

O celowości rewitalizacji konstrukcji szachulcowych

Dr inż. Edmund Przybyłowicz, Ekspert-Bud-Projekt Firma Wielobranżowa

Dr inż. Daria Horbik, CUTOB-PZITB Sp. z o.o

1. Wprowadzenie

Konstrukcje szachulcowe w Europie mają długoletnią historię sięgającą XIII wieku (szkielet drewniany, wypełniony gliną) aż do burzliwego rozwoju w XVII wieku w Austrii, Niemczech czy Francji. W Polsce tradycja konstrukcji szachulcowych jest związana głównie z Zaborem Pruskim. W Poznaniu wiąże się ona z budownictwem mieszkalnym o charakterze tymczasowym, które było związane z obecnością Twierdzy Poznań – Cytadela. Budynki te były przeznaczone do wyburzenia w przypadku działań wojennych, aby nie zasłaniały pola ostrzału dla dział umieszczonych w Cytadeli.

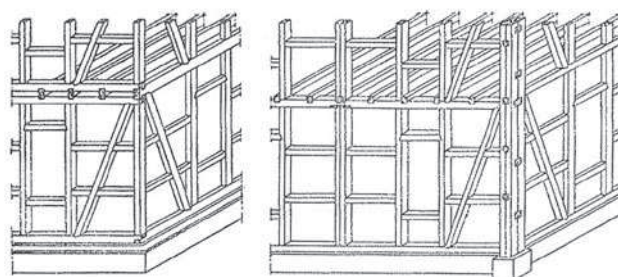
Obiekty tego typu spotkać można głównie na poznańskich Jeźcach. Ich konstrukcję stanowił szkielet drewniany w postaci słupów, zastrzałów, belek poziomych (oczepów) stanowiących podwaliny ścian i stropów, belek poziomych w miejscach nadproży okiennych, drzwiowych i pod oknami wypełniony cegłą o grubości 12 cm, często pokrytych od zewnątrz i wewnątrz zaprawą wapienną. Tego typu obiekty wzniesione w Poznaniu są z końca XIX wieku. Są to więc konstrukcje ponad 100-letnie.

Pełen okres amortyzacji tego typu konstrukcji wynosi od 80 do 150 lat. Natomiast przeciętny okres użytkowania bez kapitalnego remontu jest szacowany od 60 do 80 lat i okres ten przyjmowany jest m.in. jako trwałość stropów [2, 10].

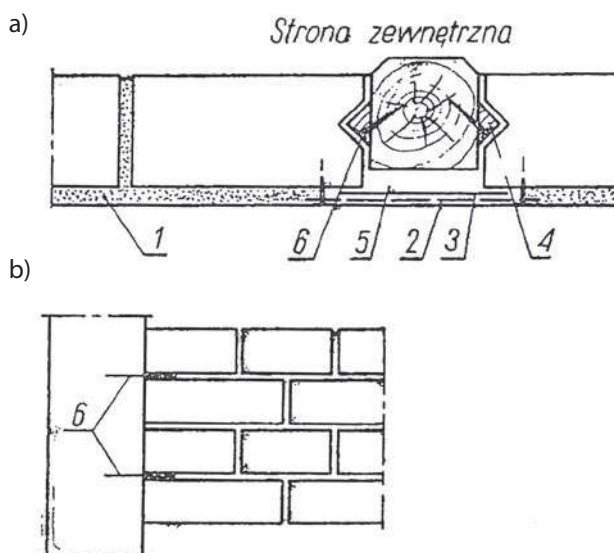
2. Opis konstrukcji budynków szachulcowych (z muru pruskiego)

Konstrukcje budynków szachulcowych były realizowane jako obiekty podpiwniczone, niepodpiwniczone, parterowe i piętrowe.

Część podpiwniczoną realizowano z cegły pełnej i wyprowadzano ściany około 50–70 cm ponad teren, kończąc je stropem zazwyczaj stalowo-ceramicznym (belki stalowe, sklepienie ceglane odcinkowe, polepa podłoga na legarach). Na wysuniętym cokole ¼ cegły wykonywano izolację poziomą, podwalinę z twardego drewna liściastego, a na niej za pomocą złączy ciesielskich, wspomaganymi śrubami lub gwoździami montowano słupy w rozstawie osiowym 1,00–1,20 m, rygle, zastrzały i oczepy, na których wykonywano stropy np. ze ślepym pułapem (budynki mieszkalne), w których na deskach wsuwki umieszczano polepę z gliny zmieszanej z sieczką i legary pod deski podłogowe.



