

1. Podstawa opracowania

Ekspertyzę wykonano na podstawie zlecenia Wspólnoty Mieszkaniowej przy ul. Sienkiewicz 9 w Szczawnie Zdroju

2. Cel ekspertyzy

Celem opracowania jest ocena stanu technicznego stropu tarasu w budynku przy ul. Sienkiewicz 9 w Szczawnie Zdroju oraz podanie sposobu wzmocnienia skorodowanych belek stalowych stropu jak również naprawy izolacji poziomej przeciwwilgociowej płyty .

3. Akty prawne i dokumenty przywołane lub wykorzystane w opracowaniu

- ✚ Ustawa z 7 lipca 1994r. Prawo Budowlane;
- ✚ Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r w; sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie;
- ✚ Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych;
- ✚ Dokumentacja fotograficzna;
- ✚ Inwentaryzacja obiektu w obszarze płyty tarasowej;
- ✚ Oględziny przedmiotowego obiektu;
- ✚ Polska norma PN-80/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie;
- ✚ Polska norma PN-74/B-02009 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia stałe i zmienne;

4. Opis techniczny

Budynek przy ul. Sienkiewicza 9 to obiekt trzykondygnacyjny wykonany w technologii tradycyjnej. Ściany murowane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo wapiennej. Elewacja tynki gładkie. Połacie dachowe kryte dachówką ceramiczną karpiówką w koronkę. Przedmiotem opracowania jest remont izolacji przeciwwilgociowej tarasu. Teras nad pomieszczeniem użytkowym wykonany na stropie ceramicznym Kleina na belkach stalowych. Belki stalowe wykonano z dwuteowników normalnych I220 w rozstawie co 110cm. Płytę ceramiczną Kleina wykonano z pustaków ceramicznych. Balustrady tarasowe wykonane w formie ceramicznego muru zwieńczonego obróbką blacharską wykonaną z blachy stalowej ocynkowanej. Mur o grubości 25cm tynkowany tynkiem gładkim cementowo wapienny. Na murku wykonano gzyms z opierzeniem z blachy ocynkowanej. Część balustrad stalowych kutych. Izolacja przeciwwilgociowa tarasu wykonana z papy asfaltowej na lepiku. Gzyms pod balustradą stalową wykonany z cegły ceramicznej pełnej. Gzyms z obróbką blacharską.



taras budynku przy ul. Sienkiewicza 9 Szczawno Zdrój

Uszkodzona izolacja przeciwwilgociowa płyty tarasowej spowodowała korozję stalowych belek stropowych płyty tarasowej oraz zniszczenie i odspojenie tynków elewacji.

5. Przyczyny i rodzaj uszkodzenia

Uszkodzona izolacja pozioma przeciwwilgociowa wykonana z papy asfaltowej na lepiku spowodowała penetrację wody do płyty stropowej tarasowej a w konsekwencji znaczną korozję dwóch belek stropowych płyty.

Silnie skorodowane belki stropowe. Znaczne zawilgocenie piwnic doprowadziło do korozji wgłębnej. Taki rodzaj korozji powoduje utratę nośności belki stropowej.



Zdjęcie powyżej pokazuje korozję powodującą zniszczenie całkowite dolnych półek belek dwuteownikowych płyty stropowej tarasu.

Korozją nazywamy proces niszczenia metali oraz ich stopów, na skutek chemicznego lub elektrochemicznego działania otaczającego ich ośrodka. Niszczenie metalu zaczyna się od powierzchni metalu, które w dalszym etapie posuwa się głębiej w przekrój elementu. Niszczeniu towarzyszy na ogół zmiana wyglądu powierzchni, np. powstawanie rdzy na stali będącej produktami jego utleniania.

Biorąc pod uwagę geometrię i lokalizację obszarów zmian korozyjnych oraz uwarunkowania zachodzących zjawisk można wyróżnić następujące podstawowe rodzaje korozji:

- korozja ogólna (równomierna),
- korozja międzykrystaliczna,
- korozja wżerowa,
- korozja selektywna,
- pękanie korozyjne,
- korozja wodorowa,
- korozja szczelinowa,
- korozja gazowa (wysokotemperaturowa).

W analizowanym przypadku mamy do czynienia z korozją ogólną.

Korozja ogólna charakteryzuje się równomiernym ubytkiem materiału warstwy wierzchniej na skutek reakcji składników stali z agresywnymi składnikami środowiska zewnętrznego.

