

BUDYNEK
DOMU NAUCZYCIELA AKADEMICKIEGO
PRZY UL. KWIATOWEJ 8
W KOZIEGŁOWACH

O C E N A S T A N U
T E C H N I C Z N E G O
G Ł Ó W N E J K O N S T R U K C J I
N O Ś N E J

A U T O R

MGR INŻ. SZYMON CZYŻAK
upr. bud. 7131/185/P/2002, WKP/BO/0032/04
BUGAJ, UL. LIMBOWA 13, 62-007 BISKUPICE

L I P I E C 2 0 1 1

Spis treści

Wstęp.....	3
Cel opracowania.....	3
Podstawa opracowania.....	3
Charakterystyka budynków.....	3
Lokalizacja, opis sytuacyjny.....	3
Budynek główny.....	6
Struktura.....	6
Elewacja.....	7
Elementy wykończeniowe.....	8
Budynek stołówki z łącznikiem.....	8
Struktura.....	8
Elewacja.....	9
Elementy wykończeniowe.....	9
Stan obecny.....	10
Budynek główny.....	10
Konstrukcja nośna.....	10
Elewacja.....	11
Dach.....	12
Budynek stołówki z łącznikiem.....	13
Konstrukcja nośna.....	13
Elewacja.....	13
Dach.....	14
Wnioski.....	14
Obliczenia.....	15
Zakres.....	15
Normy.....	15
Programy obliczeniowe.....	15
Obciążenia.....	15
Płyta stropowa szer. 150cm.....	16
Główna rama nośna.....	18
Płyty dachowe łącznika i stołówki.....	20
Wnioski i zalecenia.....	21
Zachowanie stanu istniejącego.....	21
Zmiana sposobu użytkowania.....	21

Wstęp

Cel opracowania

Niniejsza dokumentacja obejmuje:

- analizę konstrukcji budynku
- ocenę nośności i użytkowania konstrukcji.

Sprawdzenie wybranych cech konstrukcji, mogących wpływać na kompletny obraz jej nośności wymaga zaangażowania wyspecjalizowanych jednostek naukowych, co wykracza poza zakres niniejszego opracowania.

Dlatego też we wnioskach wskazano zakres prac badawczych analizowanej konstrukcji koniecznych dla dalszego uszczegółowienia podanych wyników.

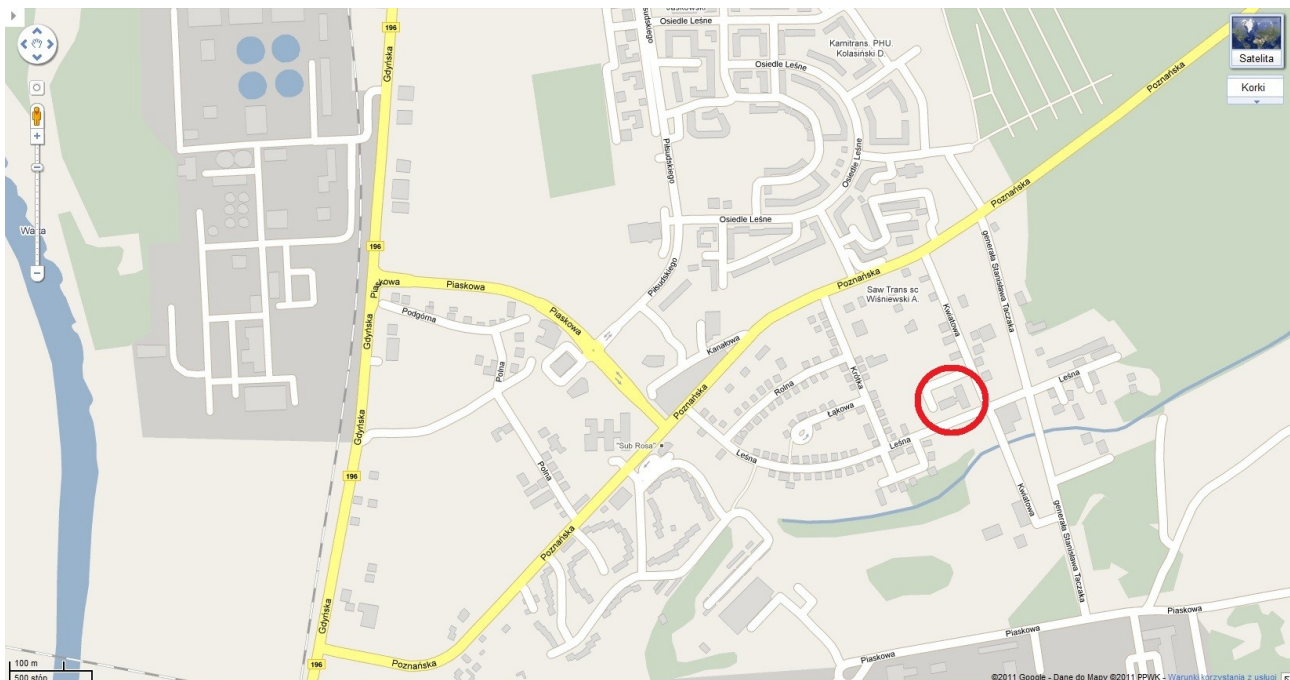
Podstawa opracowania

- Archiwalny projekt architektoniczny (opracowany w lutym 1977r) budynku głównego: przekrój budowlany, rzuty parteru i piętra, detale budowlane.
- Inwentaryzacja budowlana wykonana na początku lipca 2011r.
- Inwentaryzacja konstrukcyjna (w zakresie niezbędnym do celów niniejszego opracowania)
- Ocena wizualna obecnego stanu elementów konstrukcji
- Archiwalne katalogi elementów prefabrykowanych

