

# PRZYKŁADY MODERNIZACJI I NAPRAW OBIEKTÓW BUDOWLANYCH

**Dariusz TOMASZEWICZ\***

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok  
Wydział Techniczny, Wyższa Szkoła Agrobiznesu, ul. Studencka 19, 18-402 Łomża

**Streszczenie:** Artykuł dotyczy zakresu i analizy opłacalności modernizacji i napraw dwóch obiektów: budynku leśniczówki oraz domu wielorodzinnego. Remonty polegają na naprawie uszkodzeń w istniejącej części leśniczówki przed dobudowaniem nowej części obiektu oraz na adaptacji pomieszczeń mieszkalnych budynku wielorodzinnego na lokale handlowo-usługowe.

*Słowa kluczowe:* modernizacja obiektów budowlanych, remonty, analiza opłacalności.

## 1. Wprowadzenie

Stosuje się różne metody napraw i wzmocnień budynków w zależności od rodzaju uszkodzeń obiektu. Działania związane z utrzymaniem obiektów budowlanych przedstawione są w pracy Runkiewicza (2006) oraz zdefiniowane zostały w normie PN-ISO 15686-1:2005 *Budynki i budowle. Planowanie okresu użytkowania. Część 1: Zasady ogólne*.

W celu sprawdzenia opłacalności remontów lub modernizacji zarządcy powinni zastosować następujący rachunek efektywności:

$$R < J - J \cdot E \quad (1)$$

gdzie:  $R$  jest szacunkową wysokością potrzebnych nakładów na 1 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej,  $J$  jest kosztem budowy 1 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej nowego budynku według lokalnych warunków cenowych,  $E$  jest czynnikiem dyskontującym, zależnym od okresu użytkowania budynku po remoncie lub modernizacji (Jaworowski, 1999; Zbrożek, 2001).

Jeżeli nierówność (1) zostanie spełniona, wówczas modernizacja jest opłacalna. W przypadku niespełnienia warunku (1) budynek należy rozebrać, po uprzednim zgłoszeniu do odpowiednich władz nadzoru budowlanego (Jaworowski, 1999; Zbrożek, 2001).

Każdy budynek wskutek niewykonywania bieżących napraw i konserwacji konstrukcji stopniowo ulega niszczeniu i degradacji (rys. 1).



Rys. 1. Budynek przed modernizacją, zlokalizowany przy ul. Rządowej w Łomży (Tomaszewicz, 2007)

## 2. Naprawa i modernizacja budynku leśniczówki

### 2.1. Charakterystyka budynku

Budynek leśniczówki (rys. 2) jest obiektem wolnostojącym, podpiwniczonym w części dobudowanej. W rzucie z góry stanowi prostokąt o wymiarach: 884 cm × 1100 cm. Budynek został rozbudowany w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku w związku z koniecznością zapewnienia kwater łowieckich dla myśliwych przyjeżdżających na polowania. Budynek ma mieszany układ konstrukcyjny. Elementami nośnymi są ściany zewnętrzne poprzeczne (szczytowe) i ściany podłużne. Ławy fundamentowe są żelbetowe o wymiarach przekrojów poprzecznych ław pod ścianami nośnymi zewnętrznymi 40 cm × 75 cm i pod innymi ścianami nośnymi 40 cm × 80 cm.

\* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: d.tomaszewicz@doktoranci.pb.edu.pl



Rys. 2. Leśniczówka w Baczach Mokrych

Ściany piwnic w dobudowanej części budynku wykonano z bloczków betonowych M-4 i M-2 na zaprawie cementowej, z izolacją cieplną z płyt styropianowych gładkich EPS S 042 FASADA-STYR PREMIUM o grubości 5 cm. Grubość trójwarstwowych ścian zewnętrznych piwnic wynosi 41 cm (24 cm + 5 cm + 12 cm), a ścian wewnętrznych 25 cm.

Ściany zewnętrzne parteru o grubości 41 cm, również trójwarstwowe, wykonane są z betonu komórkowego YTONG (17,5 cm bloczek + 8 cm pustka powietrzna + 15 cm bloczek). Ściany wewnętrzne nośne mają grubość równą 25 cm, ścianki działowe – 12 cm.

Ściany wewnętrzne na poddaszu wykonano z płyt gipsowo-kartonowych zwykłych GKB o wymiarach 12,5 mm × 1200 mm × 2600 mm, zamocowanych na konstrukcji w postaci rusztu stalowego.

