

TEMAT :

**Ekspertyza techniczna w formie opinii na potrzeby
przebudowy budynku szkoły w Gałkowie dużym**



Budynek kultury
kategoria obiektu - IX

ADRES OBIEKTU:

ul. Dzieci Polskich 14
95-041 Gałków Duży
dz. nr 222 obręb **GAŁKÓW DUŻY**
jednostka ewid. **100607_5.0006.222**

OPRACOWANIE:

Ekspertyza techniczna

BRANŻA:

KONSTRUKCJA

ZESPÓŁ AUTORSKI:

inż. Patryk Sas

mgr inż. Jakub Krakowski
upr. bud. nr LOD/3079/PWBKb/16

dr inż. Krzysztof Lasek
upr. bud. nr LOD/2496/POOK/15

Projekt jest opracowaniem autorskim i podlega ochronie prawnej

Łódź, grudzień 2024r.

SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA

1. DANE PODSTAWOWE	3
1.1. Podstawa opracowania	3
1.2. Zakres opracowania	4
1.3. Oświadczenie autorów	4
1.4. Uprawnienia projektanta i sprawdzającego	5
2. OGÓLNY OPIS OBIEKTU.....	10
2.1. Budynek „starej” szkoły (cz. 1)	11
2.2. Budynek „nowej” szkoły (cz. 2).....	19
2.3. Hala sportowa (cz. 3)	19
3. OCENA STANU TECHNICZNEGO.....	20
3.1. Budynek „starej” szkoły (cz. 1)	20
3.1.1. Fundamenty	20
3.1.2. Ściany	20
3.1.3. Nadproża i belki	20
3.1.4. Klatka schodowa	20
3.1.5. Stropy międzykondygnacyjne	20
Strop nad piwnicą	20
Strop nad parterem.....	20
Strop nad I piętrem	21
3.1.6. Dach.....	21
3.2. Budynek „starej” szkoły (cz. 2)	21
3.2.1. Fundamenty	21
3.2.2. Ściany	21
3.2.3. Nadproża i belki	21
3.2.4. Klatka schodowa	22
3.2.5. Stropy międzykondygnacyjne	22
3.2.6. Stropodach.....	22
3.3. Hala sportowa (cz. 3)	22
3.3.1. Fundamenty	22
3.3.2. Ściany.....	22
3.3.3. Konstrukcja dachu.....	22
4.3. Klasy odporności ogniowej istniejących elementów sali sportowej.....	27
5. ZALECENIA ZWIĄZANE Z PRZEBUDOWĄ OBIEKTU I DOPROWADZENIA ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH DO ODPOWIEDNIEJ TRWAŁOŚCI I NOŚNOŚCI. 28	28
5.1. Fundamenty	28
5.2. Ściany	28
5.3. Nadproża	28
5.4. Klatka schodowa	28
5.5. Stropy	29
5.5.1. Stropy odcinkowe ceramiczne	29
5.5.2. Drewniany strop nad parterem.....	29
5.5.3. Drewniany strop nad piętrem.....	29
5.6. Dach	29
5.7. Konstrukcja hali sportowej.	29
6. WNIOSKI	30
DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA	31
OBLICZENIA ODPIORNOSTI OGNIOWEJ ELEMENTÓW DREWNIANYCH	34
7. OBLICZENIA STATYCZNE	37
7.1. Obliczenia stropów	37
7.1.1. Strop masywny piwnicy na belkach stalowych.....	37
7.1.2. Strop nad parterem	38
Przeanalizowano dwa przypadki:	39
7.1.2.1. Stan istniejący (SGN=148,6%, SGU=159,5%/171,5%)	39
7.1.2.2. Stan projektowany (SGN=88,1%, SGU=92,1%/96,9%)	41
7.1.3. Strop nad piętrem	43
Przeanalizowano dwa przypadki:	43
7.1.3.1. Stan istniejący (SGN=66,1%, SGU=74,7%/86,3%)	43
7.1.3.2. Stan projektowany (SGN=41,8%, SGU=48,2%/54,5%)	46

1. DANE PODSTAWOWE

1.1. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowią:

- zlecenie od Zamawiającego;
- wizje lokalne połączone z pomiarami;
- „Projekt techniczny konstrukcji pt. dobudowa Sali gimnastycznej do istniejącego budynku szkoły” opracowany przez biuro usług inżynierskich „JANCZAR” Jan Damulewicz w 2002r;
- dokumentacja archiwalna „Projekt konstrukcyjny hali sportowej” opracowany przez biuro obsługi budownictwa „POPIOŁEK” w 2001r.
- Ekspertyza techniczna opracowana przez biuro usług inżynierskich „JANCZAR” Jan Damulewicz;
- Inwentaryzacja budowlana szkoły w Gałkowie Dużym opracowana przez mgr inż. arch. Jarosław Żwirski w roku 1985r;
- Projekt termomodernizacji budynków szkoły „MIASTOPROJEKT2” mgr inż. Wiesław Wasilewski, 05.2004r,
- Projekt przebudowy i zmiany sposobu użytkowania fragmentu budynku szkoły. Projekt budowlany – Konstrukcja. Mgr inż. Damian Sibilski upr. 222/01/WŁ, 12.2008r.
- Projekt zagospodarowania terenu i Projekt architektoniczno-budowlany, Budowa Sali gimnastycznej wraz z zapleczem przy szkole podstawowej w Gałkowie Dużym przy ul. Dzieci Polskich, gmina Koluszki; mgr inż. arch. Tomasz Zoforymski, mgr inż. arch. Helena Gryszkiewicz; październik 2001
- Protokół ustaleń z czynności kontrolno-rozpoznawczych w zakresie przekazania obiektu do użytkowania; Komenda Powiatowa Państwowej Straży Pożarnej powiatu łódzkiego wschodniego z/s w Koluszkach; dnia 17.09.2004r.
- Stanowisko dotyczące uzyskania pozwolenia na użytkowanie obiektu budowlanego, Komenda Powiatowa Państwowej Straży Pożarnej powiatu łódzkiego wschodniego z/s w Koluszkach; dnia 09.11.2004r.3

Normy i akty prawne:

PN-82/B-02001	Obciążenia budowli – obciążenia stałe.
PN-82/B-02003	Obciążenia budowli – obciążenia zmienne technologiczne.
PN-80/B-02010:Az1	Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.
PN-77/B-02011:Az1	Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
PN-81/B-03020	Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie. Grunty budowlane.
PN-B-03002:1999	Konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczanie.
PN-B-03200:1990	Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN-B-03264:2002	Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone Obliczenia statyczne i projektowe.
PN-EN 1990 :2000	Eurokod 0: Podstawy projektowania konstrukcji.
PN-EN 1991-1-1: 2004	Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne – Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
PN-EN-1992-1-1: 2008	Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1 Reguły ogólne i reguły dla budynków (A1:2015-03).
PN-EN-1995-1-1: 2010	Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych. Część 1-1 Postanowienia ogólne. Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.

PN-EN 1996-1-1: 2010 Eurokod 6: Projektowanie konstrukcji murowych. Część 1-1: Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych.
PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne.
PN-EN 206:2014 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność

- [1] Ustawa Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994. (Dz.U. z 2019r. poz.1186, 1309, 1524, 1696, 1712, 1815, 2166, 2170 oraz Dz. U. z 2020 poz.471) [tekst jednolity Dz. U. z 2020 r. poz. 1333]
[2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. z 2019 r. poz. 1065).

Literatura:

- {1} Wzmacnianie konstrukcji budowlanych, D. Spiżewska E. Masłowski, Arkady-Warszawa 2000
- {2} Poradnik inżyniera i technika budowlanego, tom 2, praca zbiorowa PZITB, Arkady-Warszawa 1982
- {3} Remonty budynków i wzmacnianie konstrukcji, J.Thierry S.Zaleski, Arkady-Warszawa 1982
- {4} Budownictwo ogólne, tom 1, W. Żenczykowski, Budownictwo i Architektura Warszawa 1956
- {5} Podstawy projektowania konstrukcji metalowych, J. Żmuda. Arkady Sp. z o.o., Warszawa 2007
- {6} Konstrukcje Stalowe cz. I, II i III, A. Kozłowski z zespołem, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej 2010 2011 2015
- {7} Konstrukcje żelbetowe wydanie XIII, W. Starosolski, PWN SA, Warszawa 2011
- {8} Obliczanie konstrukcji żelbetowych według Eurokodu 2 wydanie III, M. Knauff, PWN SA, Warszawa 2018
- {9} Projektowanie konstrukcji z betonu z uwagi na warunki pożarowe według Eurokodu 2, G. Woźniak P. Turkowski, ITB, Warszawa 2019
- {10} Konstrukcje żelbetowe w warunkach pożarowych, R. Kowalski, PWN SA, Warszawa 2019
- {11} Projektowanie konstrukcji stalowych uwagi na warunki pożarowe według Eurokodu 3, P. Turkowski P. Sulik, ITB, Warszawa 2015
- {12} Odporność ogniowa ścian murowych, K. Chudyba p. Matysek, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej Zeszyt 18, 2018
- {13} Projektowanie elementów żelbetowych i murowych z uwagi na odporność ogniową, M.Kosierek, ITB 409/2005, Warszawa 2005
- {14} Naprawy i wzmocnienia stropów w starym budownictwie, Ł. Drobiec, R. Jasiński, Konferencja Izolacje 2017

Prace własne autorów wykonane jako opinie, ekspertyzy techniczne i publikacje naukowe.

