

dr inż. Maria Wesołowska^{1*)}
dr inż. Anna Kaczmarek¹⁾

Wpływ ukształtowania powierzchni muru licowego na jego estetykę

Effect of surface shaping of a facing wall on its esthetics

DOI: 10.15199/33.2015.05.28

(Oryginalny artykuł naukowy)

Streszczenie. W artykule podjęto próbę ustalenia wpływu ukształtowania muru na estetykę obiektów małej architektury. Stwierdzono ścisłą zależność pomiędzy intensywnością pojawiających się wykwitów na badanych murach a rodzajem użytych zapraw.

Słowa kluczowe: mur licowy, wykwit, oddziaływanie środowiska.

Abstract. In the article an attempt was made to define the effect of surface shaping of walls on esthetics of minor architecture objects. Strict dependence was found between intensity of efflorescence and types of mortar used.

Keywords: facing wall, efflorescence, environmental impact.

Mury licowe podlegają ciąglemu wpływowi czynników pochodzących z otaczającego środowiska. Oddziaływania te, przyczyniając się do destrukcji struktury materiału, obniżają trwałość użytkową muru. Uwzględniając złożony i wielokładnikowy charakter oddziaływań, wyróżnia się dwie podstawowe grupy czynników destrukcyjnych: środowiskowe i wewnętrzne. Ich wzajemne interakcje są m.in. uzależnione od geometrii muru. Wpływa to bezpośrednio na trwałość elementów. Stąd też jej właściwe zrozumienie wymaga znajomości podstawowych założeń Eurokodu 6 [4] w zakresie wymagań konstrukcyjnych, doboru materiałów i wykonania muru. Szczególnie istotna jest klasyfikacja warunków środowiskowych oraz kategorii elementów murowych. Warunki środowiskowe zostały zdefiniowane przez pięć klas ekspozycji. Określają one czynniki bezpośrednio oddziałujące na konstrukcję, które z kolei warunkują zastosowanie właściwych elementów murowych (tabela 1), układów materiałowych (zaprawa, wkładki), a tym samym ochronę strukturalną muru.

Eurokod 1996-2 [4] dzieli elementy murowe ceramiczne ze względu na zamrażanie i odmrażanie na trzy kategorie F0, F1 i F2. F0 określa warunki obojętne – nie dotyczy zewnętrznych murów licowych; F1 – warunki umiarkowane; F2 – surowe ze względu na katego-

rie zawartości rozpuszczalnych soli mineralnych S1 lub S2. Warunki kategorii S2 są spełnione, gdy mur pracuje w warunkach F2 i jest bezpośrednio narażony na długotrwałe nasączenie wodą gruntową, deszczową i rozbryzgową (gzymsy, parapety, ogrodzenia, kominy itp.) oraz użyto zaprawy na bazie cementu portlandzkiego, siarczanoodpornego (HSR). Warunki kategorii S1 występują wówczas, gdy mur pracuje w warunkach F2 oraz użyto zaprawy na bazie cementu portlandzkiego (CEM I) lub gdy jest zabezpieczony przed nasączeniem przez odpowiednią konstrukcję (gzymsy, okapy) – warunki F1 [5]. W artykule skupiono się na obiektach małej architektury wykonanych z elementów licowych, które są poddawane oddziaływaniom warunków środowiskowych w klasie ekspozycji MX3.

Model badawczy

W celu oceny wpływu ukształtowania muru na jego estetykę wykonano poligonowe stanowisko badawcze. Zaprojektowano mur testowy z cegły klinkierowej pełnej na trzech wybranych rodzajach zapraw o składzie podanym w tabeli 2. Przekrój muru został tak ukształtowany, aby modelować warunki surowe F2 i warunki umiarkowane F1. Analizie poddano obszar narażony na spływ wody deszczowej ze zwieńczenia muru i wody rozbryzkowej z gzymsu (rysunek). W zaprojektowanym murze wykonano izolację przeciwwilgociową na dwóch poziomach: na ścianie fundamentowej (10 cm poniżej poziomu gruntu) i 50 cm nad poziomem gruntu. Izolacja ma za zadanie zabezpieczyć mur licowy przed migracją