Stropy nad piwnicą i parterem są żelbetowe o grubości 12 cm, jednokierunkowo zbrojone. Izolację stropu nad piwnicą stanowi warstwa styropianu o grubości 8 cm, wykonana zgodnie z normą PN-B-02151 *Ochrona przed hałasem w budynkach – izolacyjność akustyczna przegród*.

Nad poddaszem jest strop z płyt gipsowo-kartonowych zwykłych GKB o wymiarach 12,5 mm × 1200 mm × 3000 mm na ruszcie metalowym, o rozstawie profili nośnych 60 cm.

Część istniejącą stanowił budynek niepodpiwniczony, który w rzucie miał kształt prostokąta o wymiarach: 855 cm × 1220 cm.

## 2.2. Opis stanu technicznego budynku

Ogólny stan techniczny budynku leśniczówki należało określić jako niezadowalający. W dobrym stanie technicznym był fundament w 2/3 górnej wysokości. Pozostała część fundamentu była w złym stanie technicznym, wywołanym przedostaniem się do fundamentu agresywnych ścieków z pobliskiego szamba, które zostało niebawem zlikwidowane. Dodatkowo podczas prac wzmacniających ścianę szczytową budynku leśniczówki nastąpiła awaria, która była spowodowana niewłaściwym podbijaniem fundamentu.

## 2.3. Analiza przyczyn uszkodzeń

W istniejącym budynku leśniczówki fundament był wykonany z kamienia. Wykonawca według Inspektora Nadzoru popełnił błąd przy podbijaniu tego fundamentu podczas wykonywania ław. Nie przeprowadzono podbijania fundamentu odcinkami, tylko wykonano odkrywkę pod całą długością ściany szczytowej. Podbijanie miało wzmocnić istniejący fundament i należało je wykonywać mijankowo, co drugi odcinek o długości około 1,0 m. Podczas robót naprawczych nastąpiła trzydniowa przerwa świąteczna, podczas której intensywne opady deszczu, spowodowały podmycie fundamentu z kamienia istniejącej części leśniczówki, a w konsekwencji jego pęknięcie i przewrócenie się ściany szczytowej budynku.

## 2.4. Sprawdzenie opłacalności remontu budynku leśniczówki

Przed rozpoczęciem remontu przeprowadzono rachunek jego opłacalności zgodnie ze wzorem (1), w którym uwzględniono następujące czynniki:

$$R = J \cdot P_{zb} = 1800 \text{ zł/m}^2 \cdot 39,5\% = 711 \text{ zł/m}^2$$

$$711 \text{ zł/m}^2 < 1800 \text{ zł/m}^2 - 1800 \text{ zł/m}^2 \cdot 0,417$$

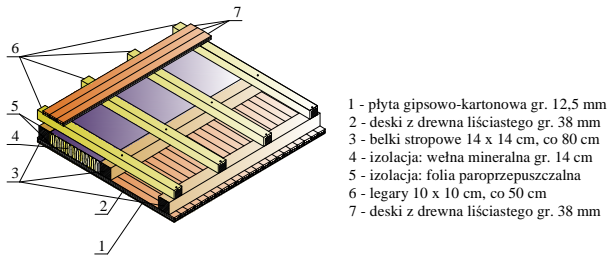
$$\Rightarrow 711 \text{ zł/m}^2 < 1049,40 \text{ zł/m}^2$$

gdzie:  $J$  jest kosztem budowy 1 m<sup>2</sup> leśniczówki, który według rozeznania lokalnego wynosi  $J = 1800 \text{ zł/m}^2$ ,  $P_{zb} = 39,5\%$  jest stwierdzonym procentem zniszczenia budynku, a współczynnik  $E$  dyskontujący na okres 15 lat użytkowania po remoncie przyjęto  $E = 0,417$  (Jaworowski, 1999; Zbrożek, 2001).

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń stwierdzono, że modernizacja budynku leśniczówki jest opłacalna.

## 2.5. Zakres prac remontowo-modernizacyjnych

Ustalono zakres prac remontowych (Sieczkowski i in., 1983; Ściślewski, 2004; Buczkowski, 2009; Rudziński, 2010). W części istniejącej budynku leśniczówki fundament wykonany został z kamienia, a stropy nad parterem są drewniane legarowo-listwowe (rys. 3). Pierwotnie były to stropy z zamocowaną od spodu trzciną. Podczas prac związanych z realizacją dobudowanej części leśniczówki w stropach zostały wymienione poszczególne elementy. Stan techniczny belek wymagał dokonania wymiany (trzy belki były spróchniałe, a dwie pęknięte) (Klima, 1997). Od spodu trzcinę wymieniono na płyty gipsowo-kartonowe zwykłe GKB o grubości 12,5 mm. Na belkach stropowych zamontowane zostały nowe legary i na nich ułożono ślepą podłogę z desek z oblistwowaniem.



