

BALKONY I LOGGIE

Korozja elementów stalowych

dr inż. Jan Gierczak
 dr inż. Rajmund Leszek Ignatowicz
 dr inż. Marek Sawicki

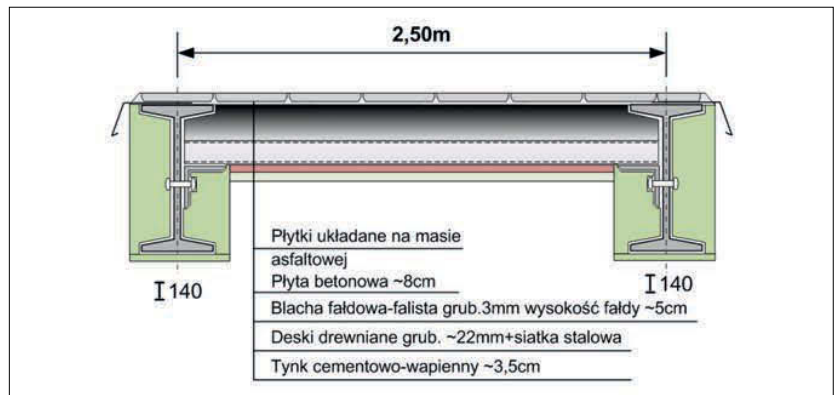
Przez lata eksploatacji elementy stalowe balkonów ulegały procesowi korozji, a inne zastosowane materiały budowlane, szczególnie materiały izolacyjne, traciły swoje podstawowe właściwości. W artykule pokazano na prostym przykładzie problematykę remontowania i naprawiania balkonów ulegających korozji.

Niejednokrotnie można zauważyć, że istniejące balkony starych kamienic budzą poważne wątpliwości co do stanu technicznego [2]. Przeważnie konstrukcje te są z początku XX wieku i nie były poddawane regularnym remontom. W początkowej fazie były eksploatowane zgodnie z przeznaczeniem. W późniejszym okresie, z uwagi na zmianę wykorzystania lokali np. z mieszkań na obiekty użyteczności publicznej, balkony te miały inne wymagane wartości obciążenia użytkowego. W okresie II wojny światowej oraz w okresie powojennym stan techniczny wielu obiektów kubaturowych uległ degradacji. W wielu przypadkach konstrukcje balkonów były częściowo zniszczone bądź naruszone w wyniku działań wojennych, ale ciągle użytkowane i eksploatowane. Przez lata eksploatacji zastosowane materiały budowlane, a szczególnie materiały izolacyjne, traciły swoje podstawowe właściwości. Konstrukcja istniejącego balkonu była ciągle poddawana oddziaływaniom środowiskowym stosownie do pory roku i bieżącej aury pogodowej. W artykule pokazano na prostym przykładzie problematykę remontowania i naprawiania balkonów ulegających korozji. Balkonów, które często należą do obiektów zabytkowych i stanowią istotną część elewacji frontowych kamienic. Kamienice wpisane do rejestru zabytków mają narzuconą przez Miejskiego Konserwatora Zabytków odbudowę i naprawę zabytkowych balkonów. Usunięcie balkonów powoduje istotne naruszenie elewacji budynku i często nieodwracalnie zostaje zniszczony charakter obiektu i jego elewacji.