Przytoczone normy historyczne (nieaktualne) uwzględniono jako wiedzę techniczną.

1.2. Zakres opracowania

W zakres niniejszego opracowania wchodzi ekspertyza techniczna budynku szkoły w Gałkowie Dużym ze względu na planowany remont oraz rozbudowę budynku przy ulicy Dzieci Polskich 14 w Gałkowie Dużym.

1.3. Oświadczenie autorów

Stosownie do art. 41 ust. 4a pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 Prawo budowlane [tekst jednolity Dz.U. z 2020 poz. 1333; z późniejszymi zmianami].

Oświadczam, że ekspertyza techniczna budynku szkoły w Gałkowie Dużym stwierdzająca stan techniczny budynku w budynku przy ulicy Dzieci Polskich 14 w Gałkowie Dużym sporządzona jest zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami oraz zasadami wiedzy technicznej, ponadto została wykonana zgodnie z celem, jakemu ma służyć.

mgr inż. Jakub Krakowski
upr. bud. nr LOD/3079/PWBKb/16
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

dr inż. Krzysztof Lasek
upr. bud. nr LOD/2496/POOK/15
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

Ekspertyza techniczna w formie opinii na potrzeby przebudowy budynku w Gałkowie Dużym ul. Dzieci Polskich 14, 95-041 Gałków Duży, dz. nr 222 obręb GAŁKÓW DUŻY, jednostka ewid. 100607_5.0006.222

1.4. Uprawnienia projektanta i sprawdzającego

Decyzja o nadaniu

UPRAWNIENI BUDOWLANYCH DO PROJEKTOWANIA BEZ OGRANICZEŃ W SPECJALNOŚCI
KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANEJ

Lódź, dnia 13 grudnia 2016 r.

Łódzka Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa
Łódzka Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
OKK/5787/1383/16
sygn. akt. KK.D/1312/2079/16

DECYZJA

Na podstawie art. 104 Ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (*tekst jedn.: Dz. U. z 2016 r., poz. 23 z późn. zm.*) w związku z art. 11 ust. 1 i art. 24 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa (*tekst jedn.: Dz. U. z 2016 r., poz. 1725*), art. 12 ust. 1, ust. 2, ust. 3 i ust. 4 pkt 3, art. 13 ust. 1, 2, 3 i 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 i ust. 3 pkt 5 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*tekst jedn.: Dz. U. z 2016 r., poz. 190 z późn. zm.*), oraz § 12 ust. 1 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz. U. z 2014 r., poz. 1278*), po usłuchu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

**Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa**
stwierdza, że

Pan **Jakub Andrzej Krakowski**
magister inżynier
kierownik budownictwa

urodzony dnia 20 maja 1985 r. w Łodzi

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny **LOD/3079/PWBKb/16**

**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej**

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Powzienie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Łodzi, w terminie 14 dni od daty doręczenia decyzji.

**Skład Orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa:**

Przewodniczący Składu Orzekającego OKK LOIIB
mgr inż. Wacław Sawicki

Członek Składu Orzekającego OKK LOIIB
mgr inż. Tomasz Kluska

Członek Składu Orzekającego OKK LOIIB
mgr inż. Wiktor Jakubowski

Pan Jakub Krakowski jest upoważniony do:
1) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego w odniesieniu do konstrukcji obiektu, zgodnie z art. 14 ust. 3 pkt 5 Prawa budowlanego i § 12 ust. 1 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju;
2) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi w odniesieniu do konstrukcji obiektu, zgodnie z art. 14 ust. 3 pkt 5 Prawa budowlanego i § 12 ust. 1 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju;
3) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi w odniesieniu do architektury obiektu, zgodnie z § 12 ust. 1 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju;
4) sprawdzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, zgodnie z § 10 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju;
5) kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzorowania i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów oraz do wykonywania nadzoru inwestorskiego, zgodnie z art. 13 ust. 3 Prawa budowlanego;
6) sprawowania kontroli technicznej urzeczania obiektów budowlanych, zgodnie z art. 13 ust. 4 Prawa budowlanego.

**Skład Orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa:**

Przewodniczący Składu Orzekającego OKK LOIIB
mgr inż. Wacław Sawicki

Członek Składu Orzekającego OKK LOIIB
mgr inż. Tomasz Kluska



Członek Składu Orzekającego OKK LOIIB
mgr inż. Wiktor Jakubowski

Otrzymuje:


1. Jakub Krakowski
ul. Międzyńskiego 10
91-160 Łódź;
2. Rada Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa;
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego;
4. a.a.


2 z 2

Decyzja o wpisie do
CENTRALNEGO REJESTRU OSÓB POSIADAJĄCYCH UPRAWNIENIA BUDOWLANE

 GŁÓWNY INSPEKTOR NADZORU BUDOWLANEGO DSW.600.407.2017. EDW	Warszawa, 19 stycznia 2017 r.
DECYZJA	
JAKUB ANDRZEJ KRAKOWSKI magister inżynier	
uprawniony na mocy decyzji Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa z dnia 13.12.2016 r., znak: OKK/5787/1383/16, sygn. akt: KK/D/71-31-2/3079/16, uprawnienia budowlane numer ewidencyjny: LOD/3079/PWBKb/16 do wykonywania samodzielnej funkcji technicznej w budownictwie w szczególności konstrukcyjno-budowlanej obejmującej projektowanie i kierowanie robotami budowlanymi bez ograniczeń w zakresie określonym w powyższej decyzji	
DO CENTRALNEGO REJESTRU OSÓB POSIADAJĄCYCH UPRAWNIENIA BUDOWLANE pod pozycją 31217/U/C	
Decyzja niniejsza jako uwzględniająca w całości zadanie strony, zgodnie z art. 107 § 4 Kpa, nie wymaga uzasadnienia. Strona może wystąpić na podstawie art. 127 § 3 Kpa z wnioskiem o ponowne rozpatrzenie sprawy w terminie 14 dni od daty doręczenia decyzji. Ostateczna decyzja o wpisie do centralnego rejestru, o którym mowa w art. 88a ust. 1 pkt 3 lit. a Prawa budowlanego, stanowi podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie. Ponadto z uwagi, iż niniejsza decyzja uwzględnia w całości żądanie strony, na podstawie art.130 § 4 Kpa, podlega wykonaniu przed upływem terminu do wystąpienia strony z wnioskiem o ponowne rozpatrzenie sprawy.	
 Otrzymała: 1. Pan Jakub Krakowski ul. Micińskiego 10 91-160 Łódź 2. Okręgowa Izba IB 3. a/a	z upoważnienia GŁÓWNEGO INSPEKTORA NADZORU BUDOWLANEGO GŁÓWNY SPECJALISTY W ZAKRESIE SPRAW I PRAW <i>Aleksandra Marchwinska-Dudek</i>

Zaświadczenie o
CZŁONKOSTWIE W ŁÓDZKIEJ OKRĘGOWEJ IZBIE INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA
I POSIADANIU WYMAGANEGO UBEZPIECZENIA OD ODPOWIEDZIALNOŚCI CYWILNEJ

 P O L S K A I Z B A INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA	Zaświadczenie o numerze ewidencyjnym: ŁOD-9DS-X8G-6GG *
Pan Jakub Andrzej KRAKOWSKI o numerze ewidencyjnym ŁOD/BO/0018/17 adres zamieszkania ul. Micińskiego 10, 91-160 Łódź jest członkiem Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej. Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2024-02-01 do 2024-12-31.	
Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-01-03 roku przez: Jacek Szer, Przewodniczący Rady Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.	
Zgodnie z art. 78 ¹ k.c. § 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i spisanie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym. § 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.	
* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru ewidencyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.pib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.	



Decyzja o nadaniu

UPRAWNIEŃ BUDOWLANYCH DO PROJEKTOWANIA BEZ OGRANICZEŃ W SPECJALNOŚCI KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANEJ

Pan Krzysztof Lasek jest upoważniony do:

- 1) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego w odniesieniu do konstrukcji obiektu, zgodnie z art. 14 ust. 3 pkt 1 Prawa budowlanego i § 12 ust. 1 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju;
- 2) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, zgodnie z § 10 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju;
- 3) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych, zgodnie z art. 13 ust. 4 Prawa budowlanego.

Skład Orzekającej Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Przewodniczący Składu Orzekającego OKK LOIIB
mgr inż. Zbigniew Cichowski

Członek Składu Orzekającego OKK LOIIB
mgr inż. Wacław Sawicki

Członek Składu Orzekającego OKK LOIIB
mgr inż. Tomasz Kluska

Otrzymują:

1. Krzysztof Lasek
ul. Zaleska 94
97-300 Piotrków Trybunalski;
2. Rada Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa;
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego;
4. t/n.

Łódzka Okręgowa
Izba Inżynierów Budownictwa
91-426 Łódź, ul. Północna 39
tel. (0-42) 639-97-30, fax (0-42) 630-56-39
NIP 795-18-49-050, REGON 473043690

Łódzka Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa
Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna

OKK/2701/738/15

sygn. akt. KKCD/71312/96/14

DECYZJA

Na podstawie art. 104 Ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeksu postępowania administracyjnego (*tekst jedn.: Dz. U. z 2013 r., poz. 267 z późn. zm.*) w związku z art. 11 ust. 1 i art. 24 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa (*tekst jedn.: Dz. U. z 2013 r., poz. 932 z późn. zm.*), art. 12 ust. 1, ust. 2, ust. 3 i ust. 4 pkt 1, art. 13 ust. 1 i ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 i ust. 3 pkt 1 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*tekst jedn.: Dz. U. z 2013 r., poz. 1409 z późn. zm.*), oraz § 12 ust. 1 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz. U. z 2014 r., poz. 1278*), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa
stwierdza, że

Pan Krzysztof Stanisław Lasek

magister inżynier
kierunek budownictwo

urodzony dnia 27 grudnia 1985 r. w Piotrkowie Trybunalskim

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny LOD/2496/POOK/15

do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości zgłoszenia strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Powzeńcie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Łodzi, w terminie 14 dni od daty doręczenia decyzji.