- 1 - płyta gipsowo-kartonowa gr. 12,5 mm
- 2 - deski z drewna liściastego gr. 38 mm
- 3 - belki stropowe 14 x 14 cm, co 80 cm
- 4 - izolacja: wełna mineralna gr. 14 cm
- 5 - izolacja: folia paroprzepuszczalna
- 6 - legary 10 x 10 cm, co 50 cm
- 7 - deski z drewna liściastego gr. 38 mm

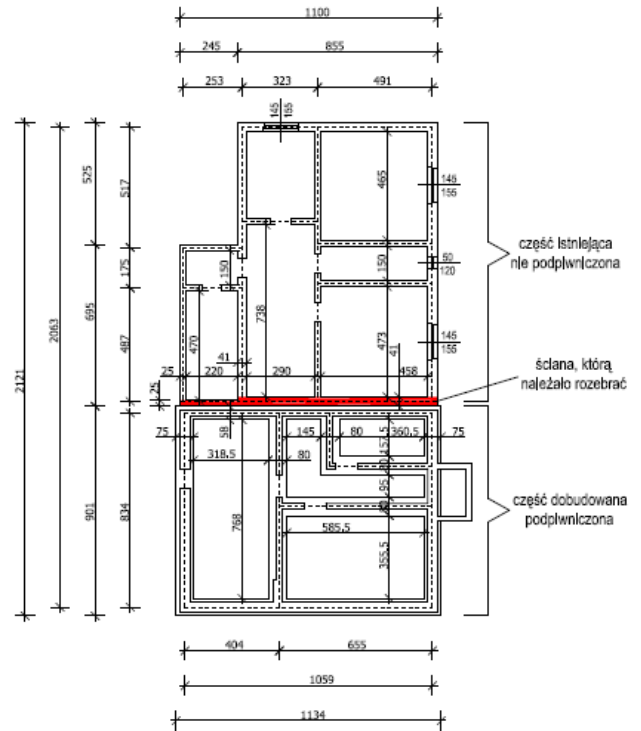
Rys. 3. Schemat rozwiązania konstrukcyjnego drewnianego stropu leśniczówki

Dach wielospadowy drewniany nad całym budynkiem leśniczówki pokryty został płytami ONDULINE.

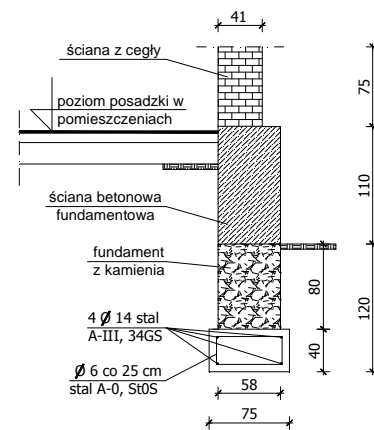
Fundament pod ścianą (rys. 4 i 5) o długości 11,0 m należało podzielić na 10 równych odcinków, każdy po 1,10 m (rys. 6). Następnie (zgodnie z numeracją na rys. 6) powinno się odkopać odcinki nieparzyste, to jest 1, 3, 5, 7 oraz 9. Odcinki te należało podkopywać na długościach 1,40 m oraz szerokości około 1,0 m z pochyleniem skarpy 1:1, celem umiejscowienia szkieletu zbrojenia w wykopanym odcinku oraz zapewnienia możliwości zabetonowania danego odcinka. Do prac na kolejnych odcinkach (tym razem parzystych, to jest 2, 4, 6, 8 i 10 – odcinki po 80 cm) można było przystąpić po 3-5 dniach od chwili betonowania ścian, to jest po osiągnięciu przez beton 50% zakładanej wytrzymałości. Różne sposoby podbijania fundamentów zostały szczegółowo opisane w pracy (Sieczkowski i in., 1983).

Montaż zbrojenia należało przeprowadzić na zakład przy długości zakładu minimum  $70\varnothing$  (około 100 cm w przypadku prętów  $\varnothing 14$ ) i przesunięciu zakładów sąsiednich prętów o  $25\varnothing$  (35 cm) poprzez wiązanie drutem odcinkowych szkieletów zbrojeniowych.