Ulegają jej materiały o niskiej odporności na korozję, np. stale zwykłej jakości oraz niestopowe i niskostopowe stale wyższej jakości w atmosferze i w wodzie, większość stopów metali w środowiskach agresywnych.

Tworzące się produkty korozji są słabo związane z podłożem i ze względu na dużą porowatość nie stanowią bariery ochronnej zapobiegającej dalszemu utlenianiu.

Przyczyną korozji stalowych belek stropowych jest zwiększony poziom wilgoci w piwnicach oraz brak zabezpieczenia antykorozyjnego elementów stalowych.

Należy obniżyć poziom zawilgocenia piwnic poprzez stosowanie metod nieinwazyjnych lub wykonanie drenażu opaskowego z izolacjami przeciwwilgociowymi.

Stalowe konstrukcje belek stropowych i nadproży należy zabezpieczyć antykorozyjnie.

Jednym ze sposobów zabezpieczenia antykorozyjnego jest zastosowanie powłok ochronnych. Powłoki ochronne stosowane jako ochrona czasowa lub trwała, ze względu na skład chemiczny dzieli się na: organiczne (malarskie i z tworzyw sztucznych), niemetalowe i metalowe.

- Powłoki malarskie wytwarza się jako jednowarstwowe lub wielowarstwowe. Powłoki wielowarstwowe składają się z warstwy podkładowej, zwanej też gruntową, warstw pośrednich i warstwy nawierzchniowej. Materiały stosowane na poszczególne typy warstw to farby, lakiery i emalie. Farby są to wyroby malarskie składające się ze spoiwa, pigmentów i wypełniaczy. Lakiery są to roztwory substancji błonotwórczych (spoiw) w rozpuszczalnikach. Emalie zawierają spoiwo lakierowe oraz pigmenty i wypełniacze, ale w ilościach mniejszych niż w farbach. Farby podkładowe stosuje się jako okresowe, np. na czas montażu lub reaktywne, jako podkład przed dalszym malowaniem. Farby podkładowe, ze względu na ich właściwości, dzieli się na

izolujące, pasywujące i protektorowe. Farby podkładowe izolujące izolują podłoże mechanicznie i elektrycznie od środowiska. Zawierają pigmenty obojętne, np. biel tytanowa, tlenek żelaza, biel cynkową. Farby podkładowe pasywujące działają izolująco i pasywująco powodując tworzenie się warstewki tlenków i soli metalu. Pigmenty w tych farbach są silnymi utleniaczami, np. minia ołowiowa, chromian cynku, chromian ołowiu, hydroksysianczan ołowiu.

- Powłoki niemetalowe - zaletami materiałów niemetalowych stosowanych jako powłoki ochronne są:
 - dobra odporność na korozję atmosferyczną i czynniki chemiczne;
 - dobre właściwości izolacyjne, elektryczne i cieplne;
 - estetyczny wygląd.

Jako powłoki niemetalowe stosuje się emalie techniczne, tworzywa sztuczne, gumy, pokrycia izolacyjne wieloskładnikowe.

- Powłoki z tworzyw sztucznych są stosowane w bardzo szerokim zakresie i wykazują stałą tendencję rozwoju ze względu na szereg zalet. Tworzywa sztuczne stosowane na powłoki ochronne dzieli się na trzy grupy: termoutwardzalne, termoplastyczne i chemoutwardzalne. Na powłoki z tworzyw sztucznych stosuje się: *polichlorek winylu, polietylen, polipropylen, poliamidy, polimery fluorowęglowe,*

6. Wpływ korozji na obniżenie wytrzymałości konstrukcji

Tak znaczna korozja dolnych półek dwuteownikowych belek stropowych nie pozostaje bez wpływu na ich walory wytrzymałościowe.

Podstawowe warunki wytrzymałościowe

Rozróżniamy dwa rodzaje prostych stanów naprężeń które występują w omawianym przypadku belek stropowych tarasowych przy ul. Sienkiewicza 9 w Szczawnie Zdroju.

- naprężenia normalne, w których obciążenie oddziałuje w kierunku prostopadłym do rozpatrywanego przekroju
- naprężenia styczne, w których obciążenie oddziałuje równoległe do rozpatrywanego przekroju

Belki stropowe poddane są naprężeniom normalnym na zginanie .