Skład Orzekającej Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Przewodniczący Składu Orzekającego OKK LOIIB
mgr inż. Zbigniew Cichowski

Członek Składu Orzekającego OKK LOIIB
mgr inż. Wacław Sawicki

Członek Składu Orzekającego OKK LOIIB
mgr inż. Tomasz Kluska

Decyzja o wpisie do CENTRALNEGO REJESTRU OSÓB POSIADAJĄCYCH UPRAWNIENIA BUDOWLANE



**GLÓWNY INSPEKTOR
NADZORU BUDOWLANEGO**

Warszawa, 2015-08-18

DSW/ORZ/600/4388/15
ADR

DECYZJA

Na podstawie art. 12 ust. 7 i art. 88a ust. 1 pkt 3 lit. a ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2013 r. poz. 1409, z późn. zm.) oraz art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2013 r. poz. 267, z późn. zm.),

KRZYSZTOF STANISŁAW LASEK
magister inżynier

uprawniony na mocy decyzji
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa
z dnia 12.06.2015 r., znak: OKK/2701/738/15, sygn. akt. KK/D/7131/2496/14
uprawnienia budowlane numer ewidencyjny LOD/2496/POOK/15
do wykonywania samodzielnej funkcji technicznej w budownictwie
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
obejmującej projektowanie
bez ograniczeń
w zakresie określonym w powyższej decyzji

DO CENTRALNEGO REJESTRU OSÓB POSIADAJĄCYCH UPRAWNIENIA BUDOWLANE
został wpisany
pod pozycją 3961/15/U/C

Decyzja niniejsza jako uwzględniająca w całości żądanie strony, zgodnie z art. 107 § 4 Kpa, nie wymaga uzasadnienia.
Strona może wystąpić na podstawie art. 127 § 3 Kpa z wnioskiem o ponowne rozpatrzenie sprawy w terminie 14 dni od daty doręczenia decyzji.
Ostateczna decyzja o wpisie do centralnego rejestru, o którym mowa w art. 88a ust. 1 pkt 3 lit. a Prawa budowlanego, stanowi podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie. Ponadto z uwagi, iż niniejsza decyzja uwzględnia w całości żądanie strony, na podstawie art. 130 § 4 Kpa, podlega wykonaniu przed upływem terminu do wystąpienia strony z wnioskiem o ponowne rozpatrzenie sprawy.

z upoważnienia
GLÓWNEGO INSPEKTORA NADZORU BUDOWLANEGO
GLÓWNY SPECJALISTA W ZASTĘPIENIU
Aleksandra Marchwińska-Dudek



Orzeczują:
1. Pan Krzysztof Lasek
ul. Zaleska 94
97-300 Piotrków Trybunalski
2. Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa
3. a/a

Zaświadczenie o CZŁONKOSTWIE W ŁÓDZKIEJ OKRĘGOWEJ IZBIE INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA I POSIADANIU WYMAGANEGO UBEZPIECZENIA OD ODPOWIEDZIALNOŚCI CYWILNEJ



Zaświadczenie
o numerze weryfikacyjnym:
LOD-CSZ-9CB-GBW *

Pan Krzysztof Stanisław LASEK o numerze ewidencyjnym LOD/BO/0126/14
adres zamieszkania ul. Zaleska 94, 97-300 Piotrków Trybunalski
jest członkiem Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2024-02-01 do 2024-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-01-03 roku przez:
Jacek Szer, Przewodniczący Rady Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 79b k.c.
§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.
§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.pib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.



Zaświadczenie o
CZŁONKOSTWIE W ŁÓDZKIEJ OKRĘGOWEJ IZBIE INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA
I POSIADANIU WYMAGANEGO UBEZPIECZENIA OD ODPOWIEDZIALNOŚCI CYWILNEJ
na 2025r



Zaświadczenie
o numerze weryfikacyjnym:
ŁOD-Z1R-5G4-ZLI *

Pan Jakub Andrzej KRAKOWSKI o numerze ewidencyjnym ŁOD/BO/0018/17
adres zamieszkania ul. Micińskiego 10, 91-160 Łódź
jest członkiem Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2025-01-01 do 2025-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-12-03 roku przez:

Piotr Parkitny, Zastępca Przewodniczącego Rady Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78i k.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.pib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.



Zaświadczenie o
CZŁONKOSTWIE W ŁÓDZKIEJ OKRĘGOWEJ IZBIE INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA
I POSIADANIU WYMAGANEGO UBEZPIECZENIA OD ODPOWIEDZIALNOŚCI CYWILNEJ
na 2025r



Zaświadczenie
o numerze weryfikacyjnym:
ŁOD-NE2-REM-8RZ *

Pan Krzysztof Stanisław LASEK o numerze ewidencyjnym ŁOD/BO/0126/14
adres zamieszkania ul. Zaleska 94, 97-300 Piotrków Trybunalski
jest członkiem Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2025-01-01 do 2025-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-11-26 roku przez:

Piotr Parkitny, Zastępca Przewodniczącego Rady Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78i k.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.pib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.



2. OGÓLNY OPIS OBIEKTU

W skład kompleksu obiektów Szkoły wchodzi trzy budynki realizowane w różnych okresach. Są to dwa budynki dydaktyczne oraz trzeci – sala gimnastyczna. Wszystkie budynki są połączone z sobą łącznikami.

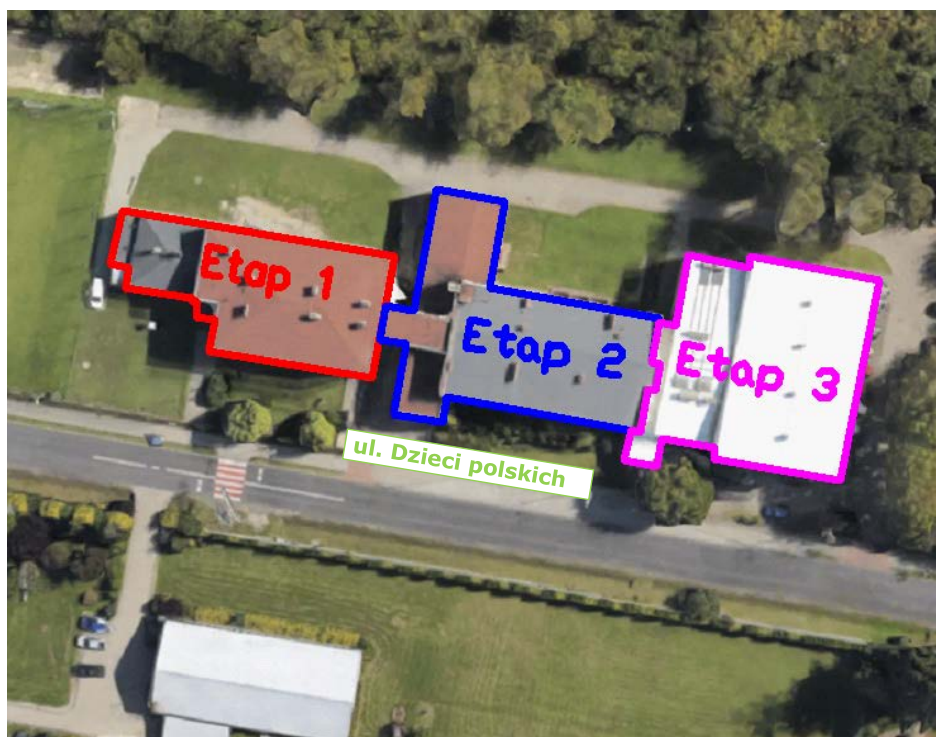
Budynki zostały poddane termomodernizacji ścian i dachu budynków dydaktycznych. Budynek hali sportowej, z uwagi na okres wznoszenia, spełniał stawiane wymogi i nie wymagał termomodernizacji.

Budynek szkoły był wielokrotnie rozbudowywany. Możliwe jest wyodrębnienie trzech etapów rozbudowy szkoły:

- Etap pierwszy – budynek „starej” szkoły, wybudowany w okresie międzywojennym) znajduję się w północnej części parceli. Składa się dwóch kondygnacji oraz podpiwniczenia. Przeznaczony był jako sale lekcyjne oraz dom nauczyciela.
- Etap drugi - budynek „nowej” szkoły, wybudowany w połowie lat osiemdziesiątych XXw, znajduje się w po środku całego obiektu, składa się z dwóch kondygnacji oraz podpiwniczenia oraz poddasza nieużytkowego. W tej części znajdują się sale na piętrze i parterze oraz szatnie w piwnicy.
- Etap trzeci - znajduje się na południu parceli. Jest to sala gimnastyczna oraz jej infrastruktura.