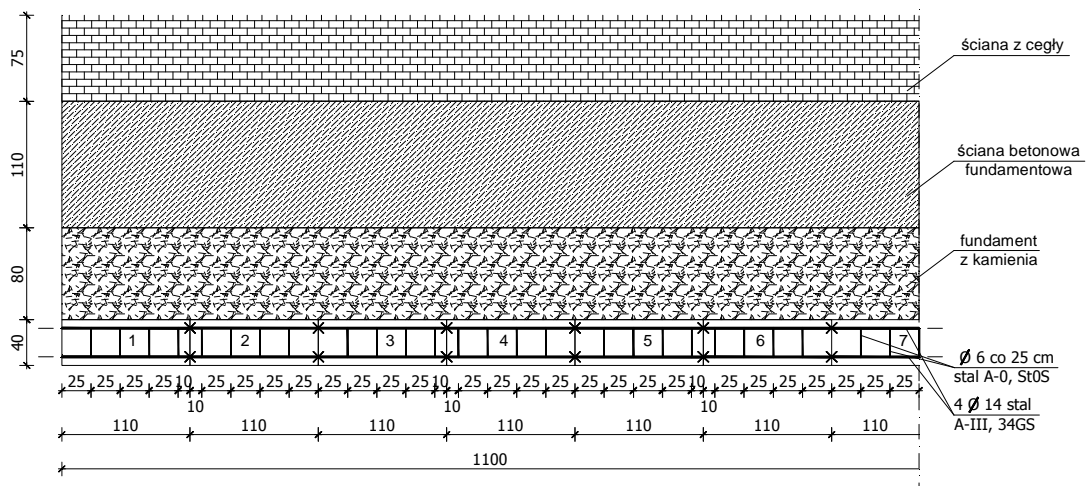
W istniejącym budynku leśniczówki dokonano rozbudowy i nadbudowy, tworząc w całości budynek parterowy z poddaszem użytkowym. W projektowanej części wykonano wykopy na całości budynku, ławy żelbetowe oddzielono od istniejącego fundamentu dylatacją. Ściany dobudowanej części wykonano z bloczków betonowych na zaprawie cementowej.



Rys. 4. Rzut fundamentów dobudowanej leśniczówki i ścian części istniejącej

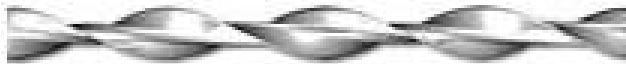


Rys. 5. Widok podbitego fundamentu z kamienia w przekroju



Rys. 6. Fragment rozplanowanego podbicia fundamentu wraz ze zbrojeniem odcinkowym

Rozebrano istniejące pokrycie wraz z więźbą dachową. Ściany zewnętrzne dobudowanego parteru i poddasza części istniejącej oraz dobudowanej, wykonano z betonu komórkowego na zaprawie cementowo-wapiennej. Dodatkowo ścianę budynku leśniczówki po usunięciu usterek, wzmocniono poprzez zastosowanie kotew Brutt Saver (rys. 7).



Rys. 7. Widok kotwy Brutt Saver do wzmocniania konstrukcji murowych (www.brutt-saver.pl)

### 3. Modernizacja budynku wielorodzinnego

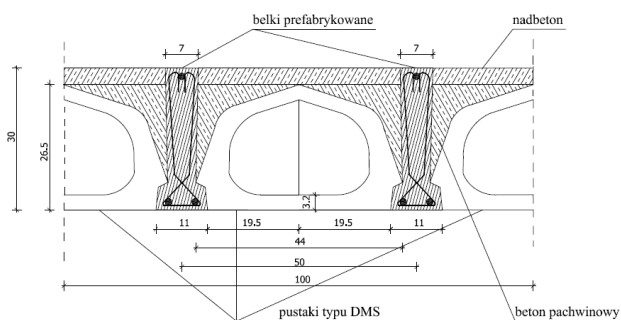
#### 3.1. Charakterystyka budynku

Budynek mieszkalny wielorodzinny został wzniesiony w zabudowie szeregowej (rys. 8). Jest w całości podpiwniczony. W rzucie budynek stanowi prostokąt o wymiarach: 1205 cm × 5246 cm.