Warunek wytrzymałościowy naprężeń normalnych na zginanie ma postać:

$$\sigma_g = \frac{M}{W_x} \leq k_g$$

gdzie:

σ_g – naprężenia normalne zginające w [Pa],

M – moment zginający przekrój w [Nm],

W_x – wskaźnik wytrzymałości przekroju na zginanie [m³],

k_g – naprężenia dopuszczalne na zginanie w [Pa]

Warunek wytrzymałościowy naprężeń stycznych na ścinanie ma postać:

$$\tau_t = \frac{F}{S} \leq k_t$$

gdzie:

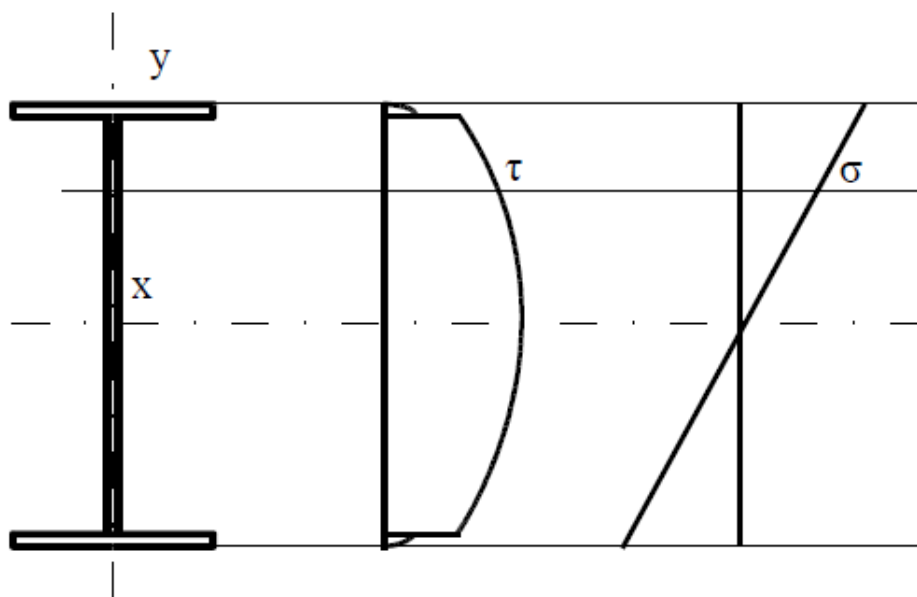
τ_t – naprężenia styczne w [Pa],

F – siła w [N],

S – przekrój na który działa siła F wyrażony w [m²],

k_t – naprężenia dopuszczalne na ścinanie w [Pa]

Brak dolnych pólek belek dwuteowników ma istotny wpływ na zmniejszenie momentu bezwładności względem osi x a tym samym na zmniejszenie wskaźnika wytrzymałości na zginanie W_x . Dolne i górne półki dwuteowników mają niewielki wpływ na wielkość naprężeń stycznych. Naprężenia styczne głównie przenoszą środniki belek dwuteowych,



*Wykresy naprężeń
normalnych i stycznych
dla przekroju
dwuteownikowego*

Z wykresów wytrzymałościowych wynika, że maksymalne naprężenia normalne występują w obrębie górnej i dolnej półki dwuteowników. Naprężenia te powstają w wyniku obciążenia belki obciążeniem równomiernie rozłożonym, a zatem ich maksimum przypada w środku rozpiętości belki.

Innymi słowy brak pólki a zwłaszcza dolnej półki znacznie osłabia belkę i wpływa na obniżenie jej nośności a tym samym wytrzymałości.

Naprężenia styczne potocznie zwane naprężeniami ścinającymi swoje maksimum osiągają w poziomej osi symetrii przekroju potocznie w środku wysokości belki – w środniku. Wpływ dolnej i górnej półki na wytrzymałość na ścinanie jest znikoma. Praktycznie całe naprężenia styczne przenosi środnik belki dwuteowej. Największe naprężenia styczne występują w strefie przypodporowej.

Jeżeli środnik belki stropowej dwuteowej nie jest skorodowany to problem wytrzymałości na ścinanie należy pominąć.

W przypadku skorodowanej dolnej półki należy rozwiązać problem utraty wytrzymałości na zginanie.

Belkę stropową wykonaną z dwuteownika normalnego I220. Moment bezwładności I_x dla I220 wynosi 3060cm⁴, wskaźnik wytrzymałości W_x wynosi 278cm³

Po całkowitym zniszczeniu dolnej półki przez korozję praktycznie pozostał przekrój teowy jako element nośny.

Przeliczając moment bezwładności tego przekroju wzorami Steinera otrzymujemy $I_x = 1614 \text{ cm}^4$

To blisko dwukrotne zmniejszenie momentu bezwładności; wskaźnik wytrzymałości $W_x = 104,2 \text{ cm}^3$. Brak dolnej półki zmniejsza wskaźnik wytrzymałości o 174 cm^3 . Taki stan zmniejsz wskaźnik wytrzymałości o 62% a to zmniejsza nośność na zginanie ponad dwukrotnie.