Gabaryty budynku:

Liczba kondygnacji nadziemnych:	2 (sala gimnastyczna 1)	
Liczba kondygnacji podziemnych:	1	
	(budynek Szkoły)	(sala gimnastyczna)
Kubatura	11196 m ³	6860 m ³
Powierzchnia zabudowy:	1018 m ²	712,4 m ²
Powierzchnia użytkowa:	1914 m ²	829 m ²



Rys. 1 Widok budynku szkoły (<https://www.google.pl/maps>)

2.1. Budynek „starej” szkoły (cz. 1)

Budynek „starej” szkoły wykonany w technologii tradycyjnej. Obiekt parterowy, częściowo podpiwniczony z nieużytkowym poddaszem.

Układ konstrukcyjny tworzą podłużne ściany murowane wykonane z cegły. Grubości ścian wynoszą od 38 do 64cm (1,5c – 2,5c).

Stropy wykonane w konstrukcji drewnianej, tworzą belki drewniane usytuowane w rozstawie co ~90cm.

Od strony pomieszczeń znajduje się podsufitka wykonana z pełnego deskowania. Do desek przybita mata z trzciny na którą został narzucony tynk.

Konstrukcja dachu wykonana z drewnianych krokwi szerokości ~14cm w rozstawie ~90cm. Krokwie oparte na ścianach zewnętrznych oraz drewnianej płatwi.

Płatwie przekazują obciążenia od dachu na układ belek stropowych poprzez belkę podwalinową.



Zdjęcie ogólne obrazujące część I zespołu budynków.

Nad piwnicą występują stropy masywne lub masywne na belkach stalowych.

Na podstawie wizji lokalnych ujawniono kształtownik I240 lub szynę o stopce ok. 110mm

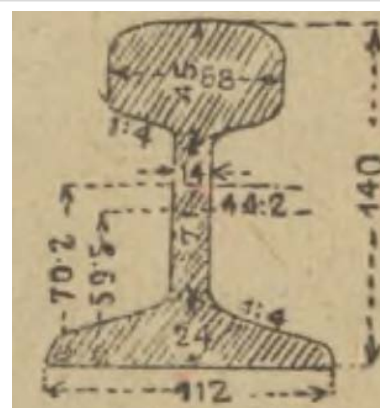
Na podstawie odkrywek ustalono, że w budynku poza klatkami schodowymi, wykonano drewniane stropy ze ślepym pułapem. Dodatkowo przestrzeń poddasza ocieplono wełną mineralną.

Gabaryt belek stropowych określono na ok. 17x27cm.

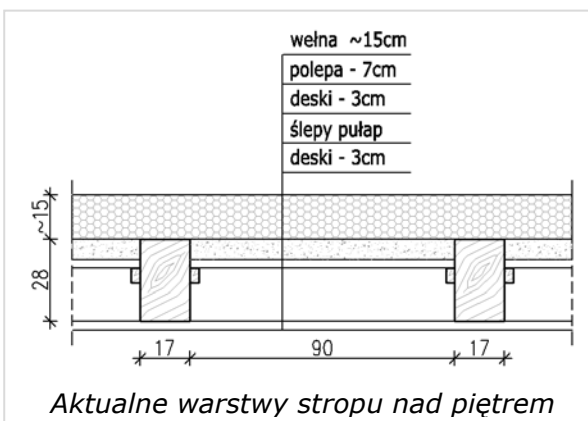
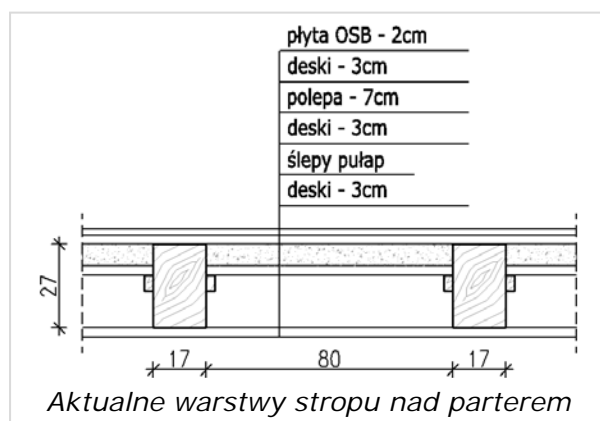
Sufity wykonano z desek pokrytych tynkiem na trzcinie.

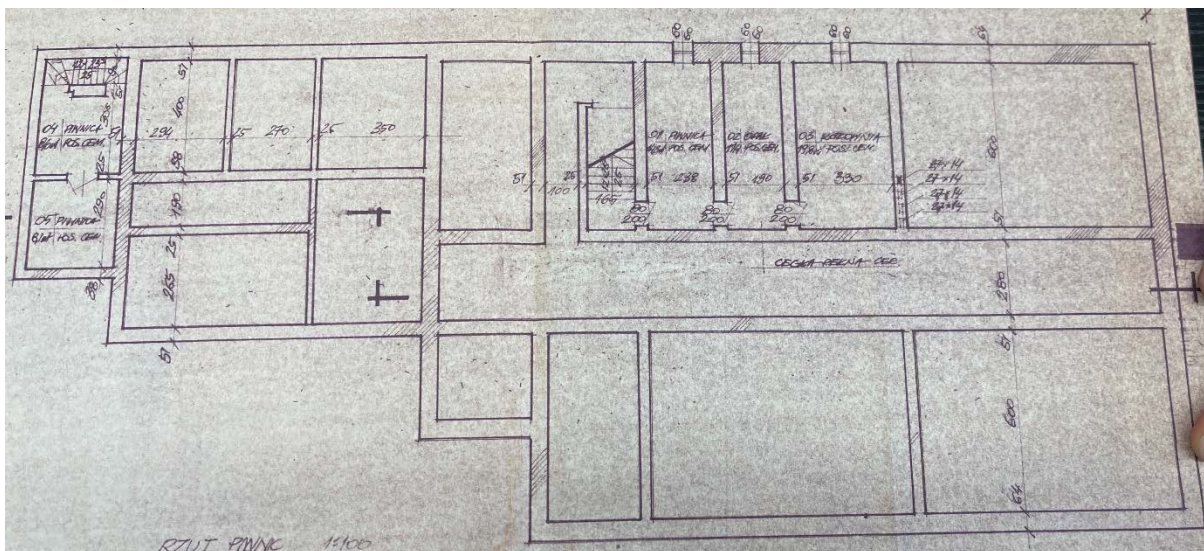
Konstrukcja dachu składa się z dźwigarów drewnianych płatwiowo stolcowych z mieczami. Krokwie o przekroju 7x14cm, krokiew narożna 10x14, płatwie 14x14, podwalina 14x10cm, stolec 14x14cm.

Klatki schodowe masywne, na stalowych belkach policzkowych.