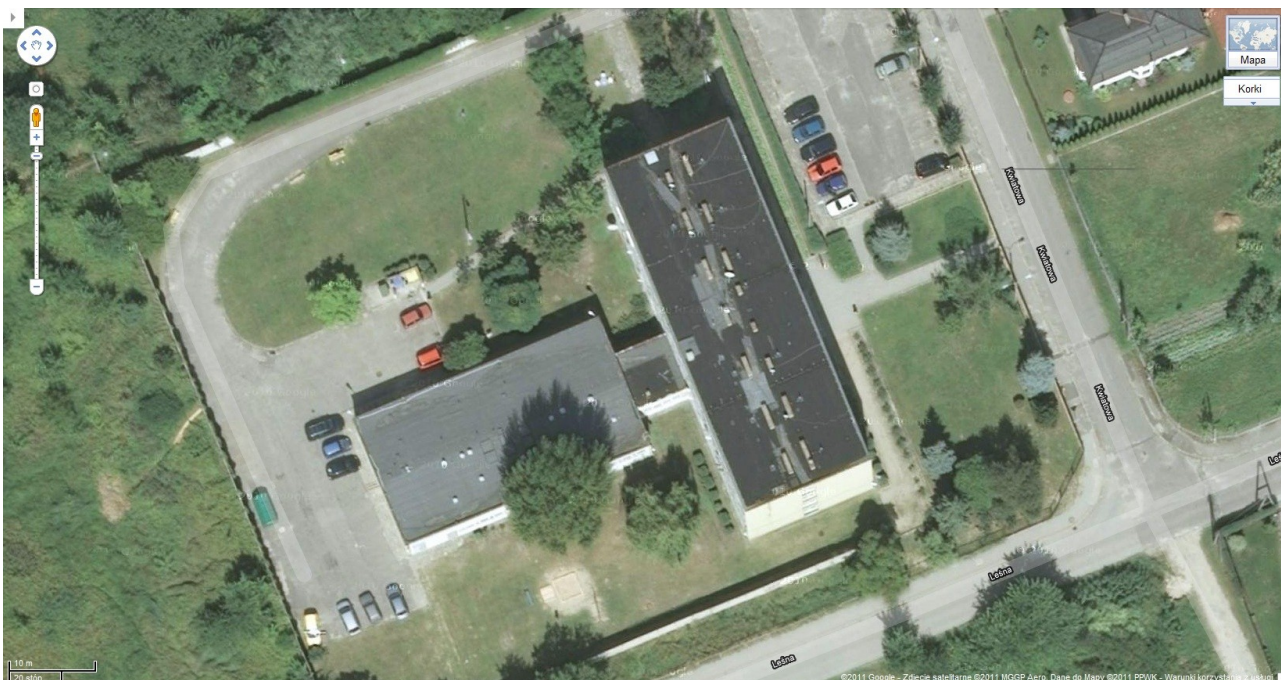
Charakterystyka budynków

Lokalizacja, opis sytuacyjny

Przedmiotowy budynek zlokalizowany jest w miejscowości Koziegłowy, gm. Czerwonak, po południowej stronie drogi łączącej Koziegłowy z Kicinem, otoczony jest zabudową jednorodziną.



Ilustracja 1: Lokalizacja obiektu (za Google Maps)



Ilustracja 2: Zdjęcie lotnicze budynku (za Google Maps)

Budynek główny to obiekt czterokondygnacyjny, niepodpiwniczony, o wymiarach rzutu 42,63x15,75m. W środku długości jego dłuższego boku, od strony elewacji tylnej (zachodniej) przylega do niego bez oddylatowania parterowy, niepodpiwniczony *łącnik* 6,4x6,8m, przechodzący w *budynek stołówki* wraz z jej pomieszczeniami technicznymi.



Ilustracja 3: Budynek główny. Widok od ul. Kwiatowej



Ilustracja 4: Budynek stołówki



Ilustracja 5: Łącznik budynku głównego i stołówki

Budynek główny

Struktura

Budynek ukształtowano jako trójtraktowy z podstawowym rozstawem 8 osi poprzecznych równym 600cm, oraz rozstawem 4 osi podłużnych równym 600+300+600cm. Parter budynku wyniesiono ponad poziom terenu o ca. 45cm. Wysokość brutto tej kondygnacji (z grubością stropu ponad nią) to 300cm, kolejne piętra mają wysokość równą 270cm przy grubości płyty stropowej równej 30cm. Budynek wzniesiono w technologii przemysłowej, z wykorzystaniem wielkowymiarowych, żelbetowych elementów prefabrykowanych dla konstrukcji stropów i ścian osłonowych.

Posadowienie budynku wykonano jako bezpośrednie, na stopach żelbetowych monolitycznych.

Ściany fundamentowe wykonano jako betonowe, monolityczne oraz prefabrykowane belki podwalinowe. Powyżej wykonano wymurowanie z 3 warstw cegły pełnej, na nich ułożono płyty prefabrykowane elewacyjne.

Na ścianach fundamentowych, w poziomie wierzchu części monolitycznej oraz w poziomie posadzki parteru wykonano izolację przeciwwilgociową (2 warstwy papy).

Główny układ nośny budynku tworzą stalowe ramy czterokondygnacyjne, usytuowane w osiach poprzecznych. Przekroje wszystkich prętów ramy wykonano jako dwuteowe, blachownicowe:

- słupy oznaczone w dokumentacji archiwalnej symbolami $S_1..S_9$ posiadają ten sam gabaryt zewnętrzny przekroju (250x250mm), zróżnicowany na wysokości budynku grubością pasów (18, 16, 14 i 12mm) i średnikami (14, 12, 10 i 8mm).
- w ryglach R_1 traktów bocznych zastosowano profil przekroju poprzecznego o obrysie zewnętrznym 200xh=300mm, pasy grubości 18mm, średniki grubości 14mm.
- w ryglach R_2 traktu wewnętrznego zastosowano profil przekroju poprzecznego o obrysie zewnętrznym 200x200mm, pasy grubości 11mm, średniki grubości 6mm.

Połączenia rygli i słupów ram nośnych wykonano jako sztywne, spawane spoinami pachwinowymi.

W słupach zastosowano poprzeczne żebra wzmacniające z blach grubości 10 i 20mm rozmieszczone na 3 poziomach co ca. 800mm. Dla podparcia elewacji w poziomach rygli ram rozmieszczono teowe wsporniki pełniące rolę nośną dla prefabrykowanych płyt osłonowych.

Stężenia podłużne ram stanowią profile C200 rozmieszczone w osiach podłużnych budynku, w grubościach wszystkich płyty stropowych.



Ilustracja 6: Szacht instalacyjny. Widoczny słup stalowy.

Stalowa konstrukcja nośna została zabezpieczona antykorozyjnie pakietem malarskim oraz w większości omurowana i otynkowana (odstłonięte jej fragmenty widoczne są w szachtach instalacyjnych).

Stalowe ramy wspierają wolno podparte **plyty stropowe**: prefabrykowane płyty kanałowe o wysokości 24cm i szerokości 90, 120 i 150cm wg KB1-31.5.1./8/-69 (przyjęto, że zastosowano płyty dla I, najniższego wariantu obciążenia). Lokalnie – w rejonach kanałów wentylacyjnych oraz łazienek - wykonano płyty żelbetowe wylewane na budowie.

