

Przeglądy i diagnostyka balkonów

Dr inż. Jacek Ślusarczyk, dr inż. Artur Wójcicki, Wydział Budownictwa i Architektury,
 Politechnika Świętokrzyska

1. Wprowadzenie

Balkon jest elementem mogącym często przysparzać znacznych kłopotów w czasie eksploatacji.

Musi spełniać zarówno wymagania konstrukcyjne, jak i izolacyjności termicznej oraz przeciwwilgociowej. Jest poddawany ekstremalnym oddziaływaniom czynników atmosferycznych typu woda we wszystkich postaciach oraz zmiany temperatury. Omówienie zagadnień związanych z eksploatacją i konserwacją można znaleźć w Instrukcji ITB nr 365/2000 [1], a projektowanie warstw balkonu w opracowaniu Tarasy i balkony [2]. Zasadniczo stan techniczny balkonu często budzi największe zainteresowanie dopiero wówczas, gdy jego dalsza eksploatacja powoduje powstanie bezpośredniego zagrożenia bezpieczeństwa użytkownika konstrukcji. Z reguły takie balkony nie spełniają już wymagań normowych w zakresie Stanu Granicznego Nośności (SGN) i/lub Stanu Granicznego Użytkowości (SGU).

Należy zauważyć, że w ogólnym przypadku balkon składa się z wielu elementów, zaczynając od konstrukcji nośnej poprzez hydroizolację, izolację termiczną, warstwy wierzchnie i spodnie, barierki ochronne, a na okuciach i odwodnieniach kończąc. Wobec tego na stan techniczny balkonu mają wpływ wszystkie jego elementy składowe wraz z wieloma detalami. Ze względu na to, że w praktyce budowlanej najczęściej mamy do czynienia z balkonami o konstrukcji żelbetowej, właśnie im przyjrano się nieco bliżej.

Na wstępie uznano za stosowne przedstawić zwięzłe najważniejsze wymagania stawiane balkonom z wyjaśnieniem, czemu mają służyć.

2. Wybrane warunki stawiane balkonom

2.1. Wymagania trwałości konstrukcji żelbetowej

Podane w normie [3] zasadnicze warunki dla projektowanych budowli żelbetowych uwzględniają wymagania użytkowości, nośności i stateczności bez istotnego zmniejszania przydatności lub ponoszenia nadmiernych i nieprzewidywanych kosztów utrzymania. Zagrożenie wystąpienia korozji zbrojenia konstrukcji czy też destrukcji struktury betonu uzależnione jest zarówno od czynników chemicznych, jak i fizycznych. Dla zewnętrznego elementu konstrukcyjnego będącego miejscem rekreacji i wypoczynku przy założeniu klasy S4 normowe zalecenia odnośnie klasy betonu i otulenia zestawiono w tabeli 1. Należy zauważyć, że wymagana klasa

betonu minimum C25/30 jest wyższa niż możliwa do zastosowania klasa betonu w stropie budynku. Pewnego rodzaju korekta wymagań jest możliwa przykładowo chociażby ze względu na specjalną kontrolę jakości betonu, wpływ procesu wznoszenia czy też zastosowanie dodatkowej ochrony elementu. Dodatkową ochronę konstrukcji płyty może stanowić przykładowo izolacja z papy termozgrzewalnej z wierzchnimi warstwami wykończeniowymi.

Podane minimalne grubości otulenia zbrojenia dla tego typu konstrukcji są zawsze podyktowane względami ochrony betonu przed korozją przy przewidywanym okresie użytkowania 50 lat. Ochronne działanie otulenia mogą zmniejszać rysy, które otwierają „drogę” bezpośrednio do powierzchni zbrojenia. W stanie granicznym użytkowości szerokość rys dla kombinacji obciążeń długotrwałych w_{lim} nie powinna przekroczyć 0,2 mm.

Należy zauważyć, że współcześnie produkowane prefabrykowane, żelbetowe płyty balkonowe, niewymagające wykonywania dodatkowych warstw użytkowych i hydroizolacyjnych spełniają postawione wymagania normowe ze sporym zapasem.