Rys. 1. Szkielet muru szachulcowego w budynkach piętrowych [8]



Rys. 2. Połączenie słupów szkieletu ściany szachulcowej z wypełnieniem ceglany: a) na listwy trójkątne, b) za pomocą gwoździ, 1 – tynk, 2 – siatka, 3 – papa, 4 – listwa, 5 – luz, 6 – gwoździ [8]

W budynkach przemysłowych stosowano stropy tzw. nagie złożone z belek, podłogi o odpowiednich przekrojach i rozstawach dostosowanych do obciążenia, a słupy nośne szkieletu wykonywano jako ciągłe bez złączy np. przez dwie kondygnacje (rys. 1).

Przestrzeń pomiędzy szkieletem drewnianym wypełniano murem grubości ½ lub 1 cegły (rzadziej w starszych obiektach gliną). Należy również podkreślić, że w starszych obiektach nie stosowano pod podwalinami papy, a mury wykonywane były na zaprawie glinianej z dodatkiem żółtek jaj i włosów z sierści końskich. Mury osłaniane były szerokimi okapami dachów chroniącymi je przed zawilgoceniem. Lico ścian murowanych było zazwyczaj nietynkowane. Tynk realizowano

REWITALIZACJA OBSZARÓW ZURBANIZOWANYCH

od wnętrza, wykonując go jako wapienny z zastosowaniem siatki w miejscach belek (rys. 2). Czasami wykonywano również tynk na ścianie od zewnątrz, pozostawiając jednak odsłonięte jej drewniane elementy. Dla polepszenia parametrów cieplnych ścian zewnętrznych stosowano różnego rodzaju sposoby ich ociepleń od wnętrza obiektu.

W podobny sposób realizowano budynki niepodpiwniczone, jedno- i wielokondygnacyjne.

W wyniku działań wojennych część budynków szachulcowych została zniszczona, a część poważnie uszkodzona. Wykonane wtedy ich remonty zrealizowano zazwyczaj z pominięciem zasad sztuki budowlanej.

Uszkodzone elementy drewniane naprawiano za pomocą nakładek i przekładek z desek, łącząc je gwoździami ze szkieletem. Również na złącza gwoździowane wymieniano uszkodzone belki i słupy [1].

Zniszczone tynki wapienne skuwano, zastępując je tynkami cementowymi pokrytymi różnymi boniami, gzymsami, obramowaniami, które nie miały nic wspólnego z pierwotną elewacją obiektu. We wnętrzu np. budynków mieszkalnych likwidowano pomieszczenia WC na półpiętrach, przenosząc je do mieszkań, gdzie lokalizowano również łazienki z natryskami oraz kuchnie, wykonując w nich posadzki betonowe pokryte płytkami, bez stosowania odpowiednich izolacji, które umożliwiłyby samoczynne osuszanie i oddychanie drewna. Ściany zewnętrzne ocieplano podobnie jak stropodachy styropianem osłoniętym płytami g-k na szkielecie z profili stalowych zimnogiętych bądź klejonych na tzw. placki.

Ten stan rzeczy w połączeniu z brakiem dbałości o pokrycia dachowe, obróbki blacharskie, rynny, rury spustowe doprowadził wiele z tych budynków do stanu przedawaryjnego. Te czynniki, w połączeniu z brakiem naturalnej możliwości „oddychania” drewna obudowanego materiałami utrudniającymi dyfuzję pary wodnej, spowodowały rozwój w elementach szkieletu drewnianego różnego rodzaju pleśni i szkodników drewna, które przyczyniły się do nieodwracalnych szkód w tych obiektach.