Rys. 8. Budynek wielorodzinny zlokalizowany przy ulicy Rządowej w Łomży (Tomaszewicz, 2007)

Budynek zbudowano w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku. Układ konstrukcyjny ścian nośnych – podłużny. Elementami nośnymi są ściany zewnętrzne podłużne oraz ściana szczytowa wewnętrzna. Ławy fundamentowe wykonano z żelbetu. Wymiary przekrojów poprzecznych ław pod ścianami konstrukcyjnymi: 40 cm × 120 cm oraz pod ścianami nośnymi: 40 cm × 80 cm. Fundamenty budynku posadowione są na głębokości 2,47 m poniżej poziomu terenu. Ścianki działowe z cegły dziurawki: w piwnicach o grubości równej 12 cm, na wyższych kondygnacjach o grubości 6,5 cm. Stropy są ukształtowane jako konstrukcja z belkami prefabrykowanymi ze żwiobetonu wibrowanego oraz pustakami z gruzobetonu typu DMS (rys. 9).



Rys. 9. Schemat stropu DMS (Tomaszewicz, 2007)

Schody i spoczniki na klatkach schodowych są prefabrykowane, tynk zewnętrzny i wewnętrzny cementowo-wapienny. Zaprojektowane zostało przeszklenie lokali w przegrodach aluminiowych z profili cienkościennych powlekanych wraz z drzwiami. Drzwi zewnętrzne od strony podjazdu – przymykowe aluminiowe. Konstrukcję dachu stanowi więźba drewniana płatwiowo-kleszczowa, pokryta blachą trapezową.

Wykonano wykop pod podjazd dla osób niepełnosprawnych o wymiarach 10,0 × 3 × 1,20 m. Schody przy pochylni – żelbetowe proste na płycie grubości 8 cm. Fundamenty pochylni wykonano z bloczków betonowych o wymiarach 25 × 12 × 14 cm. Izolacje pionowe przeciwwilgociowe wykonano jako powłokowe bitumiczne. Podkład wykonano z zagęszczonego materiału sypkiego w postaci lekkiego kruszywa keramzytowego, na podłożu gruntowym. Zastosowano obrzeża betonowe o wymiarach 20 × 6 cm na podsypce piaskowej.

#### 3.2. Opis stanu technicznego budynku wielorodzinnego

Stan techniczny budynku oceniono jako dobry. W trakcie modernizacji konieczna była wymiana pokrycia dachowego z płyt azbestowo-cementowych na pokrycie z blachy trapezowej. Strop typu DMS spełniał swoją funkcję. Jednak zmiana kwalifikacji pomieszczeń wymuszała jego wzmocnienie, by zapobiec klawiszowaniu. Stolarka okienna wraz z parapetami była w średnim stanie technicznym i została wymieniona na nową.

#### 3.3. Sprawdzenie opłacalności remontu budynku wielorodzinnego

Zgodnie ze wzorem (1) w rachunku opłacalności uwzględniono następujące czynniki:

$$R = J \cdot P_{zb} = 2700 \text{ zł/m}^2 \cdot 27\% = 729 \text{ zł/m}^2$$

$$729 \text{ zł/m}^2 < 2700 \text{ zł/m}^2 - 2700 \text{ zł/m}^2 \cdot 0,277$$

$$\Rightarrow 729 \text{ zł/m}^2 < 1952,10 \text{ zł/m}^2$$

gdzie:  $J$  jest kosztem budowy 1 m<sup>2</sup> budynku wielorodzinnego z cegły, który według rozeznania lokalnego wynosi  $J = 2700 \text{ zł/m}^2$ ,  $P_{zb} = 27\%$  jest

stwierdzonym procentem zniszczenia budynku, a współczynnik  $E$  dyskontujący na okres 22 lat użytkowania po remoncie przyjęto 0,277 (Jaworowski, 1999; Zbrożek, 2001).

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń stwierdzono, że remont budynku wielorodzinnego jest opłacalny.

### 3.4. Analiza zmian modernizacyjnych

Zmiany modernizacyjne dotyczyły przegrupowania ścianek działowych mieszkań celem utworzenia lokali handlowo-usługowych. Należało przy tym wzmocnić strop, by dostosować go do nowych warunków użytkowania. W przypadku adaptacji pomieszczeń mieszkalnych na lokale handlowo-usługowe należy zwrócić szczególną uwagę na właściwe wzmocnienie elementów konstrukcji, poprzez oparcie belek na ścianach osłonowych przy wykonywaniu otworów w ścianach nośnych, co oznacza wykonanie „poduszki” z betonu klasy minimum C 20/25 w wykutych gniazdach.