7. Sposób wzmocnienia belek stropowych

Stalowe elementy konstrukcyjne można wzmacniać poprzez dospawanie innych elementów stalowych. Tak powstały nowy zwiększony przekrój poprzeczny przelicza się wzorami Steinera na moment bezwładności i wskaźnik wytrzymałości.

Jeżeli nie ma możliwości trwałego połączenia np. poprzez spawanie zniszczonych elementów przekroju z nowymi – wzmocnienie uzyskuje się poprzez odpowiednie podparcie istniejących elementów. W takim przypadku liczy się wskaźniki poszczególnych przekrojów i sumuje się. Jest to mniej korzystne rozwiązanie w stosunku do trwałego połączenia ale w niektórych przypadkach jedyne możliwe do zastosowania.

W przypadku wzmocnienia istniejących belek stropowych płyty tarasowej w budynku Sienkiewicza 9 w Szczawnie Zdroju należy pod „zniszczone” belki stropowe „podłożyć” stalowe belki dwuteownikowe typu HEB 140 wsparte na elemencie podporowym. Sposób wzmocnienia belek stropowych w projekcie wykonawczym.

Obliczony wskaźnik wytrzymałości uzyskanego elementu nośnego (przekrój teowy otrzymany z dwuteownika bez dolnej półki) i HEB 140 przeniesie obciążenia stropu tarasu.

Elementy podporowe montowane będą do ściany nośnej przy użyciu kotew chemicznych. Kotwy chemiczne to określenie elementów montażowych, tj. pręty gwintowane, czy zbrojeniowe oraz pozostałych zamocowań - kotwionych w podłożu za pomocą masy chemicznej na bazie żywicy. Kotwienie odbywa się na zasadzie wklejania i następnie zastygania żywicy, która bardzo często jest twardsza i mocniejsza od samego podłoża. To z kolei pozwala tworzyć przy jej pomocy zamocowania bardzo odpowiedzialne i wymagające szczególnych parametrów wytrzymałościowych. Możliwe jest także powstawanie zamocowań usytuowanych bardzo blisko krawędzi podłoża, co w przypadku kotew mechanicznych jest często całkowicie niewykonalne. Kotwy chemiczne można stosować

w betonie, kamieniu, cegle pełnej, jak i w materiałach posiadających puste przestrzenie, tj. cegła zwana dziurawką, silka, pustaki stropowe i inne. Najlepsze parametry wytrzymałościowe osiąga się przy zastosowaniu kotew w materiałach pełnych. W pozostałych przypadkach – o wytrzymałości zamocowania decyduje niemal w stu procentach wytrzymałość podłoża. Kotwy są najbardziej pewne i bezpieczne, kiedy zostaną odpowiednio zadozowane i użyte z odpowiednim prętem oraz dobrze przygotowanym otworem dla niego.

Niezależnie od tego, czy montaż będzie prowadzony w podłożu pełnym, czy posiadającym wolne przestrzenie – przed zastosowaniem kotwy chemicznej – warto poznać ogólne zasady powstawania solidnych i wytrzymałych połączeń. Przede wszystkim przed zadozowaniem masy do otworu należy zwracać uwagę na staranne wymieszanie żywicy z utwardzaczem. Istotne jest także dokładne oczyszczenie otworu ze zwiercin, które powstają w czasie jego wykonywania.

Kotwienie chemiczne daje możliwość zamocowania gwintowanego trzpienia bezpośrednio w betonie lub w materiałach pełnych. Dopuszczalne są znaczne obciążenia, a kotwy są praktycznie niezniszczalne. Mocowanie odbywa się w 5 etapach:

1. Wywiercenie otworu wiertarką udarową,
2. Staranne wyczyszczenie otworu,
3. Wypełnienie otworu zaprawą FIS VS 100C lub FIS P 300P
4. Włożenie gwintowanego trzpienia,
5. Dokręcenie mocowanego elementu po stwardnieniu wypełniacza.

Otwory pod pręty gwintowane M20 wykonać wiertłem o średnicy $\phi 22$; głębokość otwory a tym samym głębokość kotwienia w ścianie zewnętrznej szczytowej 30cm a w ścianach wewnętrznych przelotowo.