Tabela 1. Wymagania ze względu na trwałość żelbetowej konstrukcji nośnej balkonu według [3]

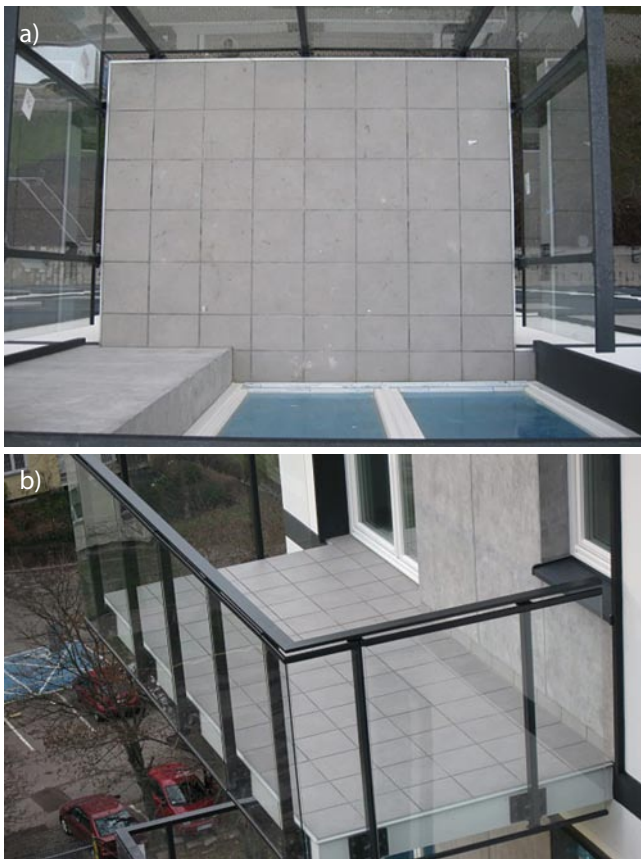
Nr	Miejsce	Klasy ekspozycji	Wymagana klasa betonu	Minimalne otulenie
1	wierzch płyty balkonowej	XC2	C25/30	35 mm
2	spód płyty balkonowej	XC3	C30/37	35 mm

2.2. Wymagania cieplno-wilgotnościowe ściany w miejscu utwierdzenia balkonu

Najczęściej stosowanym schematem statycznym balkonu jest wspornik zamocowany w stropie.

Wówczas zawsze musimy wziąć pod uwagę zabezpieczenie zarówno ściany, jak i stropu przed kondensacją pary wodnej w tej strefie. Rozwiązanie projektowe powinno wyeliminować niebezpieczeństwo miejscowego przemarzania ścian i stropu przy wieńcu, a także kondensacji pary wodnej w obszarze mostka termicznego i pojawienia się np. grzybów pleśniowych.

Zgodnie z wymaganiami rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki



Fot. Jacek Ślusarczyk, Artur Wójcicki

Rys. 1. Balkon z mocowaniem słupków balustrady szklanej od czoła: a) widok z góry, b) widok z boku

i ich usytuowanie [4], należy tak projektować przegrodę, aby na jej wewnętrznej powierzchni nie występowała kondensacja pary wodnej umożliwiającą rozwój grzybów pleśniowych. Należy to wykonać zgodnie z normą PN-EN ISO 13788:2003 [5]. Największe zagrożenie stanowi liniowy mostek termiczny na styku ściany i stropu. Oznacza to, że bardzo istotna jest właściwa izolacja zewnętrzna w strefie balkonu oraz sposób zamocowania płyty balkonowej.

Stosowanymi rozwiązaniami w tym aspekcie są obecnie:

- zastosowanie łączników izotermicznych pozwalających na odsunięcie wspornikowej płyty balkonowej od wieńca stropu i wypełnienie tej przestrzeni systemowym materiałem termoizolacyjnym; momenty zginające oraz siły ścinające przenoszone są przez specjalnie ukształtowane wkładki zbrojeniowe i niekiedy odpowiednie wkładki z betonu,
- wykonanie kompletnej termoizolacji płyty balkonowej po stronie wierzchniej i spodniej.

Uniknięcie tego problemu jest oczywiście możliwe przez zastosowanie zupełnie innego rozwiązania konstrukcyjnego, np. przy oparciu balkonu na słupach.