3. Czynniki powodujące destrukcję budynków o konstrukcji szachulcowej (tzw. muru pruskiego)

Do właściwości fizycznych drewna zaliczamy: gęstość, wilgotność, wytrzymałość. W drewnie rosnącego drzewa woda jest składową częścią żywych komórek. Wywiera ona istotny wpływ na właściwości fizyczne, mechaniczne i trwałość drewna. W drewnie wyróżnia się wodę kapilarną (wolną), która zajmuje wnętrza komórek, higroskopijną, przyłączoną do ścian komórkowych i wodę chemicznie związaną w związkach chemicznych drewna. Wilgotność drewna określa zawarta w nim ilość wody. Wilgotność bezwzględna drewna jest masą wody odniesioną do masy drewna absolutnie suchego.

Wilgotność powyżej 80% to tzw. wilgotny stan ochrony drewna, a wilgotność poniżej 20% to tzw. suchy stan ochrony drewna. Wilgotność drewna w przedziale od 20 do 80% stwarza optymalne warunki do rozwoju grzybów powodujących zgniliznę. Do grzybów niszczących drewno zalicza się grzyb domowy właściwy (stroczek domowy), grzyb domowy biały, grzyb piwniczny (z grzybnią najpierw białą, później szaro-brązową do czarno-brązowej), niszczycę (brak grzybni, owocnik w kształcie półkuli lub podłużny o kolorze żółtym do ciemnobrązowego), ekspansywny grzyb domowy (grzybnie w postaci mat w kolorze żółtej ochry do brązowego, pokryte częściowo kroplami), zgniliznę modrą (powstają mikroskopijne jamy, miękka powierzchnia ma spękania w formie kostki), siniznę (nie niszczy bezpośrednio struktury drewna, zmienia jedynie jego zabarwienie, ale stwarza korzystne warunki dla rozwoju innych grzybów). Grzyby do swojego rozwoju wymagają optymalnej wilgotności: zbyt niskie (poniżej 20%) lub podwyższenie (powyżej 80%) wilgotności drewna zapobiega rozwojowi grzybów (z powodu braku wody lub tlenu). Do porażenia budynku przez grzyby może dojść za pośrednictwem zarodników, grzybni, sznurów, owocników. Grzyby domowe, jako organizmy żywe, mogą rozwijać się jedynie w odpowiednim środowisku i w korzystnych warunkach (obecność pożywienia, odpowiednia wilgotność, odpowiednia temperatura, dostęp powietrza, brak światła, odpowiedni odczyn środowiska). Głównym źródłem pokarmu dla grzybów domowych jest drewno lub inne materiały pochodzenia organicznego, tzn. materiały celulozowe. Grzyby domowe atakują drewno wszystkich gatunków drzew iglastych i liściastych. Grzyby znajdują w komórkach drewna dwa rodzaje substancji pokarmowych: składniki wnętrza komórek i składniki błon komórkowych. Składniki wnętrza komórek są różnego rodzaju. Znajdują się tutaj związki białkowe, skrobia, tłuszcze, cukry, związki mineralne. Jedną z ważniejszych grup szkodników drewna są owady, które wskutek naruszenia struktury drewna obniżają jego wartość techniczną. Zniszczenia powodowane w drewnie przez owady mają charakter mechaniczny. Do najczęściej spotykanych owadów niszczących drewno należy zaliczyć: spuszczela pospolitego, miazgowca brunatnego, kołatka, tykotka pstrego. Przy sporządzaniu orzeczeń mykologiczno-budowlanych podstawowym sposobem diagnozowania jest pobieranie mikroprobek, np. przy użyciu świdra Preslera. Otrzymany z odwiertu materiał zostaje poddany oględzinom makro- i mikroskopowym, w ważeniu w stanie suchym, ewentualnie wykonuje się posiew. Uzyskane w ten sposób informacje pozwalają stwierdzić obecność grzybów, wilgotność drewna, na podstawie której można bezpośrednio wnioskować o rozwoju korozji biologicznej. Obecnie notuje się rozwój innych technik pomiarowych, takich jak: pomiar metodą bezstykową na podstawie strat energii promieniowania mikrofalowego, pomiar metodą bezstykową radiologiczną, pomiar metodą stykową oporu elektrycznego drewna czy też metodą tomografii komputerowej [1, 2, 7, 9, 10].