SZCZEGÓŁOWY SPOSÓB WZMOCNIENIA BELEK STALOWYCH ORAZ WYKONANIE IZOLACJI PRZECIWWILGOCIOWEJ POZIOMEJ PŁYTY TARASOWEJ BUDYNKU PRZY UL. SIENKIEWICZA 9 W SZCZAWNIE ZDROJU POKAZANO NA PROJEKCIE WYKONAWCZYM

8. Technologia montażu belek wzmacniających HEB

Belki stropowe - przed zamontowaniem belek (podpierających) stropowych HEB oraz elementów podporowych należy usunąć skorodowane i rozwarstwione elementy belek istniejących. Tak oczyszczoną konstrukcję belek zabezpieczyć antykorozyjnie powłokami malarskimi wielowarstwowymi. Kolejnym etapem jest montaż belek HEB i elementów podporowych. Przed montażem elementów podporowych belki HEB „podłożyć wzdłużnie” pod uszkodzone istniejące belki stropowe i podeprzeć stemplami. Po wykonaniu kotew chemicznych (utwardzeniu kotwy) podparcie belek HEB zdemontować. Ewentualne szczeliny powstałe między istniejącymi belkami stropowymi a belkami HEB szczelnie klinować blachą stalową. Całość konstrukcji zabezpieczyć antykorozyjnie.

9. Uszkodzenie izolacji przeciwwilgociowej

Izolację przeciwwilgociową wykonano z papy asfaltowej na lepiku. Na izolacji wykonano posadzkę z zaprawy cementowej. Izolacja przeciwwilgociowa miejscowo została uszkodzona. Penetracja wody opadowej do płyty stropowej tarasu spowodowała uszkodzenie zarówno części stalowych belek stropowych dwuteownikowych jak również pustaków ceramicznych płyty stropowej tarasu. Nieszczelne obróbki blacharskie okapowe spowodowały również penetracje wilgoci na ceramiczny gzyms okapowy tarasu a w konsekwencji miejscowe wylasowania i wykruszenia cegieł gzymsu.

Prace naprawcze izolacji poziomej przeciwwilgociowej polegać będą na skuciu wierzchniej posadzki jastrychowej płyty tarasowej, zdemontowaniu izolacji przeciwwilgociowej wykonanej z papy asfaltowej, zdemontowaniu płyty dociskowej oraz izolacji termicznej. Po sprawdzeniu stanu technicznego płyty spadkowej umiejscowionej na pustakach ceramicznych odtworzone zostaną wszystkie warstwy tarasu według nowoczesnej technologii. I tak izolacja termiczna zostanie wykonana z płyt poliuretanowych typu PIR o grubości 8cm. Płyta dociskowa wykonana zostanie z zaprawy do wytwarzania szybkosprawnych jastrychów typu ASO-EZ2-Plus lub z tradycyjnych jastrychów cementowych. W obu przypadkach płytę dociskową należy zbroić siatką stalową. Izolację poziomą przeciwwilgociową należy wykonać z dwuskładnikowej elastycznej zaprawy uszczelniającej AQUAFIN – 2K. Płytki posadzki wierzchniej klejone będą elastycznym klejem do płytek UNIFIX-2K/6.



na zdjęciu widoczny wyciek lepiku izolacji przeciwwilgociowej



widoczne wylasowane i uszkodzone cegły gzymsu okapowego płyty tarasowej



miejscowo uszkodzone pustaki ceramiczne płyty Kleina



uszkodzenia izolacji poziomej oraz obróbek blacharskich spowodowały zniszczenie tynków elewacji

Prace naprawcze ceramicznych pustaków płyty tarasowej polegać będą na zamontowaniu na spodniej części płyty siatki stalowej a następnie wzmocnieniu ich metodą torkretowania zaprawą cementową.



Wszystkie spękania ściany w pomieszczeniu użytkowym należy przemurować cegłą pełną.

Wnioski końcowe

- bezpośrednią przyczyną uszkodzenia stalowych belek stropowych płyty tarasowej jest uszkodzenie izolacji przeciwwilgociowej poziomej płyty
- naprawa belek polegać będzie na podparciu wzdłużnym istniejących belek projektowanymi belkami HEB wspartymi na elementach wsporczych
- całość naprawionej konstrukcji jak i istniejącej konstrukcji belek należy zabezpieczyć antykorozyjnie
- prace powyższe należy wykonać po wymianie poziomej izolacji przeciwwilgociowej płyty tarasowej
- spękanie ściany należy przemurować cegłą pełną na grubość 25cm

W przypadku wystąpienia odmiennych warunków niż założone w ekspertyzie powiadomić autora opracowania.

maj 2020r