Sprawdzono ugięcie stropu DMS w nowych warunkach użytkowania:

- Rozpiętość efektywna (obliczeniowa) belki stropowej DMS

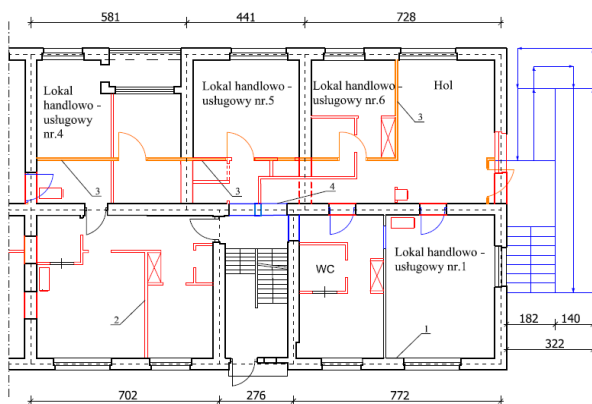
$$l_{eff} = l_n \cdot 1,05 = 5,36m \cdot 1,05 = 5,63m \quad (1)$$

- Ugięcie stropu DMS wyznaczono według PN-EN 1993-1-1:2006 *Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków*

$$w = \frac{5}{48} \cdot \frac{q \cdot l^4}{EJ} \quad (2)$$

$$w = \frac{5}{48} \cdot \frac{4,71N/mm \cdot (5630mm)^4}{210000N/mm^2 \cdot 38310000mm^4} = 61,27mm$$

gdzie sztywność belki przy obliczaniu stropu DMS przyjęto jak dla dwuteownika HEB 180, by sprawdzić w jakim stopniu może zostać przekroczony SGU.



- 1 - ściany istniejące  
2 - ściany przeznaczone do rozbioru  
3 - ścianki o konstrukcji aluminiowej wypełnionej szkłem  
4 - wykonanie podjazdu dla niepełnosprawnych i zamurowanie otworów

Rys. 11. Widok projektu modernizacji części parteru budynku z naniesionymi zmianami oraz z dobudowaną pochylnią dla osób niepełnosprawnych

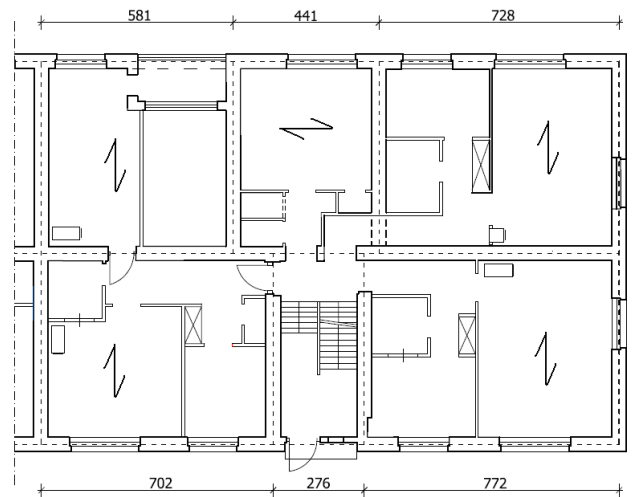
- Wartość graniczna ugięcia pionowego

$$w_{max} = \frac{l_{eff}}{250} \frac{5630mm}{250} = 22,52mm$$

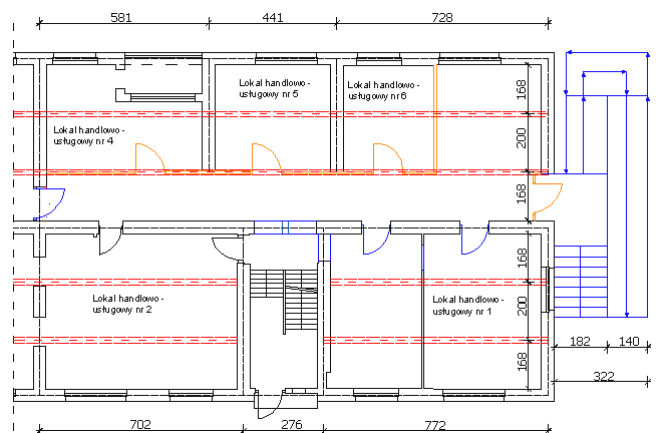
Wartość graniczna ugięcia została przekroczona w znacznym stopniu, dlatego należało wzmocnić strop DMS, z uwagi na przekwalifikowanie tej części pomieszczeń mieszkalnych na lokale handlowo-usługowe.