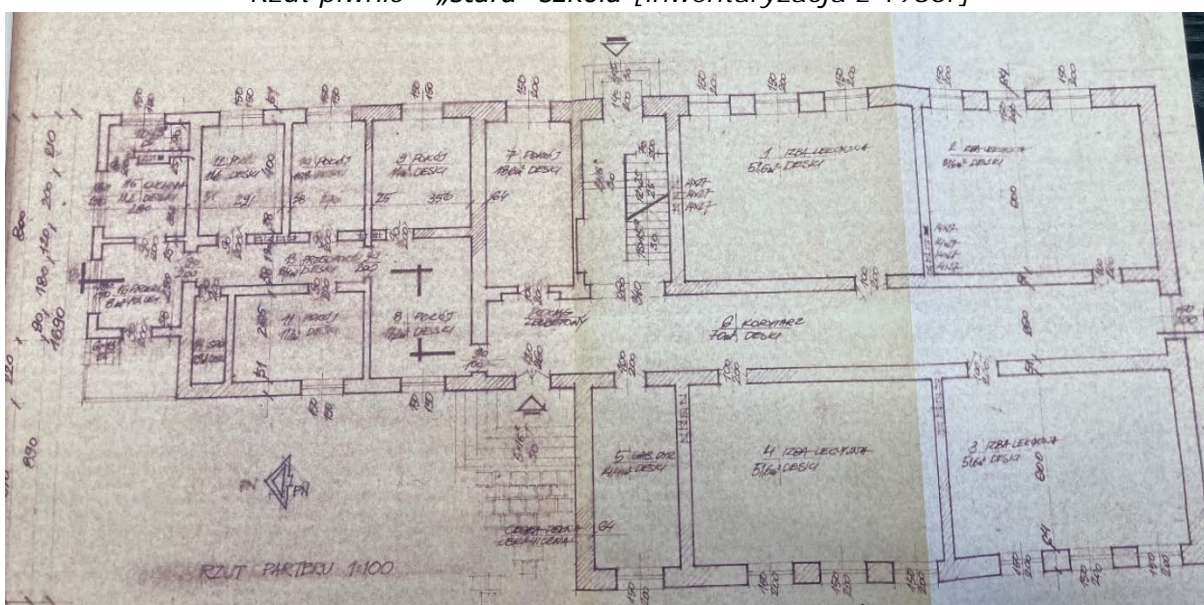


Geometria szyny ujawnionej w stropie

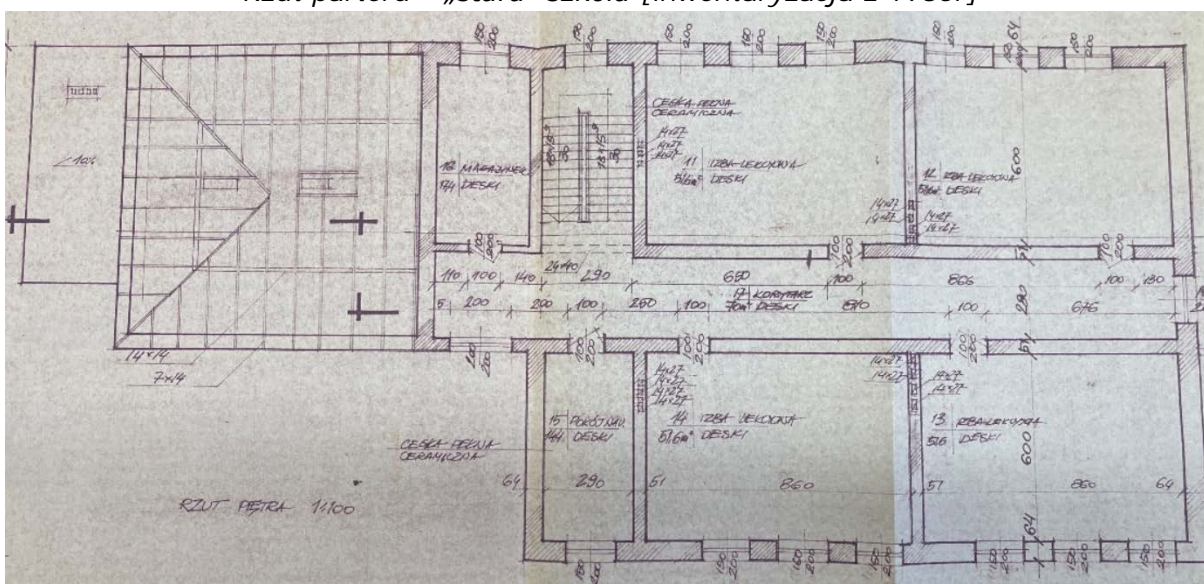




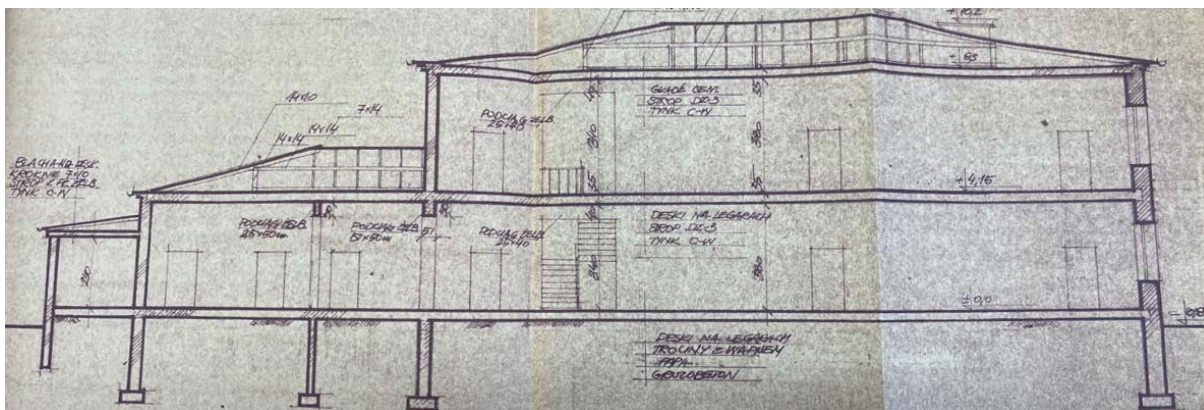
Rzut piwnic – „stara” szkoła [inventaryzacja z 1985r]



Rzut parteru – „stara” szkoła [inventaryzacja z 1985r]



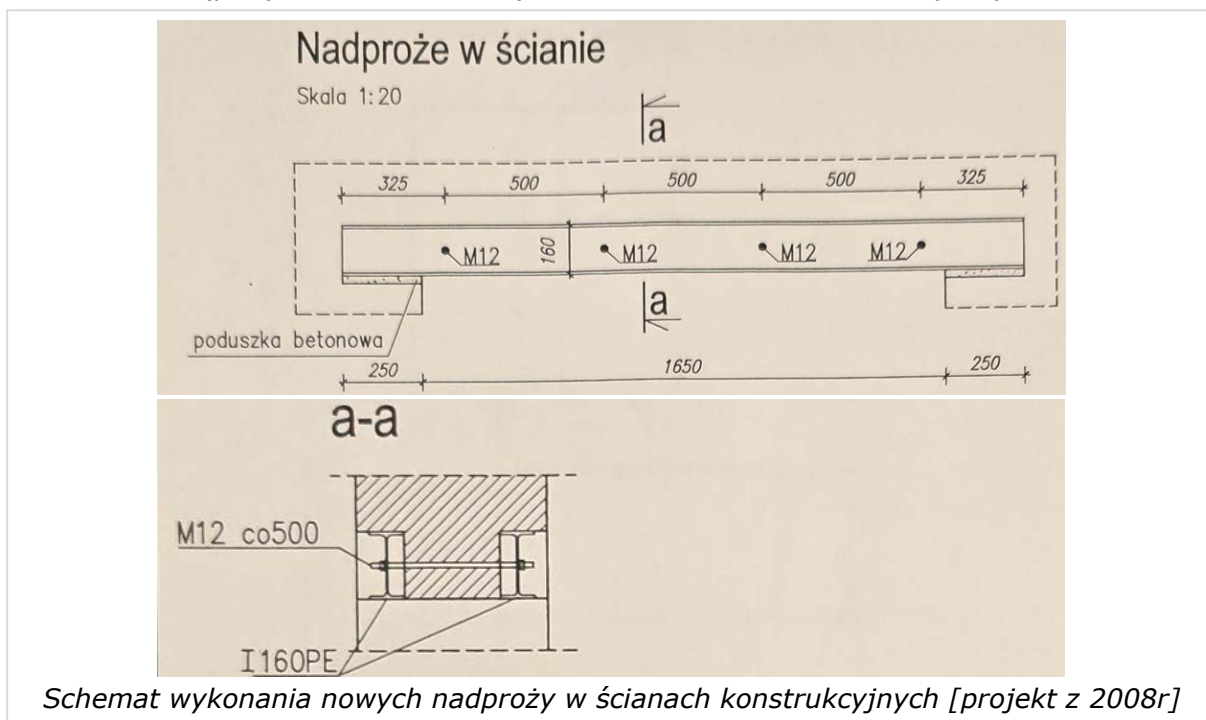
Rzut pierwszego piętra – „stara” szkoła [inventaryzacja z 1985r]



Przekrój podłużny przez „starą” szkołę [inventaryzacja z 1985r]

W ramach wykonywanej przebudowy (projekt z 2008r) wykonano następujące prace:

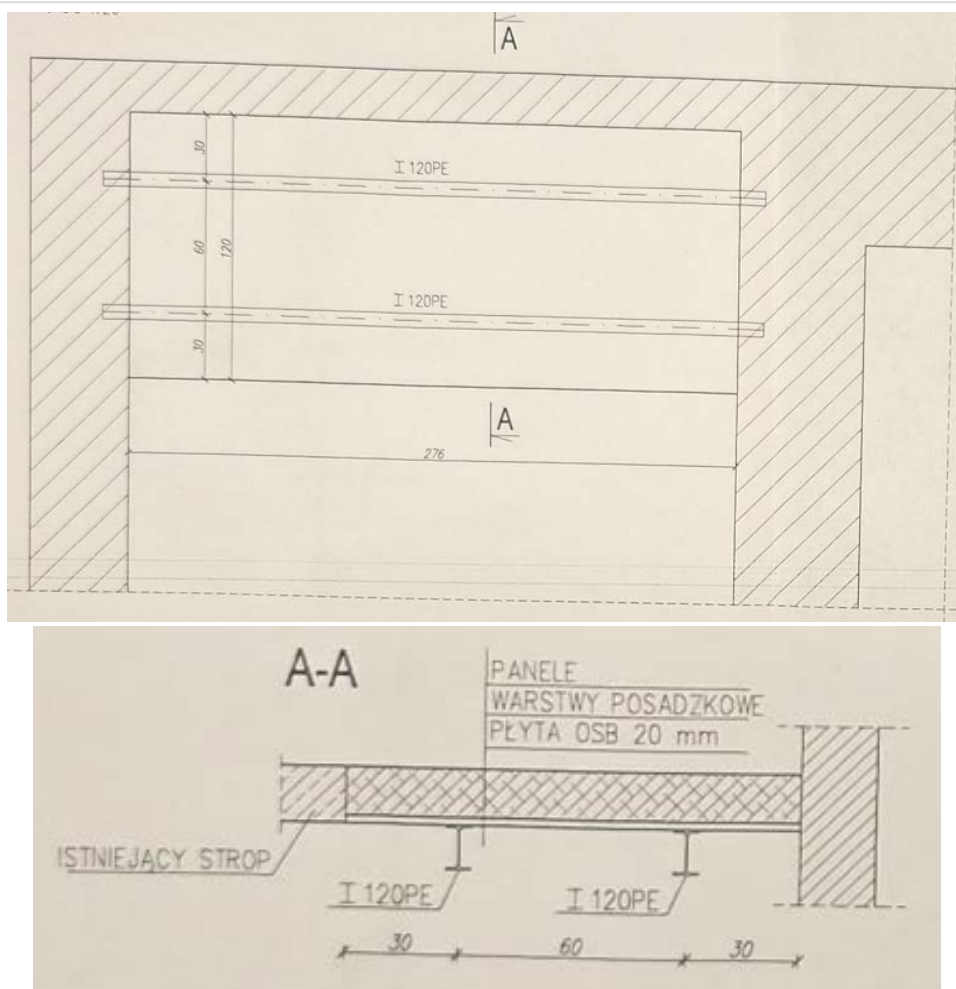
- wyburzenia wewnętrznych ścian działowych,
- rozebrano część kominów,
- likwidacja części piwnicy poprzez zasypanie i wykonanie podłogi na gruncie
- wykonano nowe otwory w ścianach konstrukcyjnych stosując kształtowniki stalowe 2xIPE160 (połączone M12co50cm), kształtowniki obłożone siatką i otynkowane