Tabela 1. Klasy ekspozycji dla murów licowych wg Eurokodu 6

Table 1. Exposition classes according to Eurocode 6

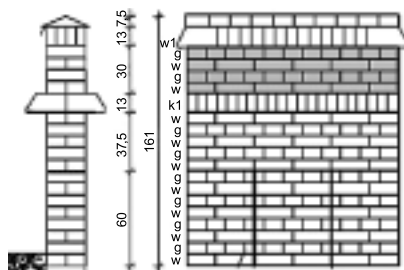
| Klasa | Warunki środowiskowe | Przykłady konstrukcji murowych |
|--------|---|---|
| MX3 | środowisko mokre z występującym mrozem bez znacznej obecności soli | |
| MX 3.1 | klasa narażenia na zamrażanie bez znaczącej obecności soli i innych związków chemicznych | mury zewnętrzne narażone na wysoką wilgotność i cykliczne zamrażanie. Ściany zewnętrzne narażone bezpośrednio na deszcz i mróz. Konstrukcje murowe w strefie zamrażania znajdujące się w nieagresywnym gruncie. |
| MX 3.2 | klasa narażenia na środowisko silnie mokre i zamrażanie bez znacznej obecności soli i innych związków chemicznych | mury narażone na cykliczne zamrażanie lub agresję chemiczną, zlokalizowane w ścianach zewnętrznych z kapiosami, parapety i wolno stojące ściany; w gruncie; pod wodą. |
| MX 4 | klasa narażenia na nasycone rozpuszczalne sole z powietrza, wodą morską oraz środkami odładzającymi | mur przylegający do dróg posypywanych solą w okresie zimy. |
| MX 5 | środowisko chemicznie agresywne | mury w kontakcie z gruntami naturalnie agresywnymi lub wodą agresywną chemicznie. Mury w gruntach zasolonych oraz mury w pobliżu obiektów przemysłowych emitujących środki agresywne chemicznie. |

¹⁾ Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska

^{*)} Autor do korespondencji;
e-mail: marysia@utp.edu.pl

Tabela 2. Skład zapraw przyjętych do badań
Table 2. Contents of tested mortars

| Rodzaj zaprawy | Proporcje składników | Skład na 10 dm ³ | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------|---------------------------|-------------------|-------------------------|
| | | cement [kg] | wapno [kg] | piasek [dm ³] | plastyfikator [g] | woda [dm ³] |
| Cementowa CEM I | (c : p) = 1:3,5 | 3,78 CEM I 42,5N | – | 10,5 | – | 2,53 |
| Cementowa CEM I z plastyfikatorem | (c : p) = 1:3,5 | 3,78 CEM I 42,5N | – | 10,5 | 4,0 | 2,33 |
| Cementowo-wapienna | (c : w : p) = 1:1,25:6,75 | 1,65 CEM I 42,5N | 0,97 | 9,5 | – | 3,04 |



Mur testowy do badań poligonowych
Test wall for field research

wody z betonowych fundamentów (I poziom) i ewentualnej pokrywy śnieżnej (II poziom). W okresie zimowym następuje zasypywanie śniegiem muru, co przy jego topnieniu powoduje zagrożenie przez wodę. Zasięg tego zagrożenia jest uzależniony od grubości pokrywy śnieżnej.

Obserwację murów prowadzono przez trzy lata w odstępach trzymiesięcznych po minimum siedmiu dniach okresu bezdeszczowego. W ramach kontroli wykonywano cyklicznie zdjęcia analizowanych obszarów. W celu oszacowania wpływu ukształtowania murów na estetykę dokonano inwentaryzacji wykwitów. Na wyszczególnionym obszarze badań przeprowadzono analizę obrazu rastrowego w programie AutoCad. Powierzchnie objęte wykwitem ustalono, wydzielając odrębnie spoinę oraz powierzchnię licową ceramiki.

Wyniki badań i dyskusja

Analiza wstępna zdjęć murów testowych wykazała, że największa intensywność wykwitów występuje wiosną każdego roku. Zwiększająca temperatura oraz stosunkowo niewielkie opady atmosferyczne sprzyjają krystalizacji powierzchniowej soli. W związku z tym za miesiąc porównawczy przyjęto kwiecień, w którym obszar pojawiających się wykwitów był największy. Wyniki badań zestawiono w tabeli 3.