Według danych z projektu na płytach stropowych ułożono warstwy posadzkowe: styropian grub. 2cm, jastrych cementowy grub. 3,5cm, wykładzinę PCV. Inwentaryzacja wykazała, że płyty od spodu otynkowane tynkiem cementowo-wapiennym grubości do 15mm.

Również z płyt kanałowych wykonano strop nad najwyższą kondygnacją, wspierający stropodach wentylowany: konstrukcję stalową wspierającą płyty korytkowe tworzące połąć dachu pogrążonego, z wewnętrznymi pionami rur spustowych. Płyta stropodachu została w dwóch liniach zdylatowana na swojej długości. Nie wykonano otworów wentylacyjnych przestrzeni stropodachu.

W budynku zlokalizowano dwie klatki schodowe. Prefabrykowane, żelbetowe biegi schodów zespolone ze spocznikami oparto na stalowych podciągach zbudowanych (wg projektu) z dwóch profili C160. Wykończenie posadzek schodów i spoczników stanowi lastriko.

Elewacja

Elewacje podłużne: frontową oraz tylną charakteryzuje poziomy, pasmowy układ elementów. Powyżej parteru pas międzyokienny tworzą prefabrykowane płyty ściienne typu „Kolbuszowa” 5958x1190x150mm, prawdopodobnie ocieplone styropianem (typu KOLBET wg. KB1-31.3.1./32/-75) o charakterze osłonowym, długości równej modułowi konstrukcyjnemu (600cm), otynkowane zaprawą cementowo-wapienną i malowane. U spodu płyt widoczne są ich oparcia na teowych wspornikach stalowych. Styki płyt uszczelniono kitem plastycznym. Górna krawędź płyt na całej długości elewacji opierzona jest ciągłym parapetem z blachy ocynkowanej.

Pas okienny o wysokości 150cm wypełnia stolarka drewniana oryginalna (w klatkach schodowych i kilku pomieszczeniach technicznych) oraz współczesna (pokoje mieszkalne) wraz z panelami międzyokiennoymi obudowanymi od zewnątrz blachą trapezową o grubości 0,75mm i wysokości fali 55mm. Elewacje szczytowe, ocieplone płytami supremacy w całości pokryte są blachą trapezową jw. łączoną nitami.



Ilustracja 7: Elewacje tylna i szczytowa budynku głównego

Elementy wykończeniowe

Ściany działowe szachtów instalacyjnych wykonano z cegły pełnej, cegły dziurawki oraz kratówki murowanej na zaprawie cementowo – wapiennej, ze spoinami o grubości do 2cm oraz otynkowano. Ściany działowe mieszkań wykonano z cegły dziurawki murowanej na zaprawie cementowo – wapiennej oraz otynkowanej a także jako lekkie, z płyt GKB.

Kanały wentylacyjne wykonano z pustaków ceramicznych wentylacyjnych 19x19x25cm murowanych na zaprawie cementowo-wapiennej.

Nieobudowane ścianami elementy stalowej konstrukcji nośnej zostały wyszpałdowane, osłonięte siatką stalową Rabitza oraz otynkowane.

Dach pokryto papą smołową, lokalnie pokrycie naprawiano papą termozgrzewalną.

Opierzenia dachowe oraz ściennie (parapety, cokoły, opierzenia okien ścian szczytowych) wykonano z blachy ocynkowanej. Kominy wentylacyjne wraz z ich czapami wykonano jako murowane z cegły pełnej i otynkowane.



Ilustracja 8: Komin wentylacji grawitacyjnej

Budynek stołówki z łącznikiem

Struktura

Budynek stołówki to jednokondygnacyjny, jednotraktowy, niepodpiwniczony obiekt halowy wykonany z prefabrykatów żelbetowych, prawdopodobnie systemu P 70. Budynek opisany jest na prostokątnej siatce modularnej 5x6,00x15,0m. Jego ustrój nośny tworzą żelbetowe ramy złożone z zamocowanych w stopach słupów 35x38cm, zlokalizowanych na przecięciu osi konstrukcyjnych, wspierających jednoprzęsłowe, prefabrykowane dźwigary o przekroju dwuteowym, wysokości 65cm, prawdopodobnie strunobetonowe SBn-I-65/15 (KB1-31.6.1.(11)) z nadbetonem spadkowym. W osiach ścian szczytowych zlokalizowano po 2 dodatkowe słupy 35x38cm podtrzymujące ściany osłonowe.

Na dźwigarach, na betonie spadkowym ułożono prefabrykowane płyty dachowe bezżebrowe, najprawdopodobniej PŻFF-2 (KB1-31.6.3./17/-69) lub PŻ (KB1-31.6.3./12/-80) o wymiarach 149x587cm, dostosowane do oparcia na dźwigarach żelbetowych i sprężanych rozstawionych co 6,0m.



Ilustracja 9: Słup, dźwigar, płyty dachowe budynku stołówki

Łącznik budynku głównego i stołówki to parterowy, jednotraktowy, jednomodułowy ustrój rozpięty na prostokątnej siatce modularnej 6,0x6,0m. Płaski, jednospadowy dach ukryty jest za ścianami attykowymi. W przecięciach osi siatki konstrukcyjnej zlokalizowano 4 żelbetowe słupy nośne o przekroju 40x40cm, na nich, na różnych poziomach oparto prefabrykowane podciąg 40x40cm wspierające płytę stropodachu (płyty PŻFF-2 szer. 149cm) oraz prefabrykaty ściany attykowej.

Elewacja

Elewacje boczne, podobnie jak w budynku głównym, charakteryzuje poziomy, pasmowy układ elementów.

Pas pod- i nadokienny (attykowy) tworzą prefabrykowane płyty ściennie typu „Kolbuszowa” 5958x1190x150mm, ocieplone styropianem (typu KOLBET wg. KB1-31.3.1./32/-75) o charakterze osłonowym, długości równej modułowi konstrukcyjnemu (600cm), otynkowane zaprawą cementowo-wapienną i malowane. Pionowe i poziome styki płyt uszczelniono kitem.

Pas okienny o wysokości 120 oraz 240cm wypełnia w całości oryginalna stolarka drewniana wraz z panelami międzyokiennymi (w osi słupów konstrukcji nośnej) obudowanymi od zewnątrz blachą trapezową o wysokości fali 55mm.

Elewacje szczytowe wykonano analogicznie, jednak bez pasa okiennego. Części ścian szczytowych w których zlokalizowano otwory drzwiowe nie wykonano z płyt prefabrykowanych lecz wymurowano je z cegły pełnej na zaprawie cementowo – wapiennej.