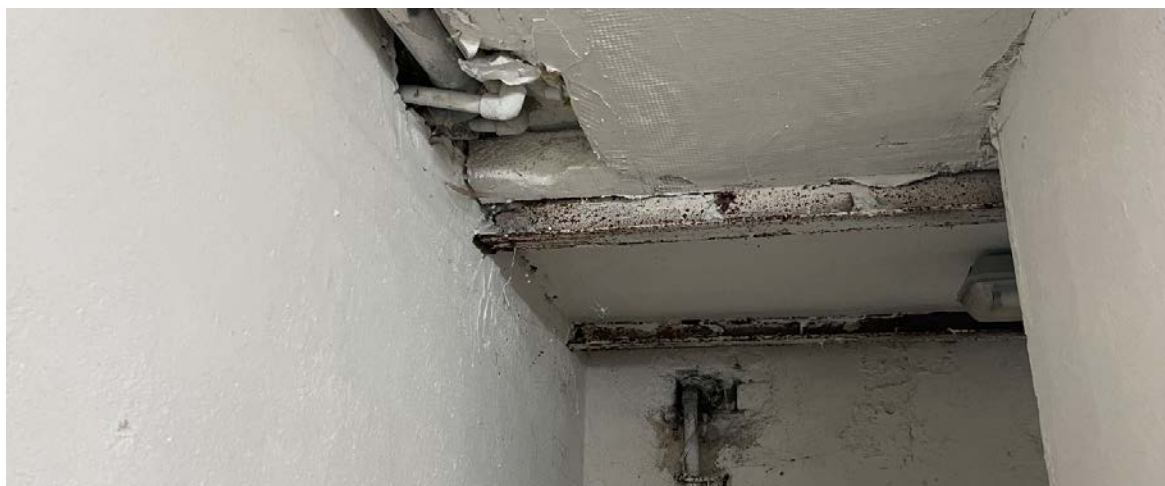
Schemat wykonania nowych nadproży w ścianach konstrukcyjnych [projekt z 2008r]

W ramach wykonywanej przebudowy (projekt z 2008r) wykonano następujące prace:

- wyburzenia wewnętrznych ścian działowych,
- rozebrano część kominów,
- likwidacja części piwnicy poprzez zasypanie i wykonanie podłogi na gruncie
- zasklepiono otwór w stropie nad piwnicą w postaci podciągów stalowych IPE120, wspartych na ścianach, na wierzchu płyta OSB z warstwą podłogi z wylewki zbrojonej siatką stalową #8co15cm.

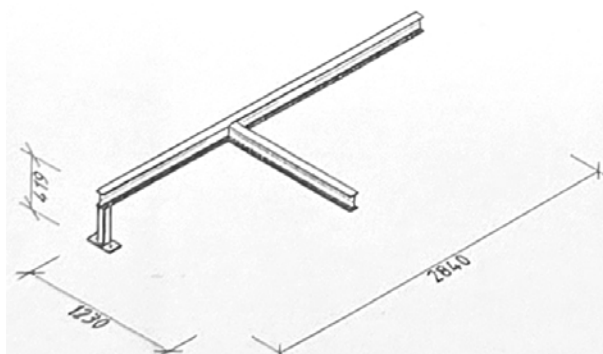
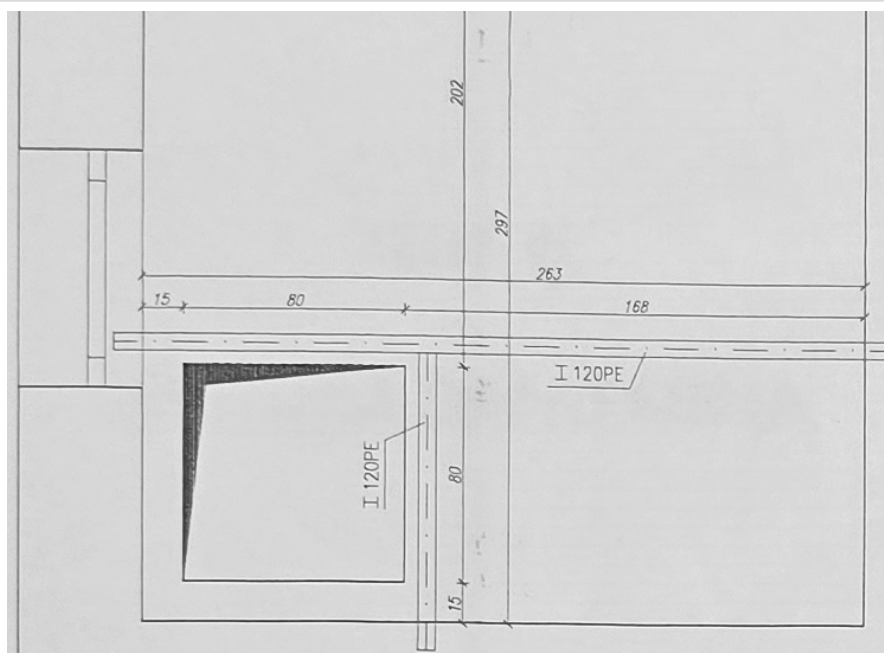


Schemat wykonania uzupełnienia stropu nad piwnicą [projekt z 2008r]



Zdjęcie z dnia wykonywania oględzin obrazujące zastosowane rozwiązanie

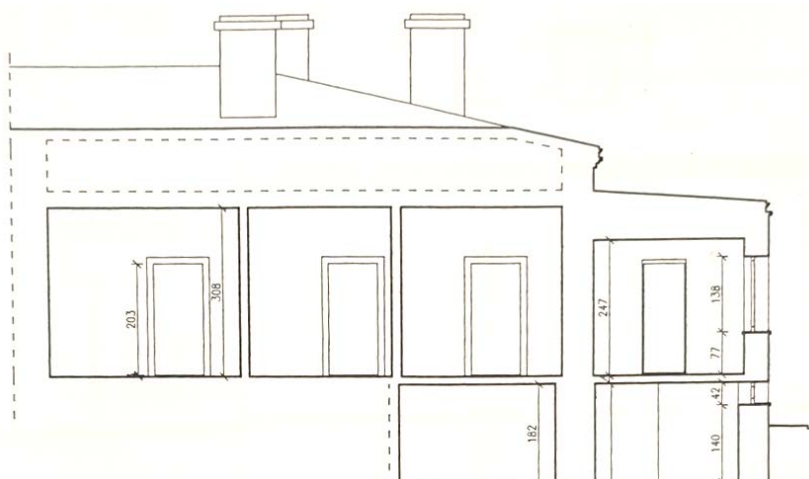
- w stropie nad piwnicą wykonano wąż rewizyjny z kształtowników stalowych IPE120 usytuowanych w bezpośrednim sąsiedztwie otworu,



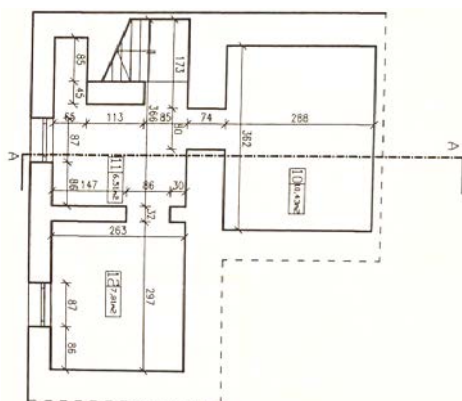
*Schemat wykonania konstrukcji stalowej w obrębie wężu rewizyjnego do piwnicy
[projekt z 2008r]*