2.3. Wymagania skutecznej ochrony przed wodą pochodzenia atmosferycznego

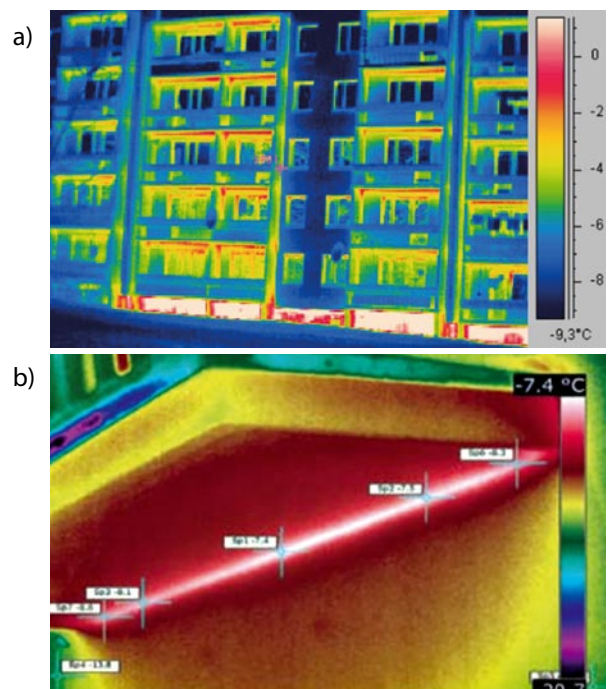
Balkon jest elementem narażonym na permanentne działanie wód opadowych. Jeśli stworzone zostaną warunki do zalegania wody i wilgoci, wówczas naruszenie warstw

wykończeniowych, a nawet samej konstrukcji jest tylko kwestią czasu. W naszych warunkach klimatycznych dla procesów destrukcyjnych szczególnego znaczenie nabierają cykle zamarzania i odmarzania. Tak więc dla źle zaizolowanego i wyprofilowanego balkonu, woda i wilgoć pochodząca z opadów atmosferycznych staje się czynnikiem niezwykle destrukcyjnym. Niewłaściwe spadki i wywinięcia hydroizolacji mogą skutkować również zamakaniem ściany. Właściwe odwodnienie związane z wyprofilowaniem spadków oraz ochrona przed wilgocią jest więc warunkiem koniecznym. Na konstrukcji nośnej najczęściej znajduje się kilka warstw o ściśle określonym przeznaczeniu.

Wodę z balkonu można odprowadzać dwoma metodami: powierzchniową oraz drenażową.

Pierwsza polega na umieszczeniu bezpośrednio pod warstwą wierzchnią hydroizolacji [2, 6] powstrzymującej wnikanie wilgoci w warstwy niżej położone. Hydroizolację w przypadku okładzin ceramicznych stanowi najczęściej tzw. izolacja zespolona wykonana na bazie elastycznych mikrozapraw (szlamów). Przy współcześnie prefabrykowanych balkonach stosuje się rozwiązanie odpowiedniego wyprofilowania wierzchu płyty żelbetowej i bezpośredniego użytkowania, bez stosowania dodatkowych warstw. Natomiast w metodzie drenażowej jedną z warstw jest specjalna warstwa drenująca, która wchłania część wody, i bezpiecznie odprowadza ją najczęściej na blachę okapową. Oba systemy są wystarczające do skutecznego i sprawnego odwodnienia.

Warunkiem poprawnego działania obu systemów jest między innymi ciągłość hydroizolacji, ciągłość warstwy



Fot. Jacek Ślusarczyk, Artur Wójcicki

Rys. 2. Termogramy: a) ściany z balkonami [11], b) płyty balkonowej wspornikowej z oznaczeniem rozkładu temperatury w miejscu zamocowania [12]

odprowadzającej wodę oraz wyprofilowanie spadku rzędu 1,5–2% w odpowiednim kierunku. Hydroizolacja powinna tworzyć swego rodzaju szczelną wannę jednostronnie wywiniętą na ścianę budynku. Wywinięcie powinno wynosić co najmniej 15 cm powyżej warstwy użytkowej. Jedyne w obszarze progu drzwiowego wysokość ta może być zredukowana.