4. Przykłady uszkodzeń budynków

4.1. Budynek przy ul. Roosevelta 8 w Poznaniu

Obiekt ten jest całkowicie podpiwniczony o ścianach i fundamentach murowanych z cegły, pozbawionych izolacji poziomej i pionowej ze stropami stalowo-ceramicznymi w postaci belek stalowych o profilu dwuteowym, na których opierają się stropy ceglane odcinkowe, łukowe grubości $\frac{1}{4}$ i $\frac{1}{2}$ cegły bądź płyty żelbetowe WPS lub PS, na których wykonano zasypkę z gruzu i podłogę z desek na legarach. Budynek jest obiektem wolno stojącym o rzucie zbliżonym do prostokąta



Rys. 3. Jedno z pomieszczeń piwnicznych



Rys. 4. Widoczne nadpalone elementy drewniane stropu i ściany nad parterem



Rys. 5. Jak na rysunku 4, lecz nad I piętrzem

o wymiarach zewnętrznych – 31,50x16,50 m. Ściana wschodnia sąsiaduje z chodnikiem i jezdnią ulicy. Trójkątowe ściany piwnic są wykonane z cegły pełnej o grubości $1\frac{1}{2}$ i 2 cegieł, ułożonych na zaprawie wapiennej i wapienno-cementowej. Fundamenty w postaci łań ceglanych o szerokości około 50 i 65 cm, posadzone na głębokości poniżej 50–65cm od posadzki, piwnic wykonanej z cegły pełnej grubości 6,5 cm, ułożonej na zaprawie wapienno-cementowej, na podsypce piaskowej stabilizowanej cementem lub w postaci posadzek betonowych.

Ściany części nadziemnej są wykonane w konstrukcji szachulcowej. Tworzą go drewniane krawędziaki o przekroju 12x12 cm i 12x14 cm wypełnione cegłą ceramiczną grubości 12 cm, ułożoną na zaprawie wapiennej. Elementy drewniane od wnętrza pokryte są trzciną osłoniętą siatką stalową, na której ułożono tynk wapienny kat. III gr. 2 cm, a od zewnątrz siatką stalową i tynkiem cementowym o grubości około 3 cm. Stropy kondygnacji nadziemnych wykonane są jako stropy drewniane ze ślepym pułapem.

Stropodach wykorzystywano częściowo na cele mieszkalne i strych. Wykonano go w konstrukcji drewnianej w kształcie mansardowym, strome części pokrywając blachą lub dachówką, a górne płaszczyzny o mniejszym spadku – papą. Wysokość obiektu od poziomu posadzki piwnic do kalenicy dachu mansardowego wynosi około 17 m.

Komunikację pionową zapewniają dwie klatki schodowe o konstrukcji drewnianej z balustradami drewnianymi. Ogrzewanie pomieszczeń zapewniono piecami kafłowymi, a doświetlenie pomieszczeń oknami drewnianymi skrzynkowymi.

Zarówno od strony wschodniej, jak i zachodniej obiektu są wykonane podpiwniczone przybudówki tworzące w poziomie parteru zabudowaną werandę przechodzącą w poziomie piętra w loggie, a w poziomie II piętra w balkon.



Rys. 6. Destrakcja szkieletu drewnianego i wypełniającego go muru w ścianie zewnętrznej. Tynk zewnętrzny trzyma się na siatce stalowej



Rys. 7. Uszkodzenia ściany zewnętrznej północnej połączone z jej odchyleniem od pionu