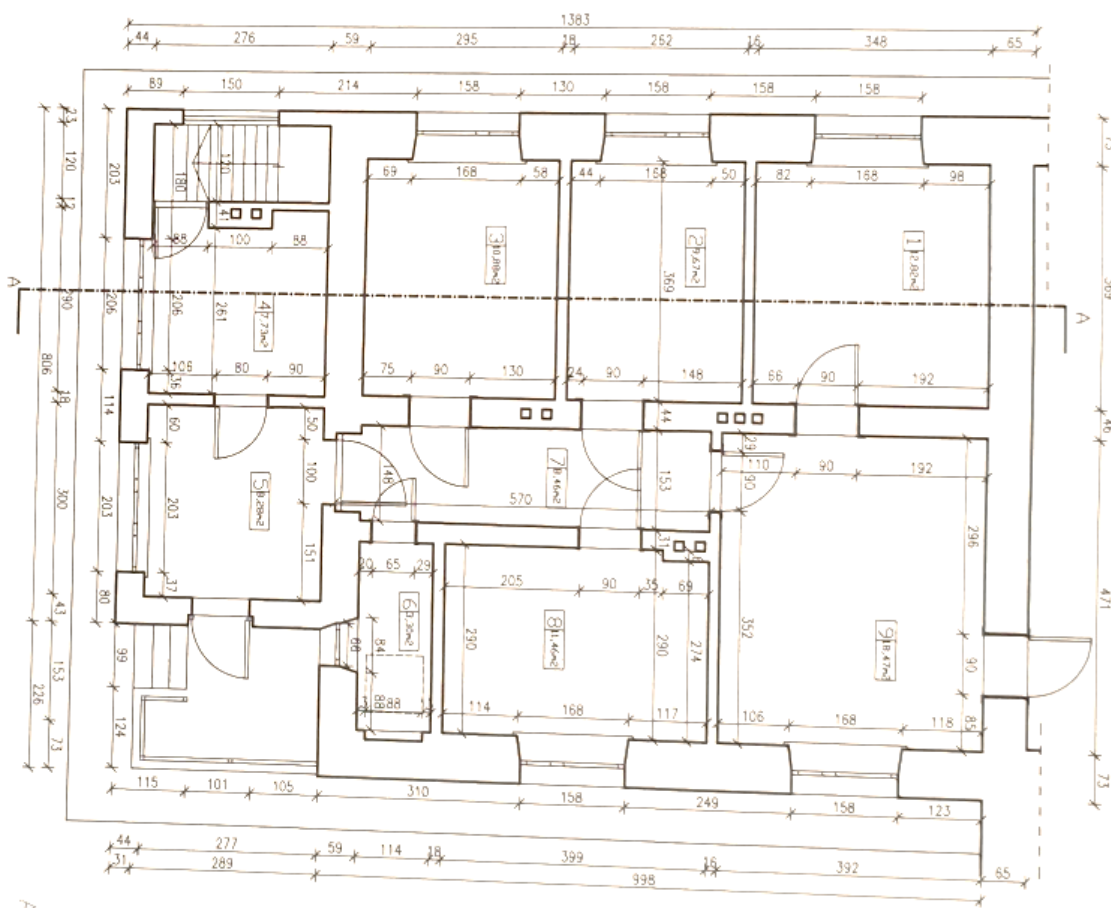
Zdjęcie z dnia wykonywania oględzin obrazujące zastosowane rozwiązanie



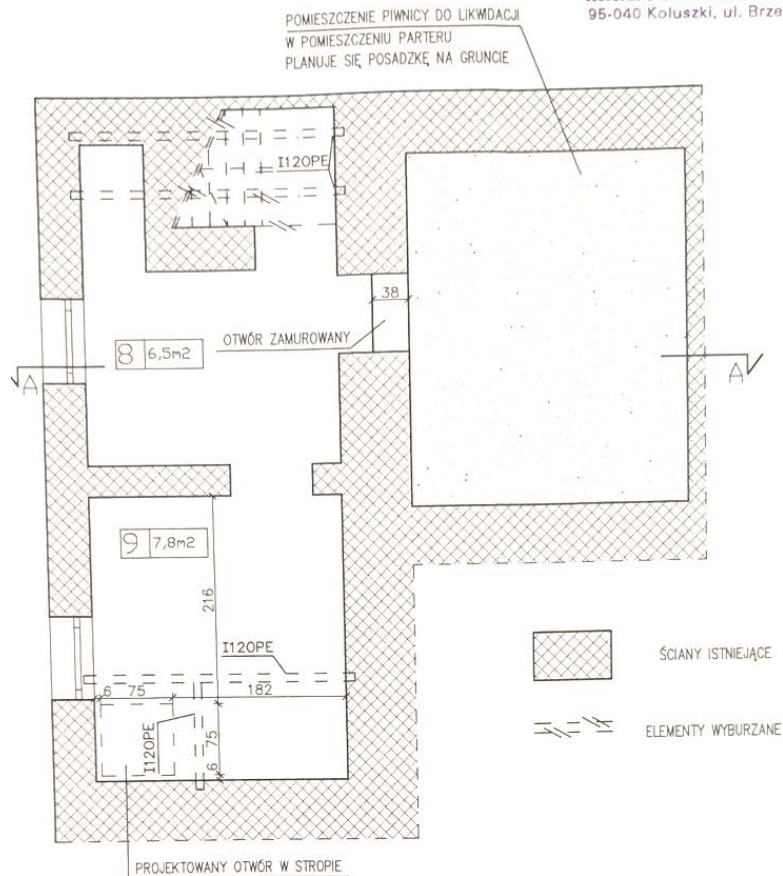
Przekrój podłużny przez najstarszą część budynku szkoły.



Rzut piwnic [archiwalna inwentaryzacja architektoniczna]

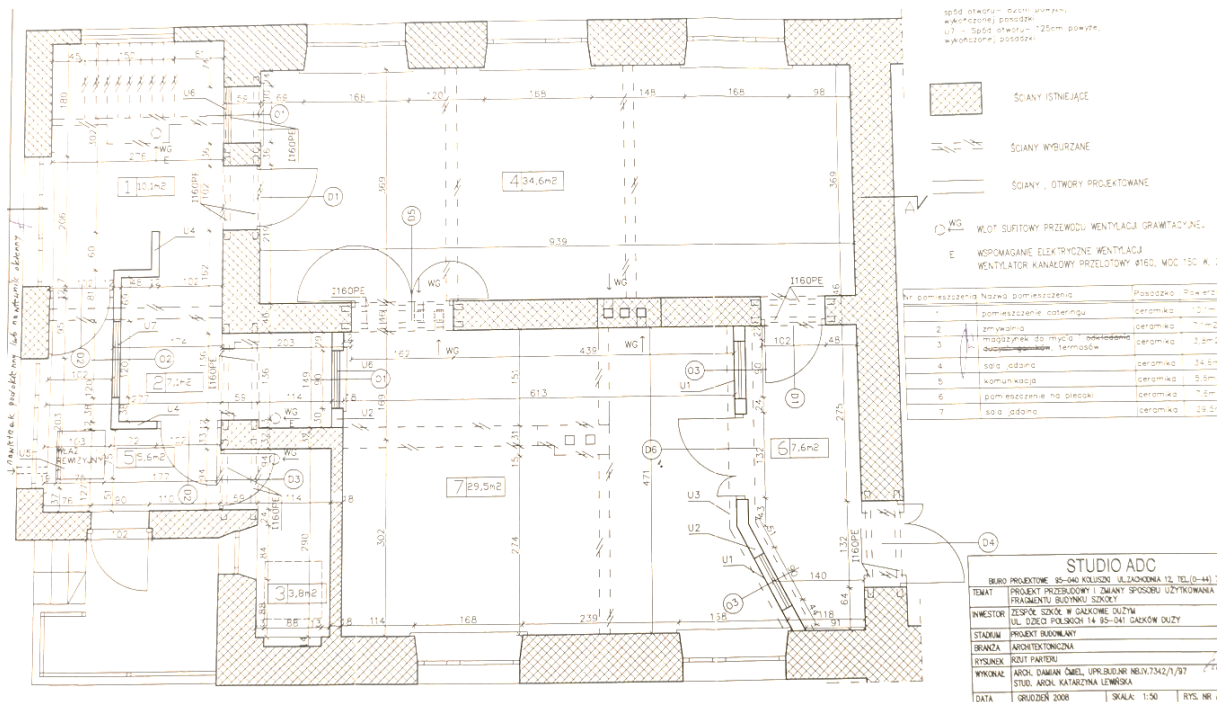


Rzut parteru [archiwalna architektoniczna inwentaryzacja]

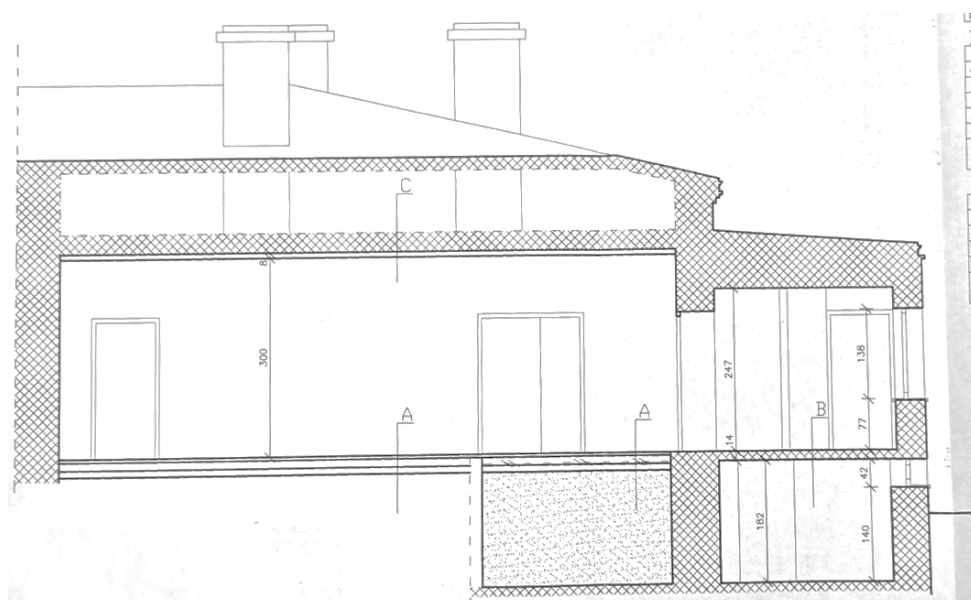


Nr pomieszczenia	Nazwa pomieszczenia	Posadzka	Powierzchnia
8	pomieszczenie gospodarcze	betonowa	6,5 m ²
9	pomieszczenie gospodarcze	betonowa	7,8 m ²

Rzut piwnic [projekt budowlany przebudowy 2008r]



Rzut parteru [projekt budowlany przebudowy 2008r]



A 95-040 Koluszk,

ceramika na kleju	2cm
jastrych posadzkowy	5cm
folia PE	0,2mm
styropian M30	12cm
hydroizolacja- folia PE	0,2mm
podkład betonowy	10cm
podsyпка z piasku ubitego	30cm

B

ceramika na kleju	2cm
jastrych posadzkowy	4cm
folia PE	0,2mm
strop istniejący	
styropian	10cm
tynk cienkowarstwowy na siatce z włókna szklanego	

C

płyta OSB	18mm
wełna mineralna	22cm
folia PE	0,2mm
drewniane belki stropu	
płyta gipsowo- kartonowa- 1x20mm lub 2x12,5mm na stelażu stalowym systemowym	

Przekrój poprzeczny [projekt budowlany przebudowy 2008r]

Uwaga:

Ujawnione podczas oględzin belki stalowe nie posiadały zabezpieczenia przeciwpożarowego.