Poza tym należy odpowiednio zadbać o tzw. miejsca trudne i krytyczne. Są one związane chociażby z balustradami, dylatacjami, obróbkami blacharskimi w miejscu okapu, wpustami odwodnieniowymi (jeżeli występują), strefą progu drzwiowego.

Oczywiste jest, że balustradę należy mocować do elementu konstrukcyjnego – czyli płyty nośnej.

W systemie z powierzchniowym odwodnieniem dopuszcza się mocowanie słupków balustrad, przebijając warstwę hydroizolacyjną. Jednak miejsce przejścia powinno być odpowiednio uszczelnione z zastosowaniem kołnierzy (manszet), kształtek, z wypełnieniem masą zalewową itp.

Natomiast przy drenażowym odprowadzaniu wody niedopuszczalnym jest przebijanie hydroizolacji. Rozwiązaniem problemu jest mocowanie balustrad od czoła balkonu (rys. 1) lub nawet od jego spodu. Zamocowanie musi przenosić zarówno ciężar własny balustrady, jak i siły poziome oraz pionowe powstające w czasie eksploatacji.

Wierzchnia warstwa balkonu pracuje w bardzo trudnych warunkach z dużym gradientem temperatur. Dlatego istotne jest kompensowanie odkształceń termicznych w dylatacjach. Oczywiście odkształcenie dylatacji nie może wywoływać rozszczenia i wnikania wody. Dlatego w dylatacjach wkleja się systemowe taśmy i kształtki zapewniające odpowiednią trwałość.

Obróbki blacharskie w strefie okapu powinny być odpowiednio do zastosowanego systemu odprowadzania wody.

W systemie z powierzchniowym odprowadzaniem wody muszą być tak ukształtowane i założone, aby woda spływała na kapinos, a z niego bezpośrednio spadała na poziom terenu. W niektórych rozwiązaniach może spływać do rynien zamocowanych w linii okapu.

W systemie drenażowym należy pamiętać o dwóch poziomach odprowadzających wodę do linii okapu i dlatego obróbki będą inne niż w pierwszym systemie. Woda musi spływać po powierzchni obróbek, bez piętrzenia, zalegania, podciekania itp.

3. Kontrola stanu technicznego i szczegółowe badania diagnostyczne balkonów

Jak wynika z art. 62 Prawa budowlanego, kontrola stanu technicznego jest obowiązkowa i obejmuje sprawdzenie poszczególnych elementów obiektu. Do tych elementów zalicza się również balkon. Podstawowym dokumentem prawnym nakładającym obowiązek utrzymania balkonów i loggii we właściwym stanie technicznym jest Rozporządzenie

Ministra Infrastruktury z dnia 16.08.1999 r. w sprawie warunków technicznych użytkowania budynków mieszkalnych (Dz.U. nr 74 z 9.09.1999 r., poz. 836 z późn. zm.). Wymieniono w nim uwarunkowania prawne mające m.in. zapewnić balkonom utrzymanie ich stanu technicznego na poziomie zapewniającym bezpieczeństwo ludzi i mienia w okresie użytkowania, ochronę zdrowia i życia ludzi, ochronę uzasadnionych interesów osób trzecich, utrzymanie wymaganego stanu estetycznego oraz – jeśli budynek wpisany jest do rejestru zabytków – zachowania wartości podlegających ochronie konserwatorskiej. Jego przepisy nakładają na zarządców i administratorów budynków mieszkalnych obowiązek przeprowadzania okresowych kontroli, oceniających m.in. stan techniczny balustrad, loggii i balkonów.

Kontrola stanu balkonów sprowadza się przede wszystkim do dokładnych badań wizualnych konstrukcji nośnej i pozostałych elementów. W czasie oględzin należy sprawdzać czy ma miejsce:

- nadmierne, widoczne ugięcie,
- zarysowania płyty nośnej (po stronie wierzchniej może być nie do ustalenia ze względu na warstwy wykończeniowe),
- niewłaściwe spadki warstwy wierzchniej,
- rozszczenia dylatacji przyściennych, poprzecznych, strefowych,
- uszkodzenia, odspojenia warstw wykończeniowych balkonu,
- uszkodzenia i wysolenia na spodzie płyty balkonowej,
- uszkodzenia warstw na krawędzi balkonu,
- deformacje i korozja obróbek blacharskich w strefie okapu,
- zawilgocenia ściany po stronie zewnętrznej w poziomie balkonu,
- zawilgocenie podłogi i ściany po stronie wewnętrznej,
- ogniska zagrzybienia pleśniowego po stronie wewnętrznej w strefie wieńca stropowego mocującego płytę,
- korozja balustrad, spękania lub wykruszenia wokół miejsc osadzenia słupków,
- braki drożności, zanieczyszczenia, niedostateczny wysięg tzw. rzygaczy w przypadku balustrad typu masywnego,
- destrukcja betonu płyty nośnej i korozja zbrojenia.

Destrukcja betonu z korozją zbrojenia czy też pogorszenia stanu technicznego balkonów w okresie rękojmi staje się zwykle impulsem do wykonania ekspertyzy stanu technicznego. Jej podstawą są szczegółowe badania techniczne, których zakres jest ustalany indywidualnie. Przed przystąpieniem do badań należy zapoznać się z dokumentacją techniczną balkonu. Natomiast w ramach bezpośrednich badań wykonuje się inwentaryzację techniczną oraz badanie wszelkiego typu nieprawidłowości balkonu. W niektórych przypadkach niezbędne mogą być badania betonu i stali zbrojeniowej żelbetonowej płyty nośnej, a nawet badanie ciepłno-wilgotnościowo ściany w strefie balkonu.

Diagnostykę na potrzeby ekspertyzy stanu technicznego prowadzi się, korzystając zarówno z prostego sprzętu, jak i bardzo profesjonalnej aparatury pomiarowej.

Najprostszym wykonywanym badaniem jest weryfikacja płaskości i właściwego wyprofilowania balkonu. Wykorzystuje się do tego poziomnicę, łąkę, klin, przymiar i wodoodporny marker. Jest to badanie powierzchniowe.

Badania nieniszczące warstw można wykonać np. georadarem typu IDS Aladdin. Jednak więcej informacji uzyskuje się po wykonaniu odkrywki sięgającej do płyty nośnej balkonu. Wówczas są możliwe zarówno badania makroskopowe, jak i wilgotnościowe poszczególnych warstw. Stopień zawilgocenia warstw znajdujących się pod izolacją podpłytkową lub matą drenującą ustala się przy użyciu wilgotnościomierza. W tym celu używa się np. czujnika wilgotnościowego TS 660 SDI współpracującego z miernikiem wielofunkcyjnym TROTEC T3000. Czujnik TS 660 SDI umożliwia ocenę rzeczywistego poziomu wilgotności w procentach masowych w odniesieniu do warstw, które zostały wykonane na bazie spoiwa cementowego.

Jeśli badaniem należy objąć również żelbetową płytę nośną balkonu, to najlepiej, aby została całkowicie odsłonięta. Badania betonu prowadzi się na ogół z wykorzystaniem metod nieniszczących: sklerometrycznej (młotek Schmidta) i ultratradźwiękowej (betonoskop). Na podstawie wytrzymałościowej oceny betonu można, wykorzystując korelacje, wyznaczać inne potrzebne parametry mechaniczne niezbędne przy wykonywaniu bardziej szczegółowych obliczeń sprawdzających stany graniczne nośności i użyteczności. Jednorodność i jakościowe cechy betonu często określa się prostym badaniem polegającym na opukiwaniu konstrukcji nośnej zwykłym młotkiem.

Badanie rozkładu zbrojenia wykonuje się metodami nieniszczącymi z wykorzystaniem urządzeń elektromagnetycznych (przykładowo ferroskan Hilti) i rzadziej radarowych [7].

Na ogół należy wykonać przynajmniej w dwóch miejscach odkrywkę zbrojenia płyty żelbetowej. Odsłonięcie prętów zbrojeniowych pozwala lokalnie zweryfikować stan prętów zbrojeniowych oraz ustalić ich rodzaj. W obliczeniach sprawdzających dla stali gładkiej należy przyjmować wytrzymałość obliczeniową na poziomie 190 MPa, a dla stali żebrowanej 290 MPa (jeżeli nie jest możliwe rozpoznanie układu żebrowania).