Elementy wykończeniowe

Ściany działowe, ściany szachtów instalacyjnych wykonano z cegły pełnej, cegły dziurawki oraz kratówki murowanej na zaprawie cementowo – wapiennej, ze spoinami o grubości do 2cm.

Stolarka okienna w tej części budynku wykonana jest jako drewniana, zespolona.

Kanały wentylacji mechanicznej wykonano jako blaszane, częściowo wyposażone w wentylatory wyciągowe.

Płaski, dwuspadowy dach pokryto papą termozgrzewalną. Opierzenia dachowe oraz ścian attykowych na całej długości elewacji wykonano z blachy ocynkowanej i pokryto je warstwą papy. Kominy wentylacyjne oraz nasady wentylatorów wykonano jako blaszane.

Stan obecny

Budynek główny

Konstrukcja nośna

W trakcie oględzin elementów konstrukcji stalowej wewnątrz budynku nie dostrzeżono uszkodzeń wskazujących na korozję tych elementów.

System uszczelnienia styków elewacji jest w znacznej mierze zdegradowany, wskutek tego część teowych wsporników podtrzymujących prefabrykowane płyty elewacyjne narażona jest na bezpośrednie działanie czynników atmosferycznych. Widoczne są na nich oznaki korozji powierzchniowej.



Ilustracja 10: Wspornik teowy płyty elewacyjnej

Elementy wsporcze, których lokalizacja sprzyja gromadzeniu się wody są skorodowane w stopniu znaczącym.



Ilustracja 11: Korozja wspornika płyty elewacyjnej

Stwierdza się wady w zmonolityzowaniu stropów: styki płyt kanałowych są zarysowane pomimo otynkowania spodu płyt.

Płyty stropowe wykazują wyraźne ugięcia: dla płyt stropu nad parterem, obciążonych ścianami działowymi piętra (rejon WC i kuchni) stwierdzono ugięcie rzędu 25mm, na wyższych kondygnacjach pomierzono ugięcia rzędu 15..21mm.

Orientacyjna ocena rodzaju podłoża gruntowego oraz stan konstrukcji nośnej budynku pozwala stwierdzić, że nośność fundamentów budynku nie budzi obaw.

Elewacja

Prefabrykowane płyty elewacyjne nie wykazują oznak utraty nośności mimo że cechuje je bardzo niska jakość wykonania i montażu (dotyczy to w szczególności płyt elewacji tylnej - zachodniej). Powstałe w trakcie produkcji wybrzuszenia niektórych płyt z ich płaszczyzny sięgają 5..10cm.



Ilustracja 12: Płyty elewacji tylnej. Widoczne wybrzuszenia

Liczne są uszkodzenia montażowe narożników płyt. Dolna krawędź płyt nie została wyposażona w kapinos stąd wszystkie te krawędzie wykazują ślady zacieków (wykwity solne) oraz korozji betonu (odpryski i odłupania, lokalnie na długości dochodzącej do 100cm).



Ilustracja 13: Płyta elewacji zachodniej (tylnej). Widoczne zakrzywienie płyty, niedokładny montaż, uszkodzenia mechaniczne narożników płyt, odspojenie dolnej krawędzi, brak uszczelnienia styku płyt.

Niektóre płyty wykazują pionowe spękania powierzchniowe (tynku) sięgające w głąb struktury płyty. Uszczelnienia styków płyt w wielu miejscach są uszkodzone: występują odspojenia masy uszczelniającej, jej ubytki lub całkowite braki.

Występują mrozowe odspojenia okładziny cokołowej od ścian budynku.

Opierzenia okien, parapetów i attyk, poza niestarannością wykonania noszą oznaki korozji, bez perforacji blachy. Drewniana oryginalna stolarka okienna wykazuje oznaki dużego zużycia.

Dach

Stan pokrycia dachu należy ocenić jako niezadowolający: występują liczne spękania pokrycia, duże nierówności w tym purchase. Stan opierzeń również jest zły: oprócz niestaranności wykonania wpływa na to silne skorodowanie blach opierzeń ścian attykowych oraz kominów wentylacyjnych.



Ilustracja 14: Stan pokrycia dachu

Budynek stołówki z łącznikiem

Konstrukcja nośna

W trakcie oględzin elementów konstrukcji dostępnych wewnątrz budynku nie dostrzeżono uszkodzeń wskazujących na korozję tych elementów, nadmierne ugięcia, itp.

Elewacja

Prefabrykowane płyty elewacyjne cechuje bardzo niska jakość montażu. Południowo-zachodni narożnik budynku wykazuje widoczne gołym okiem odchyłki płyt od pionu. Liczne są uszkodzenia montażowe narożników oraz dolnych krawędzi płyt.



Ilustracja 15: Widoczne odchylenie płyty elewacyjnej od pionu



Ilustracja 16: Widoczne odchylenie płyty elewacyjnej od pionu

Dolna krawędź płyt nie została wyposażona w kapinos stąd wszystkie te krawędzie wykazują ślady zacieków (wykwity solne) oraz korozji betonu (odpryski i odłupania). Wyraźne ślady zacieków nosi styk łącznika z budynkiem głównym (od strony północy), rejon ten jest objęty silną korozją betonu która doprowadziła do odsłonięcia prętów zbrojenia.

Uszczelnienia styków płyt w wielu miejscach są uszkodzone: występują odspojenia masy uszczelniającej, jej ubytki lub całkowite braki.



Ilustracja 17: Braki uszczelnienia styków płyt na elewacji

Opierzenia parapetów i attyk noszą silne oznaki korozji, bez perforacji blachy. Drewniana stolarka okienna wykazuje oznaki całkowitej degradacji.

Dach

Stan pokrycia dachu stołówki należy ocenić jako zadowalający: pokryty papą termozgrzewalną nie wykazuje wyraźnych oznak uszkodzeń. Wewnątrz stwierdzono silne ślady zacieków przy wewnętrznej rurze spustowej zlokalizowanej w środkowym przęśle stropodachu. Jest to rejon dachu, gdzie zalega duża ilość liści z rosnącego tuż przy budynku drzewa – topoli.

Stan pokrycia dachu łącznika należy ocenić jako niezadowalający: występują liczne spękania pokrycia, duże nierówności w tym purchle. Stan opierzeń również jest zły: silnie korodują blachy opierzeń ścian attykowych.

Wnioski

Stan fundamentów i ścian fundamentowych nie budzi zastrzeżeń i ocenia się jako dobry.

W głównej stalowej ramie nośnej (słupach, ryglach, elementach stężających) nie stwierdzono oznak utraty nośności ani przekroczenia stanów granicznych użytkowania, w związku z tym ocenia się jej stan jako dobry.