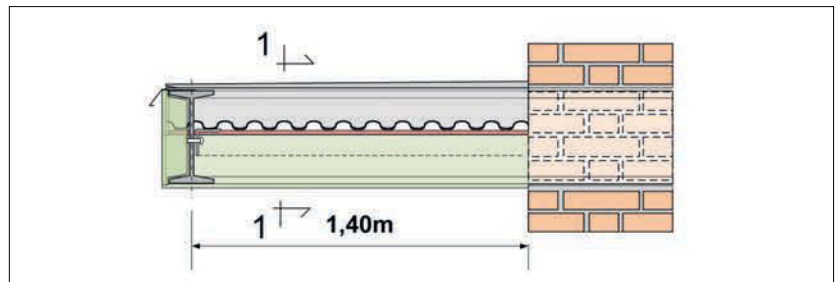
Przykładowa analiza stanów granicznych

Rozpatrzmy przykładowy przekrój poprzeczny przez konstrukcję typowego balkonu (rys. 1). Zasadnicza konstrukcja pracuje jako wspornik wykonany z dwuteownika I140. Na belce stalowej spoczywa płyta betonowa lub żelbetowa ułożona na szalunku traconym, tj. z blachy falistej. Pozostałe warstwy przedstawione na rys. 1, 2 stanowią warstwy wykończeniowe.

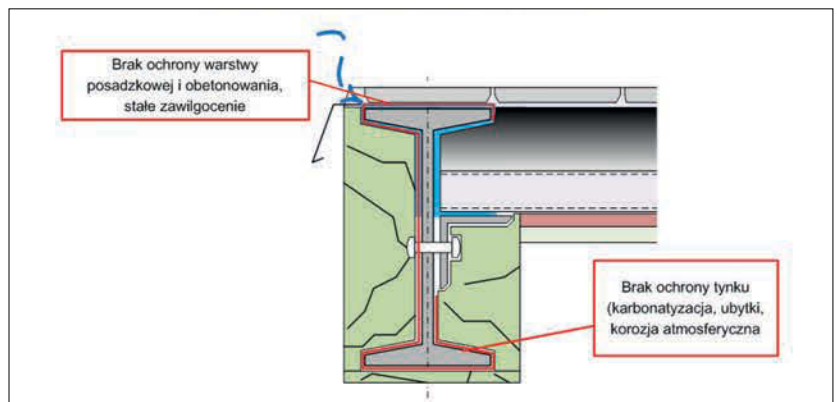
Na wstępie spróbujemy oszacować wpływ korozji na nośność graniczną konstrukcji oraz na stan graniczny użytkowania, uwzględniając różne warunki degra-