W przypadku badań stanu zaawansowania zagrożenia korozyjnego betonu i zbrojenia wykorzystuje się inne dostępne metody stosowane w badaniach konstrukcji żelbetowych [8]. Do określania stanu zaawansowania procesu korozji prętów zbrojeniowych poza miejscami odkrywek używa się odpowiedniej aparatury. Przykładem może być tu aparatura GP-5000 GalvaPulse™ działająca na zasadzie impulsu galwanostatycznego [9].

W niektórych przypadkach wykonuje się też diagnostykę balkonu w aspekcie ciepło-wilgotnościowym [10]. Badanie

jest nieinwazyjne, szybkie i opiera się na zobrazowaniu balkonu wraz ze ścianą przy użyciu termowizji. Jest to technika diagnostyczna polegająca na rejestracji obrazu, emitowanego w podczerwieni w obrębie badanego obszaru z użyciem kamery termowizyjnej (rys. 2) [11, 12].

Przy użyciu kamery (przykładowo Fluke TiR32) identyfikuje się strefy o niższej temperaturze zwykle w miejscu zamocowania balkonu. W ten sposób wykrywa się nieodpowiednią izolację termiczną, jak również niekiedy wady hydroizolacji balkonu w strefie połączenia ze ścianą. Wyniki tego typu diagnostyki mają charakter jakościowy wskazujący miejsca o podwyższonej temperaturze. Badaniem termowizyjnym bada się zasięg mostka cieplnego, działającego na dwa sposoby. Pierwszy związany z bezpośrednim (liniowym) mostkiem termicznym w ścianie i drugi polegający na działaniu tzw. mostka geometrycznego zależącego od rozwinięcia powierzchni zewnętrznych płyty balkonowej.

4. Stany techniczne balkonów wymagające podjęcia określonych działań

W praktyce budowlanej niewłaściwe stany techniczne mogą dotyczyć zarówno balkonów o konstrukcji żelbetowej po długim jak i bardzo krótkim okresie eksploatacji.

Wynika to często z zaniedbań związanych z:

- projektowaniem,
- wykonawstwem,
- eksploatacją,
- brakiem należytej konserwacji.

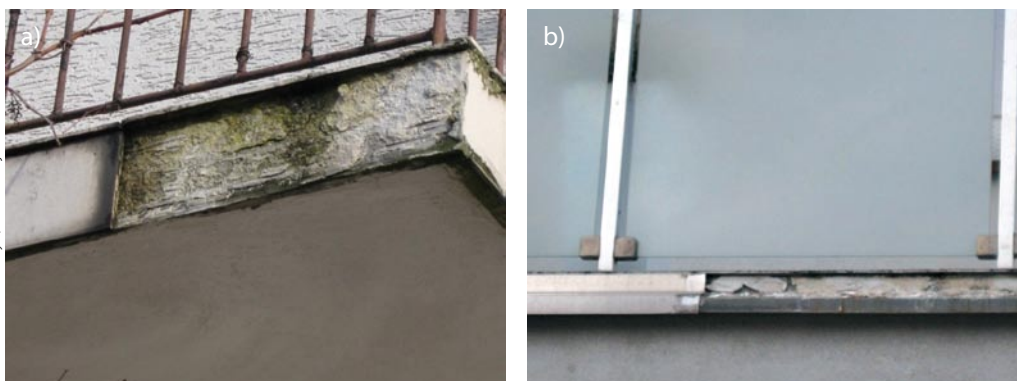
Najczęściej obserwowane, niewłaściwe stany techniczne balkonów wynikają z:

- korozji obróbek blacharskich i balustrad,
- złego wyprofilowania powierzchni balkonu,
- wszelkich uszkodzeń lub nieszczelności obróbek blacharskich spowodowanych ich wadliwym wykonaniem, a także niewłaściwym połączeniem z warstwami,
- rozszczelnienia i uszkodzenia dylatacji brzegowych lub poprzecznych,
- uszkodzeń i wykruszeń w strefie okapowej – rysunek 3,
- wysoleń, odspojień po stronie spodniej płyty nośnej – rysunek 4,
- penetracji wilgoci do wnętrza budynku w strefie progu – rysunek 5,
- pleśni po stronie pomieszczeń w miejscu liniowego mostka termicznego,
- spękania i wykruszenia okładziny ceramicznej spowodowanego np. zużyciem technicznym lub brakiem mrozoodporności,
- infiltracji wody i lokalnego zawilgocenia w strefie słupków balustrad mocowanych od góry,
- nieprawidłowego odprowadzania wody do tzw. rzygacza w rozwiązaniu z balustradą masywną co prowadzi do rozwoju mchów i glonów – rysunek 6a,