### 3.5. Zakres prac remontowo – modernizacyjnych

Zakres prac remontowo-modernizacyjnych (Ściślewski, 2004; Buczkowski) obejmował zmianę usytuowania ścian działowych w dwóch z trzech segmentów budynku wielorodzinnego w celu przekształcenia pomieszczeń mieszkalnych (rys. 10) na lokale handlowo-usługowe. Budynek posiada trzy kondygnacje mieszkalne. Znajdowały się w nim mieszkania jedno-, dwu- i trzypokojowe. Zmiany projektowe naniesione w dwóch segmentach przedstawione zostały na rysunku 11.



Rys. 10. Inwentaryzacja fragmentu rzutu (jednego segmentu) parteru budynku



- 1 - ściany istniejące  
2 - ściany przeznaczone do rozbioru  
3 - ścianki o konstrukcji aluminiowej wypełnionej szkłem  
4 - wykonanie podjazdu dla niepełnosprawnych i zamurowanie otworów

Planowana modernizacja miała na celu utworzenie sześciu lokali handlowo-usługowych, które nie będą ze sobą połączone. Przy lokalu od strony wejścia zaprojektowany został podjazd dla osób niepełnosprawnych, od strony szczytowej budynku (rys. 11) wraz z toaletą mieszczącą się przy wejściu od strony podjazdu.

W budynku wielorodzinnym w związku ze zmianą funkcji i przeznaczenia części parteru (dwóch z trzech naw) należało wzmocnić strop typu DMS (rys. 12 i 13). Belki prefabrykowane stropu w rozstawie  $e = 50$  cm były zamontowane w ścianach podłużnych. Jako wzmocnienie istniejącego stropu, proponowanym rozwiązaniem było osadzenie w wykutych w ścianach gniazdach dwuteowników HEB 180, podpartych stemplami PERI MULTIPROP 350 na czas związania belek betonem (około 5 dni).

Sprawdzono ugięcie stropu DMS wzmocnionego podciąganiem HEB 180:

$$w = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,5021 \text{ N/mm} \cdot (7720 \text{ mm})^4}{210000 \text{ N/mm}^2 \cdot 38310000 \text{ mm}^4} = 2,89 \text{ mm}$$

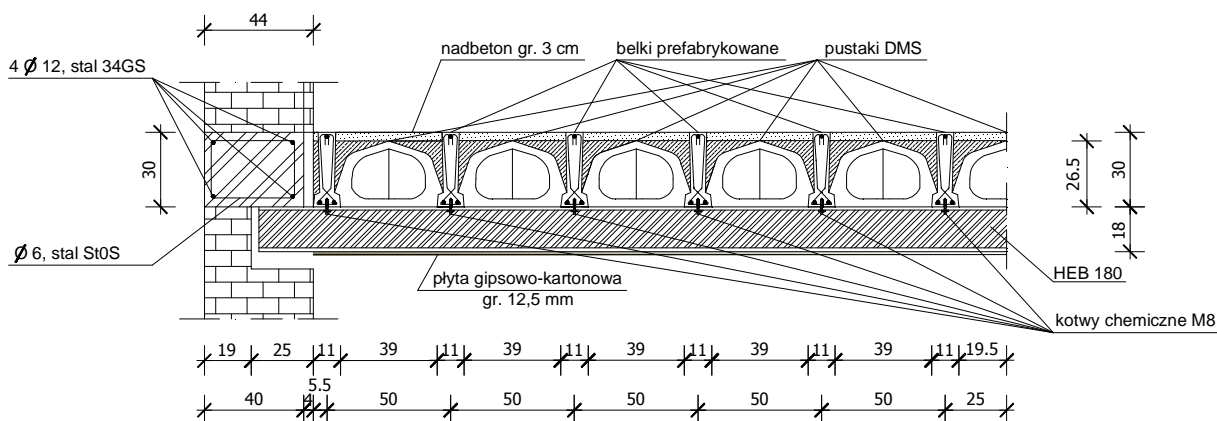
gdzie ciężar własny dwuteownika HEB 180 przyjęto równy  $q = 0,5021$  N/mm.

Jak widać, wartość strzałki ugięcia została zmniejszona o około 4,5 mm.