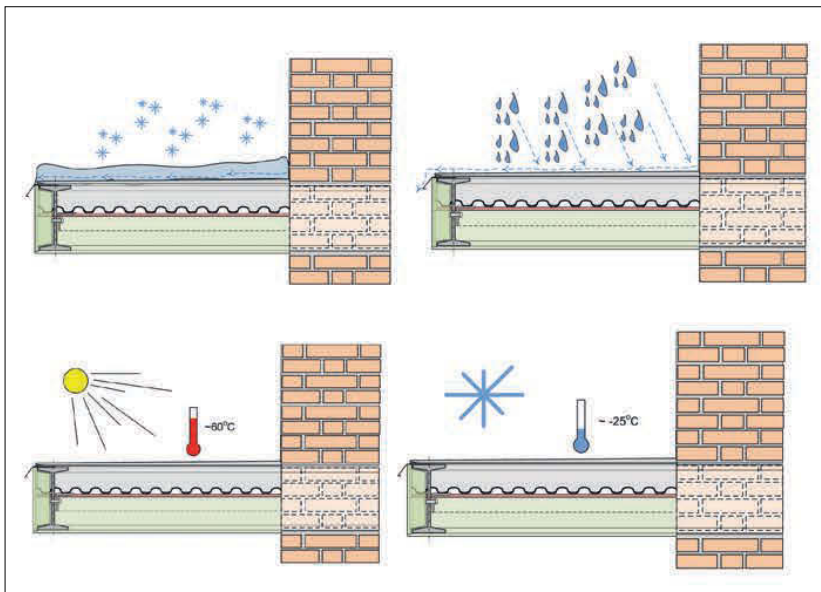
Rys. 1. Przekrój typowego balkonu



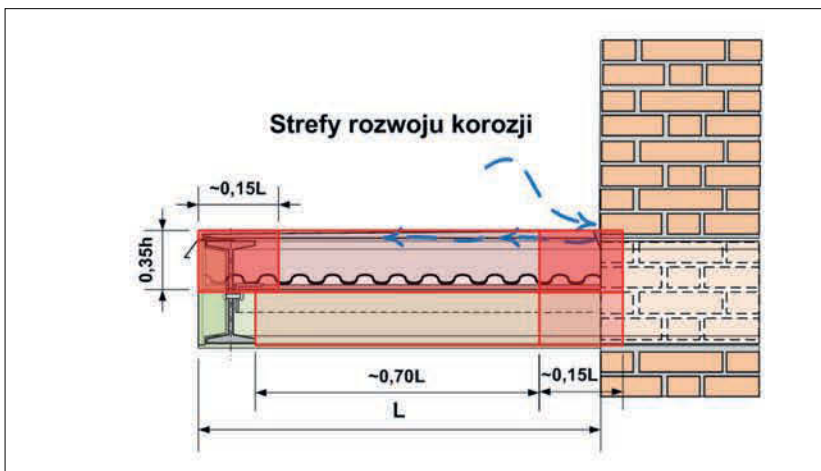
Rys. 2. Przekrój podłużny analizowanego balkonu



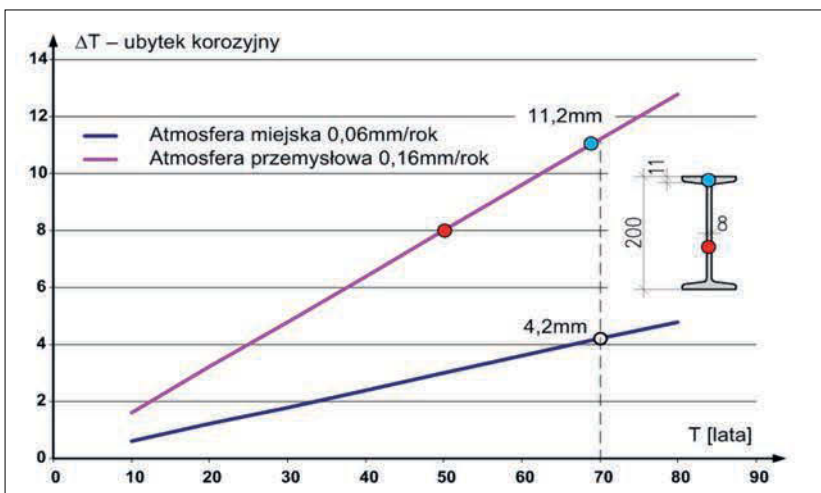
Rys. 3. Stefy rozwoju korozji w przekroju poprzecznym balkonu



Rys. 4. Oddziaływania środowiskowe na konstrukcje balkonu



Rys. 5. Rozkład stref korozji na długości profilu kośnego



Rys. 6. Ubytki korozyjne dla profilu I200 w funkcji czasu

Kamienice wpisane do rejestru zabytków mają narzuconą przez Miejskiego Konserwatora Zabytków odbudowę i naprawę zabytkowych balkonów.

dacji konstrukcji nośnej na przestrzeni 85 lat, przy dodatkowym założeniu, że do chwili obecnej nie były prowadzone prace remontowe. Zakładamy, że w wyniku oddziaływań środowiskowych i naturalnych procesów stopniowo rozwija się zjawisko korozji na wspornikowej belce stalowej stanowiącej konstrukcję nośną balkonu o wysięgu $\sim 1,40$ m.