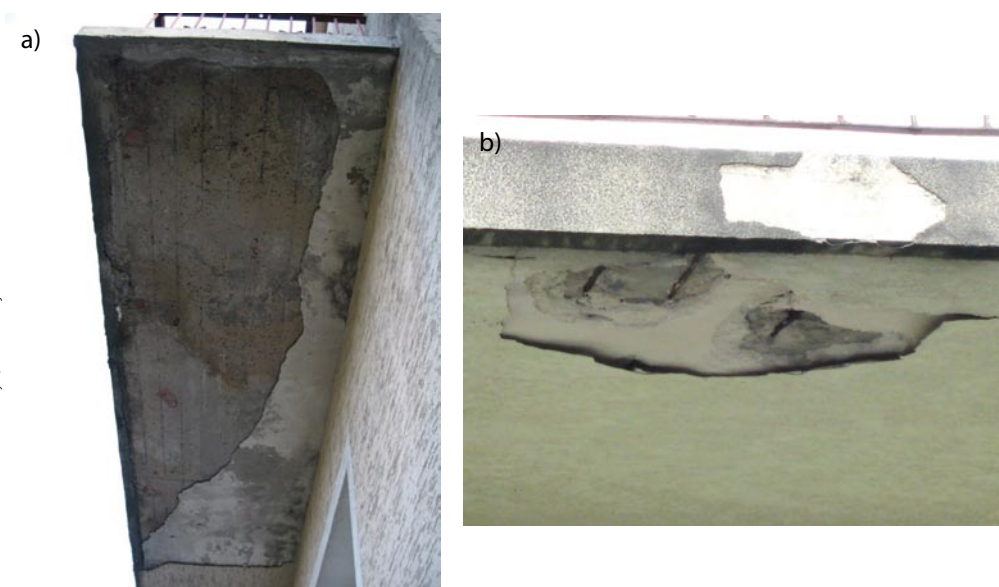
- rys prostopadłych do krawędzi zamocowania wydłużonych płyt balkonowych wskutek samozdylatowania – rysunek 6b,
- osłabienia struktury betonu konstrukcji nośnej i korozji zbrojenia w przypadku płyt wykonanych z niewłaściwie dobranej lub zastosowanej klasy betonu i eksploatacji bez hydroizolacji oraz warstw wykończeniowych – rysunek 7,

- rys na górnej powierzchni płyty żelbetowej równoległych do krawędzi zamocowania (sygnalizujących niedostateczną nośność na zginanie lub korozję prętów zbrojenia rozdzielczego).

W przypadku stanów nie mających bezpośredniego wpływu na obniżenie nośności konstrukcji konserwacja i naprawy mogą być realizowane przez wyspecjalizowanych wykonawców bez opracowywania projektu.



Rys. 3. Uszkodzenia strefy okapowej wykonanej: a) z płytek ceramicznych, b) z użyciem obróbek blacharskich



Rys. 4. Odspojenia po stronie nośnej: a) wypraw tynkarskich, b) wypraw i betonu otulającego zbrojenie nośne



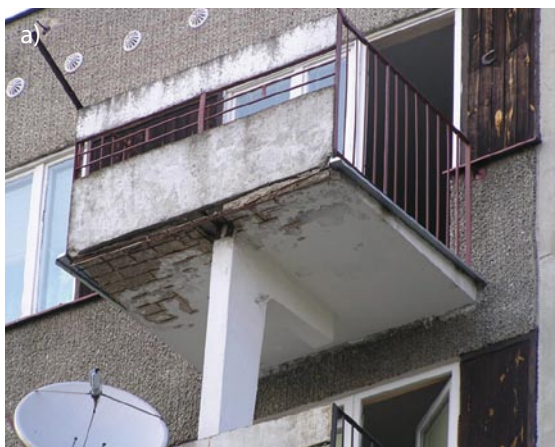
Rys. 5. Zawilgocenie i odspojenie po stronie pomieszczenia przy tzw. progu podniesionym

