



Biuro Inżynierskie
WAWRZYNIAK

54-315 Wrocław, ul. Gołnowska 27
tel. +48 602 105 163

awawrzyniak@interia.pl

Obiekt: Zamek w Grodźcu,
działka nr 5/1, Grodziec, gm. Zagrodno

Inwestor: Zamek Grodziec sp. z o.o.
59-516 Grodziec nr 111

Temat: Odtworzenie kamiennej balustrady i zabezpieczenie
przeciwwilgociowe tarasu zamkowego.

CZĘŚĆ KONSTRUKCYJNA

Opracował:

Biuro Inżynierskie **Wawrzyniak**, 54-315 Wrocław, ul. Gołnowska 27

Sporządził: dr inż. Andrzej Wawrzyniak nr uprawnień 150/86/UW

Wrocław – marzec 2019

1. Wytyczne mocowania balustrad kamiennych.

Elementy kamienne balustrady należy łączyć ze sobą klejami do kamienia – np. Keraflex maxi S1 firmy MAPEI, lub Ceresit CM22 firmy HENKEL. Niezależnie od klejenia należy zastosować łączenie za pomocą trzpieni stalowych.

Dla zabezpieczenia balustrady przed przesunięciem a także przed wywróceniem, zaleca się stosować trzpień stalowy.

Należy stosować trzpień w następującym układzie:

- ✓ wszystkie nowe bloki kamienne mocowane do podłogi i do zachowanych fragmentów balustrady z kamienia należy mocować trzpieniami stalowymi $\varnothing 16$ mm co najmniej 1 szt. na 1 nowy element balustrady z litego kamienia lub nie rzadziej niż co 1 m, trzpień należy zakotwić w posadzce około 10 cm od lica wewnętrznego balustrady na głębokość min. 25 cm – ma być wklejony (kotwa chemiczna), na tak zamocowany trzpień należy osadzić balustradę z przygotowanym otworem o długości min. 15 cm, stosować klej do kamienia a otwór przygotowany na trzpień wypełnić klejem stosowanym do zamocowania trzpienia w murze.
- ✓ po zamontowaniu skrajnych bloków przęsła pełnych należy wymurować z kamienia balustradę pełną o grubości 40 cm pomiędzy tymi skrajnymi blokami,
- ✓ belkę dolną (podwalinę) pod przęsła ażurowe należy przykleić do posadzki klejem do kamienia i dodatkowo wzmocnić trzpieniami $\varnothing 12$ o długości co najmniej 20 cm (po 10 cm w elementach łączonych) co około 50 cm,
- ✓ elementy poszczególnych pól balustrad ażurowych poza mocowaniem na klej należy mocować do podwaliny trzpieniami stalowymi $\varnothing 12$ mm o długości 20 cm (po 10 cm w każdy element), montowane na klej chemiczny do kotew stalowych w osi balustrady co około 50 cm, z przesunięciem 25 cm w stosunku do trzpieni łączących podwalinę z posadzką/murem.
- ✓ poszczególne elementy pochwyty należy łączyć między sobą na klej i trzpieniami stalowymi $\varnothing 12$ mm o długości 20 cm (po 10 cm w każdy element) na klej chemiczny do kotew stalowych wzdłuż osi balustrady, odcinki powinny być dłuższe niż przęsło ażurowe balustrady,
- ✓ tak przygotowane elementy balustrady, odcinki o długości większej niż pole wypełnienia balustrady, należy montować na klej oraz na trzpień stalowy $\varnothing 12$ mm o długości 20 cm (po 10 cm w każdy element) montowanymi na klej chemiczny do kotew stalowych na pełnym murze balustrady (koniecznie do bloku kamiennego skrajnego) oraz do przęsła ażurowego co około 0,5 m,
- ✓ brakujące elementy pochwyty – pomiędzy zamontowanymi pochwyty nad przęsłami ażurowymi należy montować na klej oraz na trzpień stalowy $\varnothing 12$ mm o długości 20 cm (po 10 cm w każdy element) montowane na klej chemiczny do kotew stalowych w osi balustrady co nie mniej niż 50 cm.

Dla żygaczy nie ma potrzeby stosować trzpieni stalowych – należy je tylko wklejać przy zastosowaniu wybranego kleju.

Nie przewiduje się mocowania wypełnień poszczególnych pól balustrad trzpieniami do słupków (narożników pełnej kamiennej balustrady wykonanej z ciosów kamiennych). Mocowanie trzpieniami do posadzki wyklucza praktyczną możliwość mocowania trzpieniami do słupków.

Projektant dopuszcza także inny sposób mocowania balustrad – np. zaproponowany przez Wykonawcę - jednak musi on być uzgodniony z Projektantem, aby zapewnić stateczność konstrukcji balustrady.

2. Kontrolne obliczenia statyczne

W obliczeniach pominięto ciężar własny balustrady oraz nośność kleju (zaprawy) łączącego poszczególne elementy balustrady. Elementy te poprawiają nośność i stabilność balustrady. Dobrano przekroje prętów łączących.

Balustrada obciążona jest siłą poziomą w wartości 1,0 kN/m pochwyty, na wysokości $h = 1,1$ m – balustrada w przedmiotowym obiekcie jest niższa ($h = 0,86$ m) jednak do obliczeń przyjęto wysokość obciążenia jak dla obiektów mieszkaniowych i użyteczności publicznej, bez uwzględniania rozwinięcia pochwyty balustrady (takie zamocowanie zabezpiecza nośność balustrady w przypadku gdyby w przyszłości balustrada została podwyższona).

Moment zginający obliczeniowy wynosi

$$M = 1,0 \times 1,4 \times 1,1 = 1,54 \text{ kNm/m}$$

Balustrada ma szerokość 0,40 m. Pręt kotwiący należy zamontować około 10 cm od lica wewnętrznego balustrady. Siła wyrywająca pręt wynosi

$$N = 1,54 / 0,30 = 5,13 \text{ kN/m}$$

Przyjęto pręty $\phi 16$ co około 1 m na całej długości balustrady – mocowanie do piaskowca na krawędziach przy przęsłach ażurowych.

Napężenia w pręcie

$$\sigma = 5,13 \times 2 / 2,01 \times 10^{-4} = 51\,045 \text{ kPa.}$$

opracował:

dr inż. Andrzej Wawrzyniak