REWITALIZACJA OBSZARÓW ZURBANIZOWANYCH



Rys. 8. Elewacja wschodnia (od ulicy) i sposób jej tymczasowego zabezpieczenia

Obiekt ten był eksploatowany do połowy lat dziewięćdziesiątych XX wieku, bez przeprowadzania właściwych prac remontowych i konserwacyjnych i ulegał stopniowej degradacji. Wykwaterowano z niego lokatorów i prowizorycznie zabezpieczono wejścia. Wkrótce jednak do obiektu „wprowadzili” się bezdomni, którzy zaczęli systematyczną jego dewastację (powyrywano rury instalacji wodociągowej, częściowo kanalizacyjnej, przewody instalacji elektrycznej, uszkodzono piece, osprzęt kuchenny, skrzydła okien, balustrady schodów, obróbki blacharskie, rury spustowe itp.). Osoby bezdomne wznęciły kilka pożarów, które zostały ugaszone za pomocą wody przez straż pożarną. Budynek był też zalewany wodą opadową przez nieszczelności dachu. Popadał w stopniową ruinę, choć był i jest wpisany do rejestru zabytków Poznania. W 2015 r. znalazł się nabywca tego obiektu, który po opracowaniu szeregu ekspertyz przygotował projekt odtworzenia przedmiotowego obiektu idealnie w oryginalnym kształcie i jego secesyjnym wyglądzie, lecz bez wykorzystania całkowicie zniszczonej jego drewnianej konstrukcji szkieletowej, którą eksperci zakwalifikowali do rozbiórki. Nie spotkało się to z akceptacją miejskiego konserwatora zabytków. Po przebudowie obiekt miał funkcjonować jako hotel.

Przeprowadzone ekspertyzy wykazały zawilgocenia murów piwnic >12%, korozję stalowych belek stropowych nad piwnicą około 50% przekroju, obecność grzyba domowego i pleśni na murach i elementach szkieletu drewnianego i belek stropowych, porażenie drewna przez szkodniki drewna (spuszczel i kołatek), zawilgocenie drewna rzędu 25%, zbutwienie niektórych przekrojów w 80%, nadpalenia belek stropowych w 60–70% przekrojów niektórych fragmentów ich konstrukcji objętych pożarem.

Ekspertyzy wykazały także, że nośność niektórych elementów konstrukcji szachulcowej była od początku realizacji obiektu niedostateczna, co rzutowało na jej spękania i deformacje.

Aktualnie niektóre ściany zewnętrzne obiektu są wychylone od pionu ponad 12 cm. Występują spękania tynków

zewnętrznych i wewnętrznych. Przez powstałe szczeliny penetruje do wnętrza przekrojów ścian woda opadowa, pogłębiając dalszą destrukcję drewna. Budynek nie nadaje się do remontu i stwarza zagrożenie bezpieczeństwa – może wystąpić katastrofa budowlana. Powiadomiono o tym fakcie nadzór budowlany.

Stan opisanego obiektu przedstawiono na rysunkach 3–8.

4.2. Budynek przy ul. Zwierzynieckiej 39 w Poznaniu

Obiekt ten ma wymiary w planie 30,6x12,5 m i jest zróżnicowany wysokościowo (4 i 5 kondygnacji). Jest całkowicie podpiwniczony. Ma ściany fundamentowe murywane z cegły pełnej o grubości 38 i 25 cm na zaprawie wapiennej, które spoczywają na ławach ceglanych posadowionych na glinach piaszczystych. Ściany wymurowano około 40 cm ponad teren, nie wykonując na nich izolacji pionowej i poziomej. Oparto na nich konstrukcję stropów drewnianych ze ślepym pułapem, na którego deskach ułożono polepę z gliny. Na ścianach murywanych piwnic oparto belki oczepowe, słupy i zastrzały drewniane o przekroju 14x14 cm, stanowiące konstrukcję szkieletową nadziemnych i wewnętrznych ścian budynku wypełnioną cegłą pełną o grubości 12 cm, układaną na zaprawie wapiennej. W obrębie otworów okiennych umieszczono dodatkowe drewniane belki poziome tworzące nadproża.

Od strony elewacji frontowej północnej (od ulicy) elementy drewniane są pokryte siatką stalową i otynkowane wraz z murem tynkiem cementowym, boniowanym. Elewację wzbogacono dodatkowo gzymsami (podwójnymi w poziomie ścian podokiennych I piętra i pośrednimi, umieszczonymi w poziomie parapetów II, III i IV piętra). Od strony wnętrza budynku na konstrukcję szkieletową nabitą poziome łąty drewniane o przekroju 3x5 cm, rozmieszczone co 1,20–1,50 m, a do nich deski grubości 2,5 cm pokryte tynkiem na trzcinie grubości około 2 cm. Ściany kondygnacji nadziemnych mają wysokość 2,80–3,20 m. Poszczególne kondygnacje budynku są oddzielone od siebie stropami o identycznej konstrukcji jak nad piwnicami. Komunikację pionową umożliwiają dwie klatki schodowe o konstrukcji drewnianej, dwubiegowe dostępne od ulicy i podwórka. Podwórko jest również dostępne dla samochodów poprzez bramę wjazdową, przelotową, umieszczoną przy jednej z klatek schodowych. Na półpiętrach schodów umieszczono pomieszczenia WC, wspólne dla kilku mieszkań, które po przeprowadzonej modernizacji części mieszkań są wykorzystywane jako pomieszczenia gospodarcze. Klatki schodowe doświetlone są oknami krosnowymi drewnianymi, pojedynczo szklonymi, a mieszkania oknami drewnianymi skrzynkowymi, które część lokatorów wymieniła na zespolone z profili PCW.