Ugięcia kanałowych płyt stropowych budynku głównego wskazują na osiągnięcie wartości granicznych stanu granicznego użytkowania, stąd ocena niedostateczna dla płyt nad parterem i dostateczna dla płyt nad pozostałymi kondygnacjami.

Stan płyt elewacyjnych ocenia się jako dostateczny.

Stan schodów ocenia się jako dobry.

Stan pokryć dachów ocenia się jako niedostateczny.

Obliczenia

Zakres

Obliczenia poniższe mają na celu ocenę stanu nośności i użytkowania podstawowej konstrukcji nośnej budynku głównego przy obecnym układzie i charakterze obciążeń a także mają odpowiedzieć na pytanie o możliwość zwiększenia obciążeń użytkowych.

Normy

W obliczeniach korzystano z aktualnie obowiązujących norm:

- [1] PN-B-02000:1982 Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
- [2] PN-B-02001:1982 Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
- [3] PN-B-02003:1982 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.
- [4] PN-B-02010:1980 wraz ze zmianą Az1:2006 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.
- [5] PN-B-02011:1977 wraz ze zmianą Az1:2009 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
- [6] PN-B-03002:2007 Konstrukcje murowe niezbrojone – Projektowanie i obliczanie.
- [7] PN-B-03200:1990 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [8] PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.

Programy obliczeniowe

Obliczenia przeprowadzane są z użyciem pakietu programów RM:

- RM-Win (10.17) Program do analizy statycznej płaskich konstrukcji prętowych
- RM-Żelb (5.10) Wymiarowanie elementów żelbetowych wg PN-B-03264:2002
- RM-Stal (4.3) Wymiarowanie elementów konstrukcji stalowych wg PN-B-03200:1990

Obciążenia

Ściany elewacyjne

OBCIĄŻENIA:	wartości charakterystyczne [kN/m ²]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m ²]
Płyta typu KOLBET	2,78	1,10	3,06
tynk cementowo – wapienny: 0,015x19,00=	0,29	1,30	0,37
RAZEM	3,07	1,12	3,43

Ściany działowe murowane, o łącznej grubości 9,5cm:

OBCIĄŻENIA:	wartości charakterystyczne [kN/m ²]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m ²]
Ściana murowana z cegły dziurawki: 0,065x14,0=	0,91	1,10	1,00
2x tynk cementowo – wapienny: 2x0,015x19,00=	0,57	1,30	0,74
RAZEM	1,48	1,18	1,74

Płyta stropu:

OBCIĄŻENIA STAŁE STROPU	wartości charakterystyczne [kN/m ²]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m ²]
Płyta stropu:	3,30	1,10	3,63
Wykładzina PCV:	0,05	1,20	0,06
Jastrych cementowy: 0,035x21,0=	0,74	1,30	0,96
Styropian: 0,02x0,45=	0,01	1,20	0,01
tynk cementowo – wapienny: 0,015x19,00=	0,29	1,30	0,37
RAZEM bez ciężaru płyty	1,09	1,28	1,40
RAZEM z płytą	4,39	1,14	5,03

OBCIĄŻENIA ZMIENNE STROPU	wartości charakterystyczne [kN/m ²]	γ _f	wartości obliczeniowe [kN/m ²]
Obciążenie użytkowe pomieszczeń budynków mieszkalnych lub hoteli:	1,50	1,40	2,10
Obciążenie użytkowe korytarzy budynków mieszkalnych lub hoteli:	2,00	1,40	2,80
Obciążenie ścianami działowymi	0,75	1,20	0,90

Długotrwała część obciążenia użytkowego: dla pokoi $\psi_d=0,35$, dla korytarzy $\psi_d=0,5$, dla klatek schodowych $\psi_d=0,35$.

Dla **domów mieszkalnych** norma [3] dopuszcza zmniejszenie wartości charakterystycznych obciążeń zmiennych w obliczeniach podciągów i słupów.

Powierzchnia obciążenia podciągu $A=36\text{m}^2$, liczba poziomów obciążenia $m=1,2,3$:

- współczynnik redukcji dla obciążenia podciągów $0,3+3/A^{1/2}=0,3+3/36^{1/2}=0,8$
- współczynnik redukcji dla obciążenia słupów parteru: $0,3+0,6/m^{1/2}=0,3+0,6/3^{1/2}=0,65$
- współczynnik redukcji dla obciążenia słupów 1 piętra: $0,3+0,6/m^{1/2}=0,3+0,6/2^{1/2}=0,72$
- współczynnik redukcji dla obciążenia słupów 2 piętra: $0,3+0,6/m^{1/2}=0,3+0,6/1^{1/2}=0,90$

Obciążenie prostopadłe wiatrem **ścian** szczytowych (w osiach poprzecznych) dla I strefy obciążeniowej, terenu A:

$$p_k=q_k C_e C_{\beta}=0,30 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1,8=0,38\text{kN/m}^2 \text{ oraz } p_k=q_k C_e C_{\beta}=0,30 \cdot 1,0 \cdot (-0,3) \cdot 1,8=-0,16\text{kN/m}^2$$

Obciążenie prostopadłe wiatrem **ścian** w osiach podłużnych dla I strefy obciążeniowej, terenu A:

$$p_k=q_k C_e C_{\beta}=0,30 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1,8=0,38\text{kN/m}^2 \text{ oraz } p_k=q_k C_e C_{\beta}=0,30 \cdot 1,0 \cdot (-0,4) \cdot 1,8=-0,22\text{kN/m}^2$$

Obciążenie **śniegiem** stropodachu na m² rzutu dla 2 strefy obciążeniowej:

$$S_k=Q_k \cdot x C=0,9 \cdot 0,8=0,72\text{kN/m}^2$$

OBCIĄŻENIA STROPODACHU	wartości charakterystyczne [kN/m ²]	γ _f	wartości obliczeniowe [kN/m ²]
Papa: 0,02x11,0=	0,22	1,30	0,29
Gładź cementowa: 0,01x21,0=	0,21	1,30	0,27
Płyty korytkowe:	0,90	1,10	0,99
RAZEM	1,33	1,17	1,55
Obciążenie śniegiem:	0,72	1,50	1,08

Płyta stropowa szer. 150cm

OBECNE OBCIĄŻENIA STROPU	wartości charakterystyczne [kN/m ²]	γ _f	wartości obliczeniowe [kN/m ²]
Warstwy stropowe:	1,09	1,28	1,40
Obciążenie użytkowe:	1,50	1,40	2,10
Obciążenie zastępcze ścianami działowymi:	0,75	1,20	0,90
RAZEM	3,34	1,30	4,40

Analiza obciążenia ścianami działowymi: w rozpatrywanym rejonie przedsionka kuchni powierzchnia ścian równoległych do rozpiętości płyty to $3,00 \times 2,43=7,30\text{m}^2$; długość pola zabudowanego ścianami to 3,0m, skąd powierzchnia ścian odniesiona do rozpiętości płyty to $2,43\text{m}^2/\text{m}$.

