wpływ na trwałość oraz jakość elewacji wentylowanych mają dokumenty projektowe. Zakresy projektów powinny być zgodne z wytycznymi Warunków Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych.

Przebieg wszystkich etapów montażu elewacji wentylowanych powinny być objęte kontrolami. Zakresy czynności kontrolnych powinny być zgodne z wytycznymi Warunków Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych.

## BIBLIOGRAFIA

1. Kopyłow O. Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych B14/2015. Część B: Roboty wykończeniowe, zeszyt 14: Elewacje wentylowane. Wydawnictwo ITB, 2015.
2. Kopyłow O. Ruszty do elewacji wentylowanych w świetle Krajowych Aprobát Technicznych. Materiały Budowlane Nr 9, 2015 r.
3. ETAG 034 Kits for exterior Wall Claddings:  
Part 1 – Ventilated Cladding elements and associated fixing devices  
Part 2 - Kits made of skin, the mechanical fixing devices and a specific sub-frame
4. Sudoł E., Kolbrecki A. Trwałość zabezpieczeń ogniochronnych drewna gatunków egzotycznych. Przegląd Budowlany, 9/2014.

## VENTILATED FACADES IN TRANSPORT INFRASTRUCTURE BUILDINGS

### *Abstract*

*The paper presents the requirements for ventilated facades. Particular attention was paid to facades of transport infrastructure buildings. The article presents the problem of introducing the facade of the market, discusses the nuances related to the design and installation of facades.*

Autor:

**Oleksij KOPYŁOW** - Instytut Techniki Budowlanej, Zakład Konstrukcji i Elementów Budowlanych. 02-656 Warszawa, ul. Ksawerów 21, Tel. 22-56-64-167, fax. 22-56-64-215, e-mail: o.kopylov@itb.pl