W ramach modernizacji poszczególnych mieszkań część lokatorów ułożyła na deskach podłogowych: wykładziny rulonowe z PCW, dywanowe, panele podłogowe, a nawet



Rys. 9. Uszkodzenia tynków zewnętrznych na ścianach budynku połączone z deformacjami szkieletu drewnianego



Rys. 10. Uszkodzenia tynków i konstrukcji ścian od strony podwórza



Rys. 11. Zawilgocona ściana piwnic, zarwany strop drewniany nad piwnicą podparty słupem drewnianym, który zbutwiał

plytki terakotowe (pomieszczenia kuchni i łazienek przebudowanych z pokoi). Docieplono również w części mieszkań ściany zewnętrzne od wewnątrz styropianem klejonym na placki do istniejących tynków i pokrytych warstwą tynku ułożoną na siatce z włókna szklanego bądź wykonano szkielet z profili stalowych zimnogiętych osłoniętych płytą GK, za którą wstawiono styropian o grubości 3–4 cm. Budynek przekryto dwuspadowym dachem płatiwio-kleszczowym krytym papą na deskowaniu ze ściankami kolankowymi o grubości 12 cm. W przestrzeni stropodachowej

umieszczono pomieszczenia strychu (suszarnie, pralnię, pomieszczenia gospodarcze), a część pomieszczeń przystosowano do celów mieszkalnych. Budynek wyposażony jest w instalację wod.-kan., elektryczną, gazową, telefoniczną, domofonową. Pomieszczenia mieszkalne są ogrzewane piecami kaflowymi węglowymi lub wyposażonymi w elektryczne spirale grzewcze. Instalacja gazowa wykorzystywana jest do zasilania kucharek gazowych i pieców gazowych podgrzewających wodę do łazienek i celów kuchennych. Budynek nie ma instalacji odgromowej i RTV. Wodę deszczową odprowadzono do rynien i rur spustowych podłączonych do kanalizacji deszczowej umieszczonej w ulicy.

Obecnie stan obiektu stwarza zagrożenie bezpieczeństwa dla zamieszkujących go ludzi z powodu bardzo złego stanu ścian zewnętrznych, destrukcji stropów nad piwnicami, uszkodzeń biologicznych drewna zarówno w szkielecie nośnym ścian, jak i stropów (zawilgocenia niektórych elementów drewnianych sięgają 30%, powodując butwienie i zgniliznę drewna). Destrukcja konstrukcji obiektu jest wywołana poprzez uszkodzone obróbki blacharskie, parapety, rury spustowe. Powoduje to spękania i odpadanie tynków, co stwarza możliwość migracji wody opadowej do wnętrza ścian. Powstawaniu uszkodzeń sprzyja intensywny ruch tramwajów i samochodów, a także przeprowadzony remont ulicy, w wyniku którego zmieniono m.in. poziom kanalizacji deszczowej, którą ułożono wyżej w stosunku do poprzedniego jej poziomu, co uniemożliwiło odwodnienie terenu podwórka.