OBECNE OBCIĄŻENIA PŁYTY SZER. 150cm	wartości charakterystyczne [kN/m]	γ _f	wartości obliczeniowe [kN/m]
Warstwy stropowe (A):	1,64	1,28	2,10
Obciążenie użytkowe (U):	2,25	1,40	3,15
Obciążenie zastępcze ścianami działowymi (S):	1,13	1,20	1,35
Obciążenie rzeczywiste ścianami dział. (R): $2,43 \times 1,48\text{kN/m}^2=$	3,60	1,17	4,23
RAZEM	8,62	1,28	11,03
OBECNE OBCIĄŻENIA PUNKTOWE	wartości charakterystyczne [kN]	γ _f	wartości obliczeniowe [kN]
Obciążenie ścianą działową (T) w środku rozpiętości płyty: $2,43\text{m} \times 1,5\text{m} \times 1,48\text{kN/m}^2=$	5,39	1,17	6,34

Wobec braku szczegółowych danych przyjęto, że zastosowano płyty o podstawowej nośności, czyli wariant I obciążenia wg wg KB1-31.5.1./8/-69. Aktualne równomiernie rozłożone obciążenie charakterystyczne zewnętrzne (bez uwzględnienia występującej lokalnie murowanej ściany działowej w środku rozpiętości płyty) $p_k+q_k=3,34\text{kN/m}^2$ jest mniejsze niż katalogowa wartość zewnętrznego obciążenia normowego równego $P_k=3,75\text{kN/m}^2$.

Analiza szczegółowa obciążenia ścianami działowymi wykazuje jednak na znaczne przekroczenie wartości uśrednionych.

Przekrój obliczeniowy dwuteowy, $h=24$, $b_d=149$, $b_g=145$, $g=41,8$, $d=3,4\text{cm}$.

Głębokość oparcia płyt na podporze $a=10,5\text{cm}$, rozpiętość teoretyczna $l_{\text{eff}}=575+10,5/2 \times 2=585,5\text{cm}$
Do sprawdzenia nośności płyty przyjęto katalogowe zbrojenie 4 prętami $\varnothing 12$ A-III (34GS) oraz 3 prętami $\varnothing 10$ A-III (34GS) co daje $A_{s1}=6,88\text{cm}^2$. Założono wykonanie płyty z betonu B20, oraz otulenie zbrojenia o grubości 1.5cm.

Dla następujących wariantów obecnego obciążenia:

- A+U+S stan graniczny nośności **jest zachowany** (warunek stanu: $M_{\text{Rd}} = 50,384 \text{ kNm} > M_{\text{Sd}} = 47,702 \text{ kNm}$), stany graniczne użytkowania **są zachowane** (szerokość rozwarcia rysy prostopadłej $w_k = 0,15 < 0,3 = w_{\text{lim}}$, ugięcie $a = 21,9 < 23,4 = a_{\text{lim}}$);
- A+U+R stan graniczny nośności **nie jest zachowany** (warunek stanu: $M_{\text{Rd}} = 50,384 \text{ kNm} < M_{\text{Sd}} = 59,928 \text{ kNm}$), stany graniczne użytkowania **nie są zachowane** (szerokość rozwarcia rysy prostopadłej $w_k = 0,22 < 0,3 = w_{\text{lim}}$, ugięcie $a = 31,4 > 23,4 = a_{\text{lim}}$);
- A+U+T stan graniczny nośności **nie jest zachowany** (warunek stanu: $M_{\text{Rd}} = 50,384 \text{ kNm} < M_{\text{Sd}} = 51,332 \text{ kNm}$), stany graniczne użytkowania **są zachowane** (szerokość rozwarcia rysy prostopadłej $w_k = 0,17 < 0,3 = w_{\text{lim}}$, ugięcie $a = 23,2 < 23,4 = a_{\text{lim}}$);

PROPONOWANE OBCIĄŻENIA STROPU	wartości charakterystyczne [kN/m ²]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m ²]
Warstwy stropowe:	1,09	1,28	1,40
Obciążenie użytkowe:	2,00	1,40	2,80
Obciążenie zastępcze ścianami działowymi:	0,25	1,20	0,30
RAZEM	3,34	1,30	4,50

PROPONOWANE OBCIĄŻENIA PŁYTY SZER. 150cm	wartości charakterystyczne [kN/m]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m]
Warstwy stropowe (A):	1,64	1,28	2,10
Obciążenie użytkowe (U):	3,00	1,40	4,20
Obciążenie zastępcze ścianami działowymi (S):	0,38	1,20	0,45
RAZEM	5,02	1,30	6,75

Dane o przekroju przyjęto według pierwszego wariantu obciążeń. Dla proponowanego wariantu obciążenia A+U+S stan graniczny nośności **jest zachowany** (warunek stanu: $M_{\text{Rd}} = 50,384 \text{ kNm} > M_{\text{Sd}} = 48,319 \text{ kNm}$), stany graniczne użytkowania **są zachowane** (szerokość rozwarcia rysy prostopadłej $w_k = 0,14 < 0,3 = w_{\text{lim}}$, ugięcie $a = 20,0 < 23,4 = a_{\text{lim}}$);

WNIOSEK

Nośność płyt stropowych przy aktualnym schemacie obciążeń stałych (warstwy stropowe) i zmiennych (obciążenie zastępcze ścianami działowymi) jest przekroczona i nie pozwala na zwiększenie obciążeń użytkowych pomieszczeń. Zmiana typu wszystkich ścian działowych (poza korytarzowymi) na lekkie (wykonane w technologii GKB) pozwoli na zwiększenie wartości obciążeń użytkowych z 1,5kN/m² na 2,0kN/m², czyli wartości odpowiedniej dla pokoi biurowych, gabinetów lekarskich, itd. wg tablicy 1, wiersz 4 normy [3].