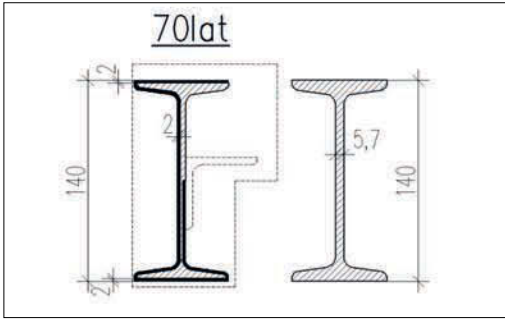
Wykonanie odkrywek, oczyszczenie profilu z rdzy oraz pomiar przekroju poprzecznego dwuteownika pozwala nam ustalić rzeczywisty ubytek i degradację przekroju. Odkrywki te pozwalają ustalić rzeczywiste ubytki grubości kształtownika na jego długości. Należy pamiętać, że kluczowym przekrojem dla belek wspornikowych jest jego miejsce zakotwienia w murze, gdyż tam pojawia się jego największe wyężenie. Znając historię obiektu, możemy hipotetycznie ustalić stopień ubytków korozyjnych w czasie eksploatacji balkonów.

Dla celów obliczeniowych poczyniono następujące założenia. W pierwszym okresie eksploatacji, np. 10 lat, konstrukcja była prawidłowo zabezpieczona przed dostępem wilgoci i powietrza. Następnie zakładamy, że po upływie 10 lat pojawiają się nieszczelności na styku zakotwienia belki stalowej w murze i od tego momentu powoli rozpoczyna się proces korozji (rys. 3).

W celu oszacowania, od którego momentu otulenie belki zaprawą lub betonem nie spełnia swojej funkcji, posłużono się nomogramem sporządzonym na podstawie obserwacji A. Meyera. Do oszacowania przyjęto: wskaźnik $w/c = \sim 0,6-0,7$; cement mieszany, środowisko zewnętrzne, średnie opady atmosferyczne. Dla takich założeń otrzymano następujące głębokości karbonatyzacji: 10 lat – 17 mm, 20 lat – 23 mm, 50 lat – 35 mm, 80 lat – 45 mm. Biorąc pod uwagę powyższe szacunki oraz uwzględniając ewentualne uszkodzenia tynku w czasie wojny i później, można założyć, że na powierzchni zewnętrznej korozja wynikająca z utraty właściwości ochronnych tynku rozpocznie się po około 20 latach od wybudowania. Pozostają jeszcze do oszacowania miejsca newralgiczne, gdzie zjawisko korozji wynika z pracy konstrukcji i nieszczelności izolacji. Takim miejscem jest przekrój belki w miejscu zakotwienia w murze. Zakładamy, że początek takiej korozji jest możliwy już po 10 latach od momentu wybudowania. W okresie wojennym większość budowli uległa większym bądź mniejszym uszkodzeniom. Hipotetyczny rozkład możliwych stref korozyjnych na wysokości przekroju poprzecznego przedstawiono na rys. 5.

W kolejnym etapie naszej analizy spróbujemy oszacować, jakie są możliwe maksymalne ubytki korozyjne przy ustalonych już warunkach brzegowych. W tym celu można posłużyć się danymi z literatury, zgodnie z którymi dla stali węglowych ($\sim 0,2\%C$) w atmosferze miejskiej ubytki korozyjne wahają się w granicach 10-60 mm/rok, a w atmosferze przemysłowej – 30-160 mm/rok (rys. 6). Dla takich założeń autorzy przeanalizowali przekroje zastępcze w celu oszacowania nośności oraz sztywności konstrukcji przykładowego balkonu.

Na rys. 7 pokazano przekrój zastępczy dwuteownika I140 po upływie 70 lat. Parametry geometryczne, tj. wskaźnik na zginanie W_x i moment bezwładności I_x , spadają. Wskaźnik wytrzymałości jest odpowiedzialny za stan graniczny nośności, a moment bezwładności – za stan graniczny użytkowania. Rys. 8 przedstawia schemat statyczny belki wspornikowej oraz obciążenia.



Rys. 7. Przekroje zastępcze dla potrzeb analizy dla 70 lat eksploatacji, przyjmując średni ubytek 0,03 mm/rok x 70 lat = 2,10 mm.