Stan obiektu przedstawiono na rysunkach 9–13. Wykonane ekspertyzy przedmiotowego obiektu w 2002 i 2017 r. ukazały postępującą destrukcję budynku i jej przyczyny. Ten stan rzeczy stwarza zagrożenie bezpieczeństwa dla zamieszkujących go lokatorów. Celowość wykonania remontu tego obiektu pod względem ekonomicznym jest całkowicie nieopłacalna, gdyż wiązałaby się ona



Rys. 12. Zbutwiałe elementy stropu i ściany w jednym z mieszkań na IV piętrze



Rys. 13. Stan obróbek blacharskich gzymsu, parapetu, ościeża okiennego, okna w jednym z mieszkań od ulicy

REWITALIZACJA OBSZARÓW ZURBANIZOWANYCH

praktycznie z jego rozbiórką i odtworzeniem nowej konstrukcji szachulcowej o wątpliwych walorach architektonicznych. Należy zaznaczyć, że po przeciwnej stronie ul. Zwierzynieckiej i dalej wzdłuż ul. Kraszewskiego rozebrano budynki o podobnej konstrukcji, będące nawet w lepszym stanie technicznym i w ich miejsce wybudowano budynki mieszkalne o architekturze odbiegającej od istniejącej dawnej zabudowy.

5. Podsumowanie

Z zamieszczonych powyżej przykładów jak i wcześniej przedstawionych treści artykułu nasuwają się poniższe wnioski.

- Budynki o konstrukcji szachulcowej powstałe w końcu XIX i początku XX wieku w zabudowie miejskiej Poznania, służące celom mieszkalnym miały charakter tymczasowy.
- Odbudowa tych budynków po drugiej wojnie światowej odbyła się z pominięciem zasad obowiązujących przy konstruowaniu tych budynków, co spowodowało destrukcję elementów szkieletu drewnianego, objawiającą się korozją biologiczną i niszczeniem drewna przez owady.
- Niewłaściwa eksploatacja tych obiektów, połączona z brakiem systematycznie przeprowadzanych remontów bieżących i remontów kapitalnych, doprowadziła budynki tego typu do stanu przedawaryjnego.
- Restaurowanie wadliwie odbudowanych po działaniach wojennych obiektów o konstrukcji szachulcowej, z zachowaniem

pierwotnej ich funkcji jest niecelowe z punktu ekonomicznego, stąd budynki te należałoby rozebrać.

- W miejsce obiektów rozebranych powinny być budowane nowe budynki o funkcji mieszkalnej bądź usługowej, z zachowaniem historycznego secesyjnego wyglądu elewacji o konstrukcji tradycyjnej z elementami budownictwa uprzemysłowionego.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Brandt K. S., Konstrukcje budowlane. Naprawa, wzmacniania, przeróbki, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1972
- [2] Brol J., Wzmocnienia konstrukcji drewnianych. Zabezpieczenia istniejących konstrukcji drewnianych przed korozją biologiczną i ogniem, Materiały Konferencyjne XXX Jubileuszowych Warsztatów Pracy Projektanta Konstrukcji, PZITB Bielsko Biala, tom. I, Szczyrk 25–28 marca 2015 r.,
- [3] Brol J., Skuteczność wzmacniania belek drewnianych taśmami CFRP. VII Konferencja Naukowa Drewno i materiały drewnopodobne w konstrukcjach budowlanych, Szczecin-Międzyzdroje 12–13 maja 2006 r.
- [4] Jasieńko J., Naprawa i wzmacnianie zginanych belek drewnianych, Materiały Budowlane 5/2000
- [5] Liszkowski Cz., Stelmaszczyk G., Zabezpieczenie eksploatacyjne, remonty i modernizacje obiektów budowlanych, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce, 2004
- [6] Maślowski E., Spiżewska D., Wzmocnianie konstrukcji budowlanych, Arkady, Warszawa, 2000
- [7] Ważny J., Karyś J., Ochrona budynków przed korozją biologiczną, Arkady, 2001
- [8] Żencykowski W., Budownictwo ogólne. Tom III pod kierunkiem prof. W. Michniewicza, Arkady, Warszawa, 1967
- [9] Zyska B., Zagrożenie biologiczne w budynku Arkady, Warszawa, 1999
- [10] Katalogi firmy REMMERS – Renowacja Drewna, Dekoracyjne systemy przeciwogniowej ochrony drewna

www.kongreszeglugi.pl

II Kongres
Żeglugi Śródlądowej
- w stronę korzyści -
17 – 19 września 2019 r. / Opole

Śląskie Centrum Logistyki S.A. w Gliwicach