Rys. 6. Nieprawidłowości: a) rozwój mchów i glonów w strefie odwadniania balkonu z tzw. obudową masywną, b) rysy „przełotowe” wyprowadzające opady atmosferyczne na spód płyty balkonowej



Fot. Jacek Ślusarczyk, Artur Wójcicki

Rys. 7. Degradacja struktury betonu i silna korozja zbrojenia: a) płyta balkonowa budynku wzniesionego w systemie OWT, b) płyta wspornikowa w widoku od góry



Fot. Jacek Ślusarczyk, Artur Wójcicki

Natomiast w przypadkach wskazujących na stan zagrożenia bezpieczeństwa konstrukcji nośnej należy bezwzględnie balkon wyłączyć z eksploatacji i zabezpieczyć. W takiej sytuacji niezbędne jest wykonanie stosownych badań i sprawdzeń, według pkt. 4, z podaniem w ekspertyzie wniosków i zaleceń oraz zwykle wykonanie projektu wzmocnienia.

5. Podsumowanie

Niewłaściwy stan techniczny balkonu często ma naturę estetyczną i użytkową. Natomiast żelbetowe płyty balkonowe, eksploatowane w dłuższym czasie bez zwracania uwagi na ich stanu techniczny, mogą w efekcie nie spełniać wymagań stanu granicznego nośności, co będzie już wymagało remontu ze wzmocnieniem [13].

Należy mieć nadzieję, że z czasem niektóre ze zilustrowanych stanów technicznych balkonów o konstrukcji żelbetowej nie będą już występować.

Artykuł był prezentowany na XVI Konferencji Naukowo-Technicznej Warsztat Pracy Rzeczoznawcy Budowlanego.

BIBLIOGRAFIA

[1] Runkiewicz L., Szymański J., Eksploatacja i konserwacja balkonów w budynkach, Instrukcja ITB nr 365, ITB, Warszawa, 2000

- [2] Rokiel M., Tarasy i balkony. Projektowanie i warunki techniczne wykonania i odbioru robót, Dom Wydawniczy Medium, Warszawa, 2012
- [3] PN-EN 1992-1-1:2008. Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
- [4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2002 r. nr 75, poz. 690, ze zm.)
- [5] PN-EN ISO 13788:2003: Ciepłno-wilgotnościowe właściwości komponentów budowlanych i elementów budynku. Temperatura powierzchni wewnętrznej dla uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni i kondensacji międzywarstwowej – Metody obliczania
- [6] Francke B., Izolacje wodochronne tarasów i balkonów. Projektowanie i wykonywanie, ITB, Warszawa, 2012
- [7] Drobiec Ł., Badania nieniszczące wykorzystywane w praktyce budowlanej, Badania Nieniszczące i Diagnostyka 3/2018, str. 76–80
- [8] Jaśniok Ł., Jaśniok T., Zybur A. Diagnostyka konstrukcji żelbetowych, tom 2. Badania korozji zbrojenia i właściwości ochronnych betonu, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2011
- [9] Raczkiwicz W., Wójcicki A., Evaluation of effectiveness of concrete coat as a steel bars protection in the structure – galvanostatic pulse method, 26th International Conference On Metallurgy And Materials (METAL), Brno, Czech Republic, TANGER Ltd, 2017
- [10] Nowak H., Zastosowanie badań termowizyjnych w budownictwie, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2012
- [11] Steidl T., Krause P., Balkony i loggie a straty ciepła przez ściany zewnętrzne. Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce 2005, tom 1, str. 315–322
- [12] Bieranowski P., Redukcja mostka cieplnego w istniejącym ustroju konstrukcyjnym poprzez zmianę modelu konstrukcji – balkony, Przegląd Budowlany 3/2015, str. 10–14
- [13] Wójcicki A., Sokołowski K., Naprawa żelbetowych płyt balkonowych w budynkach wielorodzinnych, Zeszyty Naukowe PCz., Budownictwo 2017, str. 325–334