Główna rama nośna

OBECNE OBCIĄŻENIA STROPU - TRAKTY SKRAJNE	wartości charakterystyczne [kN/m ²]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m ²]
Płyta stropu:	3,30	1,10	3,63
Warstwy stropowe:	1,09	1,28	1,40
Obciążenie użytkowe:	1,50	1,40	2,10
Obciążenie zastępcze ścianami działowymi:	0,75	1,20	0,90
RAZEM	6,64	1,21	8,03

OBECNE OBCIĄŻENIA STROPU – TRAKT WEWNĘTRZNY	wartości charakterystyczne [kN/m ²]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m ²]
Płyta stropu:	3,30	1,10	3,63
Warstwy stropowe:	1,09	1,28	1,40
Obciążenie użytkowe:	2,00	1,40	2,80
RAZEM	6,39	1,22	7,83

OBCIĄŻENIA STROPODACHU	wartości charakterystyczne [kN/m ²]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m ²]
Płyta stropu:	3,30	1,10	3,63
Stropodach wentylowany:	1,33	1,17	1,55
Obciążenie śniegiem:	0,72	1,50	1,08

OBECNE OBCIĄŻENIA RYGLI RAMY - TRAKTY SKRAJNE	wartości charakterystyczne [kN/m]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m]
Płyta stropu (B):	19,80	1,10	21,78
Warstwy stropowe (A):	6,54	1,29	8,40
Obciążenie użytkowe (U):	9,00	1,40	12,60
Obciążenie zastępcze ścianami działowymi (S):	4,50	1,20	5,40
RAZEM	39,84	1,21	48,18

OBECNE OBCIĄŻENIA RYGLI RAMY - TRAKT WEWNĘTRZNY	wartości charakterystyczne [kN/m]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m]
Płyta stropu (B):	19,80	1,10	21,78
Warstwy stropowe (A):	6,54	1,29	8,40
Obciążenie użytkowe (W):	12,00	1,40	16,80
RAZEM	38,34	1,22	46,98

OBCIĄŻENIA RYGLI RAMY NAD III PIĘTREM	wartości charakterystyczne [kN/m]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m]
Płyta stropu (B):	19,80	1,10	21,78
Warstwy stropodachowe (C):	7,98	1,17	9,30
Konstrukcja stalowa stropodachu (C):	0,30	1,10	0,33
Obciążenie śniegiem (T):	4,32	1,50	6,48
RAZEM	32,40	1,17	37,89

OBCIĄŻENIA POZIOME RAMY	wartości charakterystyczne [kN/m]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m]
Wiatr parcie: 0,38x6,0=	2,28	1,50	3,42
Wiatr ssanie: -0,22x6,0=	-1,32	1,50	-1,98

OBCIĄŻENIA ELEWACJĄ:	wartości charakterystyczne [kN]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN]
Płyta typu KOLBET	18,42	1,10	20,58

Obliczenia przeprowadzone z uwzględnieniem kombinatoryki **obecnych** obciążeń wykazują, że:

- dla słupów osi skrajnych (ścian zewnętrznych podłużnych) warunkiem krytycznym jest nośność na ściskanie ze zginaniem (58) słupa parteru, jego wyętnienie osiąga poziom 68%:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{660,874}{0,798 \times 2188,700} + \frac{1,000 \times 61,343}{1,000 \times 203,504} = 0,680 < 1,000 = 1 - 0,000$$

- dla słupów osi wewnętrznych (słupy tworzące trakt środkowy) warunkiem krytycznym jest nośność na ściskanie ze zginaniem (54) słupa parteru, jego wyętnienie osiąga poziom 60%:

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{830,118}{2371,440} + \frac{53,132}{1,000 \times 215,082} = 0,597 < 1$$

- dla rygli traktów skrajnych warunkiem krytycznym jest nośność na zginanie z siłą osiową (54) rygla parteru, jego wyętnienie osiąga poziom 70%:

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{24,194}{2233,680} + \frac{154,278}{1,000 \times 225,232} = 0,696 < 1$$

stan graniczny użytkowania jest spełniony: $a_{\max} = 5,3 < 23,4 = a_{gr}$

- dla rygli traktu wewnętrznego warunkiem krytycznym jest złożony stan naprężeń (1) rygla parteru, jego wyętnienie osiąga poziom 79%:

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{113,895^2 + 3 \times 73,464^2} = 170,771 < 215 \text{ MPa}$$

stan graniczny użytkowania jest spełniony: $a_{\max} = 0,3 < 12,0 = a_{gr}$

PROPONOWANE OBCIĄŻENIA STROPU - TRAKTY SKRAJNE	wartości charakterystyczne [kN/m ²]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m ²]
Płyta stropu:	3,30	1,10	3,63
Warstwy stropowe:	1,09	1,28	1,40
Obciążenie użytkowe:	2,00	1,40	2,80
Obciążenie zastępcze ścianami działowymi:	0,25	1,20	0,30
RAZEM	6,64	1,21	8,13

PROPONOWANE OBCIĄŻENIA STROPU – TRAKT WEWNĘTRZNY	wartości charakterystyczne [kN/m ²]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m ²]
Płyta stropu:	3,30	1,10	3,63
Warstwy stropowe:	1,09	1,28	1,40
Obciążenie użytkowe:	2,50	1,40	3,50
RAZEM	6,89	1,22	8,53

PROPONOWANE OBCIĄŻENIA RYGLI RAMY - TRAKTY SKRAJNE	wartości charakterystyczne [kN/m]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m]
Płyta stropu (B):	19,80	1,10	21,78
Warstwy stropowe (A):	6,54	1,29	8,40
Obciążenie użytkowe (U+W):	12,00	1,40	16,80
Obciążenie zastępcze ścianami działowymi (R+S):	1,50	1,20	1,80
RAZEM	39,84	1,21	48,78

PROPONOWANE OBCIĄŻENIA RYGLI RAMY - TRAKT WEWNĘTRZNY	wartości charakterystyczne [kN/m]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m]
Płyta stropu (B):	19,80	1,10	21,78
Warstwy stropowe (A):	6,54	1,29	8,40
Obciążenie użytkowe (X):	15,00	1,40	21,00
RAZEM	41,34	1,22	51,18

Obliczenia wykonane z uwzględnieniem kombinatoryki **proponowanych** obciążeń wykazują, że:

- dla słupów osi skrajnych (ścian zewnętrznych podłużnych) warunkiem krytycznym jest nośność na ściskanie ze zginaniem (58) słupa parteru, jego wyętnienie osiąga poziom 69%:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{666,254}{0,798 \times 2188,700} + \frac{1,000 \times 61,948}{1,000 \times 203,504} = 0,686 < 1,000 = 1 - 0,000$$

- dla słupów osi wewnętrznych (słupy tworzące trakt środkowy) warunkiem krytycznym jest nośność na ściskanie ze zginaniem (54) słupa parteru, jego wyężenie osiąga poziom 61%:

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\phi_L M_{Rx}} = \frac{854,467}{2371,440} + \frac{52,733}{1,000 \times 215,082} = 0,605 < 1$$

- dla rygli traktów skrajnych warunkiem krytycznym jest nośność na zginanie z siłą osiową (54) rygla parteru, jego wyężenie osiąga poziom 71%:

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{\phi_L M_{Rx}} = \frac{24,535}{2233,680} + \frac{156,309}{1,000 \times 225,232} = 0,705 < 1$$

stan graniczny użytkowania jest spełniony: $a_{\max} = 5,3 < 23,4 = a_{gr}$

- dla rygli traktu wewnętrznego warunkiem krytycznym jest złożony stan naprężeń (1) rygla parteru, jego wyężenie osiąga poziom 85%:

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3\tau_e^2} = \sqrt{120,594^2 + 3 \times 79,367^2} = 182,866 < 215 \text{ MPa}$$

stan graniczny użytkowania jest spełniony: $a_{\max} = 0,3 < 12,0 = a_{gr}$

WNIOSEK

Główne ramy nośne przy aktualnym oraz proponowanym schemacie obciążeń stałych i zmiennych wykazują zapas nośności oraz spełniają warunki stanu granicznego użytkowania.

Płyty dachowe łącznika i stołówki

Płyty dachowe łącznika oraz stołówki według archiwalnych danych katalogowych przystosowane są do obciążenia charakterystycznego o wartości 1,82kN/m² (płyty PŻFF-2) lub 2,42kN/m² (PŻ) ponad ciężar własny płyty.

Obciążenie **śniegiem** stropodachu na m² rzutu dachu stołówki dla 2 strefy obciążeniowej:

$$S_k = Q_k \times C = 0,9 \times 0,8 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie **śniegiem** stropodachu łącznika na m² rzutu, wg załącznika Z1-4 normy [4]:

Ciężar własny pokrycia $p_k = 1,48 \text{ kN/m}^2 < 1,5 \text{ kN/m}^2$, stąd należy uwzględnić efekt wiatru:

$$l_1 = 15,75 \text{ m}, l_2 = 6,0 \text{ m}, h = 8,1 \text{ m}, C_s = (15,75 + 6,0) / 2 * 8,1 = 1,34$$

$$S_k = Q_k \times C = 0,9 \times 1,34 = 1,21 \text{ kN/m}^2$$

OBCIĄŻENIA STROPODACHU ŁĄCZNIKA	wartości charakterystyczne [kN/m ²]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m ²]
Papa: 0,02x11,0=	0,22	1,30	0,29
Gładź cementowa*: 0,03x21,0=	0,63	1,30	0,82
Styropian*: 0,05x0,45=	0,02	1,20	0,03
Sufit podwieszony (przyjęto)	0,20	1,30	0,26
RAZEM	1,07	1,31	1,40
Obciążenie śniegiem łącznika:	1,21	1,50	1,81
Obciążenie śniegiem stołówki:	0,72	1,50	1,08
RAZEM dla łącznika	2,28		3,21
RAZEM dla stołówki	1,79		2,48

*) układ warstw dachowych przyjęto wg szkicowego rysunku w dokumentacji archiwalnej budynku. Ich zrealizowane grubości wymagają weryfikacji.

WNIOSEK

Obciążenie charakterystyczne dachu łącznika $p_k + q_k = 2,28 \text{ kN/m}^2$ oraz dachu stołówki

$p_k + q_k = 1,79 \text{ kN/m}^2$ **jest większe bądź równe** katalogowej wartości zewnętrznego obciążenia charakterystycznego równego $P_k = 1,82 \text{ kN/m}^2$ dla płyt PŻFF-2.

Ponieważ:

- obecnie obowiązujący sposób wykonywania obliczeń uwzględnia wartości obliczeniowe obciążeń;
- wartości obliczeniowe obciążeń klimatycznych w stosunku do normy obowiązującej w czasie projektowania budynku znacząco wzrosły

należy spodziewać się negatywnej weryfikacji nośności płyt dachowych przeprowadzonej w oparciu o obowiązujące normy obciążenia śniegiem [4] i konstrukcji żelbetowych [8].

Wnioski i zalecenia

Zachowanie stanu istniejącego

1. Elementem decydującym o nośności konstrukcji budynku głównego są płyty stropowe.
2. Dla utrzymania bezpieczeństwa użytkowania budynku konieczna jest wymiana murowanych ścian działowych pięter (poza korytarzowymi) na lekkie, o ciężarze do $0,5\text{kN/m}^2$ (np. wykonane w technologii GKB).
3. Główne ramy nośne przy obecnym schemacie obciążeń stałych i zmiennych wykazują zapas nośności rzędu 20%.
4. Wymagana jest całościowa termomodernizacja budynku.
5. Przed podjęciem decyzji o termomodernizacji stropodachów wymagana jest ponowna weryfikacja ich nośności pod kątem planowanego zakresu zmiany ich obciążeń.
6. Wymagana jest wymiana ślusarki i stolarki drzwiowej i lokalnie okiennej w budynku głównym oraz całościowo drzwiowej i okiennej w łączniku i stołówce.
7. Należy wykonać przegląd zabezpieczenia przeciwpożarowego konstrukcji stalowej.
8. Należy wykonać przegląd górnych i dolnych elementów mocujących płyty elewacyjne.

Przedmiotowy budynek nadaje się do dalszej eksploatacji pod warunkiem dokonania kapitalnego remontu.

Zmiana sposobu użytkowania

1. Po realizacji wymiany ścian działowych możliwa będzie zmiana sposobu użytkowania budynku, która wiąże się ze zwiększeniem wartości obciążeń użytkowych z $1,5\text{kN/m}^2$ na $2,0\text{kN/m}^2$, czyli wartości odpowiedniej dla pokoi biurowych, gabinetów lekarskich, itd. wg tablicy 1, wiersz 4 normy [3].
2. Główne ramy nośne przy proponowanym schemacie obciążeń stałych i zmiennych wykazują zapas nośności rzędu 15%; wartość ta wymaga szczegółowego doprecyzowania w przypadku potrzeby jej wykorzystania.
3. W przypadku zmiany sposobu użytkowania budynku z mieszkalnego na np. biura klatki schodowe będą wymagały weryfikacji nośności związanej ze wzrostem obciążenia użytkowego z $3,0\text{kN/m}^2$ do $4,0\text{kN/m}^2$.

mgr inż. Szymon Czyżak

w lipcu 2011 roku