Wykres momentów zginających jest w formie paraboli, a siły tnącej jest linią prostą. Na rys. 9 przedstawiono analizę ugięć belki wspornikowej skorodowanej i belki nieskorodowanej. W wyniku ubytków korozyjnych wzrost ugięcia belki wzrósł o ponad 84%. Dla większych balkonów wzrost ugięcia może powodować rozszczelnienie się izolacji. Skutkiem może być dostanie się w przestrzeń balkonu wody odpadowej. Groźne jest to w okresach zimowych, gdyż woda pod wpływem zamarzania zwiększa swoją objętość, powodując dalszą degradację izolacji. Dla mniejszych balkonów, przy małym ugięciu belki stropowej, izolacja nie powinna ulegać zniszczeniu.

Gorszą sytuacją jest spełnienie stanu granicznej nośności. Ubytek korozyjny belki stalowej powoduje wzrost naprężeń w belce stalowej lub spadek jej nośności o ponad 160%. Pokazuje to rys. 10, na którym zaznaczono wykorzystanie nośności przekrojowej belki skorodowanej i nieskorodowanej.

Podsumowanie i wnioski

W rozpatrywanym przypadku ubytki korozyjne powodują degradację przede wszystkim nośności przekrojowej elementu. Ubytki korozyjne w mniejszym stopniu mają wpływ na sztywność konstrukcji, w szczególności w przypadku balkonów o długości wspornika nieprzekraczającej 2,5 m. W przypadku większych rozpiętości ten wpływ jest bardziej widoczny.

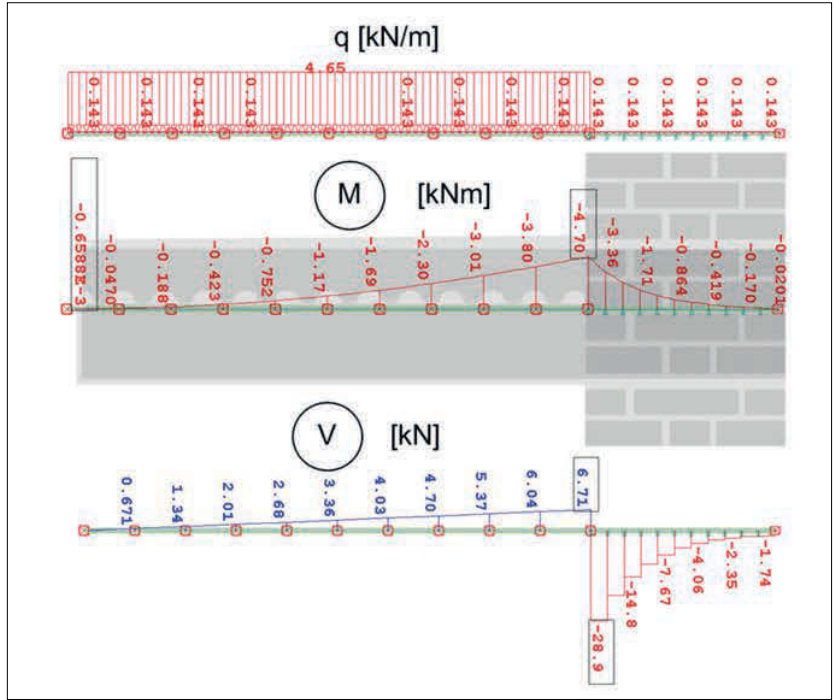
Dla balkonów w układzie belek jednoprzęsłowych lub belek wieloprzęsłowych powyższe wnioski są aktualne. W przypadku rozpiętości belek niewspornikowych nieprzekraczających 4,5 m stan graniczny nośności jest decydujący.

W przypadku korozji powierzchniowej belek stalowych ich remont polega na ręcznym lub mechanicznym oczyszczeniu powierzchni metalowej o stopniu przygotowania powierzchni nie mniejszej niż St2. Na odpowiednio przygotowaną powierzchnię układa się zestaw warstw ochronnych odpowiednich do danego środowiska. Minimalna grubość warstw zabezpieczeń antykorozyjnych powinna być nie mniejsza od 160 μm.