Na każdym badanym murze, niezależnie od zastosowanej zaprawy, poja-

Tabela 3. Inwentaryzacja wykwitów w kolejnych latach badania
Table 3. Inventory of efflorescence in subsequent years of exploitation

| Rok badania | Obszar objęty wykwitem | Rodzaj zaprawy | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| | | cementowa CEM I | cementowa CEM I z plastyfikatorem | cementowo-wapienna |
| I | lico cegły [cm ²] | 1190,95 | 995,27 | 788,90 |
| | zaprawa [cm ²] | 54,23 | 58,76 | 270,24 |
| | razem [%] | 38,84 | 32,87 | 33,03 |
| II | lico cegły [cm ²] | 1200,2 | 915,39 | 1060,5 |
| | zaprawa [cm ²] | 87,21 | 189,72 | 218,92 |
| | razem [%] | 40,15 | 34,47 | 39,91 |
| III | lico cegły [cm ²] | 1048,1 | 1224,2 | 356,2 |
| | zaprawa [cm ²] | 86,79 | 245,96 | 119,3 |
| | razem [%] | 35,39 | 45,85 | 14,83 |
| Analizowany obszar [cm ²] | | 142,5 x 22,5 cm = 3206,25 | | |

wyły się wykwyty o różnym stopniu nasilenia. W pierwszym roku badania wystąpiły wykwyty pierwotne, które związane są z wysychaniem z wilgoci technologicznej. Z definicji powinny one ulec wypłukaniu w początkowym okresie funkcjonowania muru [1 ÷ 3]. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że w przyjętym trzyletnim okresie obserwacji wykwyty utrzymywały się na wszystkich murach. Na murze testowym wykonanym na zaprawie cementowej CEM I utrzymywał się stały poziom przebarwień. Dodatek plastyfikatora do zapraw spowodował zwiększenie obszaru objętego wykwitem. Najkorzystniej wypadła zaprawa cementowo-wapienna, w przypadku której zauważa się wyraźne zmniejszenie obszaru skażonego. Otrzymane wyniki wskazują na pojawienie się w analizowanych murach wykwitu wtórnego, który jest konsekwencją wnikania wody deszczowej i kondensacyjnej do jego wnętrza. W zaprawach cementowych proces ten jest najbardziej widoczny w strefie spływu wody ze zwieńczenia. W murze wykonanym na zaprawie cementowo-wapiennej spływ wody powoduje oczyszczenie górnej strefy analizowanego obszaru.

Wykwyty utrzymują się w dolnej części narażonej na oddziaływanie wody rozbrzygowej.

Podsumowanie

Trzy lata funkcjonowania stanowiska badań wykazały istotny wpływ ukształtowania muru na jego estetykę. Niezależnie od wybranej zaprawy w strefie narażenia na wodę spływającą ze zwieńczenia i rozbrzygową z gzymsów

ilość pojawiających się wykwitów była znacząca. Taka sytuacja jest dopuszczalna w nowych obiektach, jeżeli w ciągu pierwszego okresu wykwyty ulegną zanikowi. Trzyletni okres eksploatacji murów testowych wykazał, że w przypadku użycia zaprawy cementowej wykwit utrzymuje się na stałym poziomie. Dodatek plastyfikatora do zaprawy cementowej wpływa na pogorszenie estetyki muru, natomiast dodatek wapna znacznie ogranicza obszar wykwitu.

Literatura

- [1] Hall Ch., Hamilton A., Hoff W.D., Heather A., Eklund J.A. Moisture dynamics in walls: response to micro-environment and climate change [J]. Proceedings of the Royal Society A 8 doi: 10.1098/rspa. 2010.0131.
- [2] Frössel F. Masonry Drying and Cellar Rehabilitation [M]. Fraunhofer IRB, Verlag, 2006.
- [3] Gonçalves D.T., Rodrigues D.J., Abreu A.M. (2006) Evaluating the salt content of salt – contaminated samples on the basis of their hygroscopic behaviour, Part II: experiments with nine common soluble salts [J]. Science Direct Journal of Cultural Heritage 2006,7: 193–200.
- [4] EN 1996-2 Eurokod 6. Projektowanie konstrukcji murowych. Część 2. Uwarunkowania projektowe, dobór materiałów i wykonawstwo konstrukcji murowych.
- [5] PN-EN 771-1:2006 Wymagania dotyczące elementów murowych. Część 1: Elementy murowe ceramiczne. Otrzymano 15.01.2015 r.