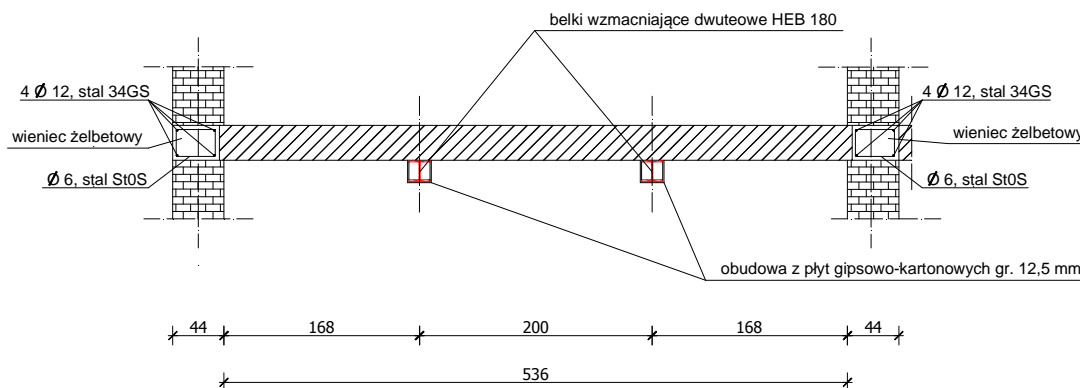
Belki można podnosić do wykutych wcześniej gniazd o głębokości grubości 1 cegły przy zastosowaniu jednopomostowych rusztowań wewnętrznych rurowych lub tak zwanych rusztowań warszawskich. Współpracę podciągu z istniejącym stropem uzyskano poprzez zastosowanie kotew chemicznych w punktach umiejscowienia belek DMS, przewlekanych przez uprzednio wywiercone otwory w półkach z obu stron dwuteownika HEB 180.

#### 4. Wnioski

W omawianych przykładach modernizacji i remontów obiektów budowlanych rozwiązano różne problemy praktyczne. W budynku wielorodzinnym zaistniała konieczność wzmocnienia części stropu parteru spowodowana zmianą funkcji części pomieszczeń. W przypadku budynku leśniczówki zaistniał problem oceny stopnia uszkodzeń i możliwości naprawy, przed dobudowaniem nowej części budynku leśniczówki. Przedsięwzięcia budowlane zostały poprzedzone ocenami opłacalności remontu, które wykazały, że przeprowadzenie obu inwestycji było opłacalne.



Rys. 12. Przekrój podłużny wzmocnienia stropu DMS



Rys. 13. Przekrój poprzeczny wzmocnienia stropu DMS

## Literatura

- Buczowski W. (red.) (2009). Budownictwo ogólne. Tom IV: Konstrukcje budynków. *Arkady*, Warszawa.
- Jaworowski M. (1999). Informator w sprawie realizacji inwestycji i remontów budowlanych w Lasach Państwowych. Warszawa.
- Klima E. (1997). Opinia techniczna w sprawie ustalenia przyczyn spękania i częściowego przewrócenia się ściany w budynku leśniczówki oraz oceny stanu technicznego drewnianego stropu nad parterem, dotycząca istniejącego budynku leśniczówki zlokalizowanej w Baczach Mokrych gmina Zambrów. Łomża.
- Rudziński L. (2010). Konstrukcje murowe. Remonty i wzmocnienia. *Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej*, Kielce.
- Runkiewicz L. (2006). Określenia dotyczące napraw i wzmocnień konstrukcji budowlanych. *Przegląd Budowlany*, 10/2006.
- Sieczkowski J., Chrabczyńska A., Farasiewicz Z. (1983). Metody wzmocnienia posadowienia budynków remontowanych i modernizowanych. *Centrum Techniki Komunalnej*, Warszawa.
- Ściślewski Z. (2004). Problemy zagrożenia przed korozją obiektów (budynków) w działalności rzeczoznawcy.
- W: Materiały 8. Konferencji Naukowo-Technicznej, Cedzyna k. Kielc, 21-23.04.2004, *Instytut Techniki Budowlanej*, Warszawa, 241-258.
- Tomaszewicz D. (2007). Projekt modernizacji budynku mieszkalnego z uwzględnieniem technologii wykonania. Praca dyplomowa inżynierska, *Politechnika Białostocka*, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Białystok.
- Zbrożek P. (2001). Informator w sprawie realizacji inwestycji i remontów budowlanych w Lasach Państwowych. Warszawa.

## EXAMPLES OF MODERNISATION AND REPAIR BUILDING FACILITIES

**Abstract:** The paper concerns the scope and cost-benefit analysis of modernization and repair of two objects: forester's house and multi-family house. Modernisation involves the repair of defects in the existing part of the forester's house before constructing a new part of the building and on the adaptation of multi-family building living quarters into the retail and service building.