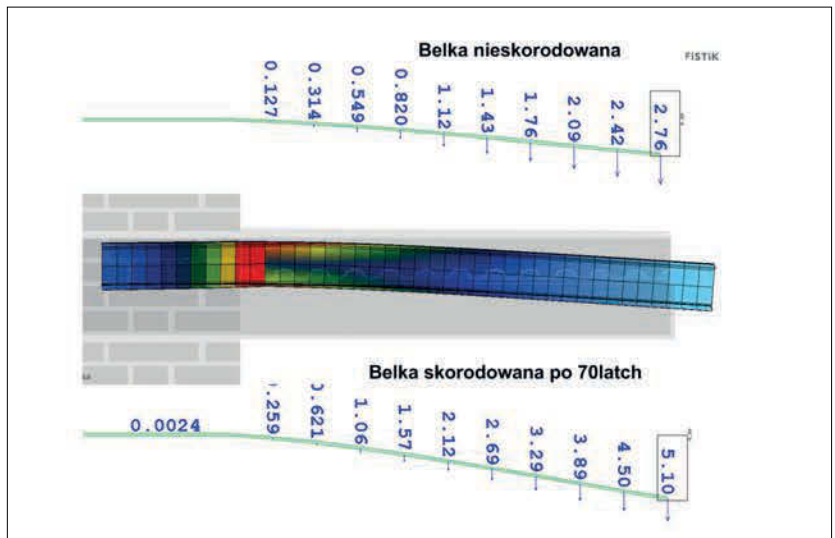
Literatura

- [1] Czarniecki L., Emmons P.H., Naprawa i ochrona konstrukcji betonowych, Polski Cement Sp. z o.o. Kraków 2002.
- [2] Hoła J., Sawicki M., Hoła B., Drużyński P., Remonty i modernizacje balkonów i loggii w budynkach mieszkalnych, Warszawa 2004.

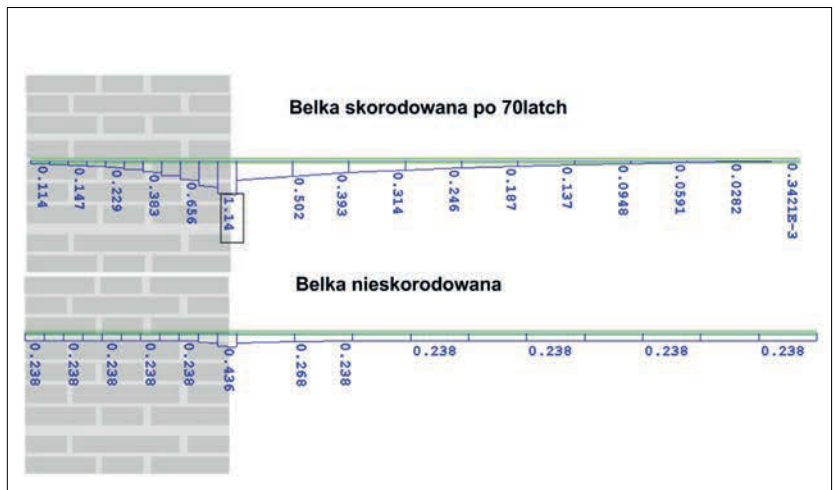
W kolejnych numerach: Właściwości materiałowe stali stosowanej w konstrukcjach balkonów i loggii, a następnie: wymiarowanie konstrukcji stalowych przed przystąpieniem do remontów i napraw balkonów/loggii.



Rys. 8. Schemat statyczny belki balkonowej



Rys. 9. Porównanie przemieszczeń belki skorodowanej i nieskorodowanej



Rys. 10. Wytyczenie przekroju poprzecznego dla belki nowej i skorodowanej