Podobnie elementy drewniane nie posiadały systemowej obudowy ogniochronnej.

2.2. Budynek „nowej” szkoły (cz. 2)

Budynek „nowej” szkoły wykonany w technologii tradycyjnej. Obiekt dwu i trzykondygnacyjny, podpiwniczony. Układ konstrukcyjny tworzą podłużne ściany murowane wykonane z cegły kratówki dla ścian kondygnacji nadziemnych i z cegły pełnej dla podpiwniczenia grubości 51cm (2,0c). Stropy z żelbetowych płyt prefabrykowanych.

Stropodach wentylowany z płyt korytkowych opartych na ścianach ażurowych, z pokryciem papą asfaltową. Klatki schodowe wykonane jako żelbetowe.



Zdjęcie ogólne obrazujące część II zespołu budynków.

2.3. Hala sportowa (cz. 3)

Budynek Hali sportowej zaprojektowany i wykonany został dla układu statycznego ramy płaskiej, swobodnie podpartej o węzłach sztywnych, o rozpiętości 16,0 m. Rozstaw ram 6,0 m, wysokość słupa 9,0 m, wysokość hali to 10,6 m. Elementy ramy nośnej zaprojektowano ze stali St3SX na bazie profili walcowanych IPE240, a wstawki wzmacniające węzły skrajne przewidziano z blachy stalowej gr.8mm.

Stężenie połączowe wykonano z prętów #24. Jako wzmocnione podłużne hali stosowano rurę kwadratową RKA 100x4. Z uwagi na zastosowania murowanych ścian, nie wprowadzono dodatkowych stężeń ściennych. Rygle i słupy łączone śrubami zwykłymi M16 kl. 8,8, stopy słupów łączone z fundamentem śrubami fajkowymi M24W kl. 3,6. Jako obudowę dachu zaprojektowano płytę warstwową ISOTHERM Ds 140.



Zdjęcie ogólne sali gimnastycznej

3. OCENA STANU TECHNICZNEGO

3.1. Budynek „starej” szkoły (cz. 1)

3.1.1. Fundamenty

Nie zaobserwowano zjawisk mogących świadczyć o złej pracy fundamentów.

Element znajduje się w dostatecznym stanie technicznym.

3.1.2. Ściany

Ściany konstrukcyjne nie wykazują zauważalnych zarysowań należy jednak zwrócić uwagę na zawilgocenie i prawdopodobne zagrzybienie ścian, a także odparzanie tynków widoczne zwłaszcza w poziomie piwnicy. Najbardziej zużytym elementem murowym są ściany piwnic. Występują znaczne odparzania tynków. Podobnie uszkodzone są tynki kominów wentylacyjnych na dachu. W pozostałych miejscach można zauważyć pojedyncze skutki zalania tynków.

Ściany są w dostatecznym stanie technicznym.

3.1.3. Nadproża i belki

Nadproża i podokienniki zewnętrzne nie wykazują zarysowania.

Belki stalowe stropów piwnicy wykazują lokalne ogniska korozji.

W celu potwierdzenia stanu nadproży należy odkuć istniejący tynk oraz ocenić ich stan w trakcie realizacji.

Przedmiotowe elementy znajdują się w dobrym stanie technicznym.

3.1.4. Klatka schodowa

Biegi schodowe jak i spoczniki nie wykazują nadmiernych uszkodzeń. Występują lokalne wykruszenia stopni i punktowe ogniska korozji belek policzkowych.

Przedmiotowe elementy znajdują się w dobrym stanie technicznym.

3.1.5. Stropy międzykondygnacyjne

Strop nad piwnicą.

Stropy masywne piwnic posiadają liczne odspojenia tynków. Część belek stalowych posiada powierzchniowe ogniska korozji.

Nie stwierdzono uszkodzeń samej konstrukcji nośnej stropu.

Na podstawie obliczeń nie wykazano przekroczenia stanów granicznych nośności i użytkowości.

Elementy znajdują się w dostatecznym stanie technicznym.

Strop nad parterem

Stropy drewniane, z lokalnymi uszkodzeniami warstwy fakturowej, ubytki w tynku powstała na skutek lokalnych przecieków.

Obliczenia wykazały w chwili obecnej przekroczenie stanów granicznych nośności i użytkowości. W sytuacji odciążenia stropów (usunięcie polepy i zastąpienie jej wełną mineralną) oraz zabezpieczone do odpowiedniej klasy odporności ogniowej (poprzez zastosowanie wymaganej obudowy z płyt ogniotrwałych), nośność istniejących elementów belkowych jest niewystarczająca. Konieczne jest wykonanie wzmocnienia belek stropowych np. poprzez ich obustronne obalowanie.

Stropy drewniane nie posiadają systemowego zabezpieczenia przeciwpożarowego.

Stropy drewniane nad parterem znajdują się w złym stanie technicznym.

Strop nad I piętrem

Stropy drewniane bez znaczących zarysowań bądź nadmiernych ugięć. Występują lokalne uszkodzenia warstwy fakturowej powstałe na skutek lokalnych zalań.

Analizy stanów granicznych nośności i użytkowości nie wykazała nieprawidłowości.

Stropy drewniane nie posiadają systemowego zabezpieczenia przeciwpożarowego.

Stropy w zadowalającym lokalnie dostatecznym stanie technicznym.

3.1.6. Dach

Konstrukcja dachu do której był dostęp nie wykazuje nieprawidłowości.

Brak widocznych ognisk korozji biologicznej lub ugięć elementów konstrukcji dachu.

W trakcie wizji lokalnej ujawniono jedynie miejscowe uszkodzenia więźby dachowej w sąsiedztwie kominów, co wynikało z uprzednio występujących na dachu nieszczelności.

Konstrukcja dachu znajduje się w zadowalającym lokalnie dostatecznym stanie technicznym.

3.2. Budynek „starej” szkoły (cz. 2)

3.2.1. Fundamenty

Nie zaobserwowano zjawisk mogących świadczyć o złej pracy fundamentów.

Element znajduje się w dobrym stanie technicznym.

3.2.2. Ściany

Ściany konstrukcyjne nie wykazują zauważalnych zarysowań. Występują lokalne uszkodzenia tynków powstałe na skutek uszkodzeń mechanicznych i naturalnych uszkodzeń eksploatacyjnych.

Ściany są w dobrym stanie technicznym.

3.2.3. Nadproża i belki

Nadproża i podokienniki zewnętrzne nie wykazują zarysowania.

Przedmiotowe elementy znajdują się w dobrym stanie technicznym.

3.2.4. Klatka schodowa

Biegi schodowe jak i spoczniki nie wykazują nadmiernych uszkodzeń. Występują lokalne wykruszenia stopni.

Przedmiotowe elementy znajdują się w dobrym stanie technicznym.

3.2.5. Stropy międzykondygnacyjne

Stropy żelbetonowych płyt prefabrykowanych nie wykazują nadmiernych ugięć i uszkodzeń. Występują lokalne zarysowania w miejscu łączenia kolejnych elementów prefabrykowanych, lecz są to typowe uszkodzenia dla tego typu konstrukcji.

Elementy znajdują się w dobrym stanie technicznym.

3.2.6. Stropodach

Stropodach wentylowany z płyt korytkowych opartych na ścianach ażurowych w stanie technicznym dobrym. Pokrycie dachu wykonane z papy termozgrzewalnej z posypką. Po uprzednio wykonanej termomodernizacji i uszczelnieniu dachu nie zgłaszano przecieków.

Elementy znajdują się w dobrym stanie technicznym.

3.3. Hala sportowa (cz. 3)

3.3.1. Fundamenty

Nie zaobserwowano zjawisk mogących świadczyć o złej pracy fundamentów.

Element znajduje się w dobrym stanie technicznym.

3.3.2. Ściany

Ściany konstrukcyjne nie wykazują zauważalnych zarysowań. Występują lokalne uszkodzenia tynków powstałe na skutek uszkodzeń mechanicznych i naturalnych uszkodzeń eksploatacyjnych.

Ściany są w dobrym stanie technicznym.

3.3.3. Konstrukcja dachu

Dach w konstrukcji stalowej nie wykazuje uszkodzeń. Brak widocznych ognisk korozji. Użytkownicy obiektu nie zgłaszali zastrzeżeń w zakresie szczelności połaci dachowej.

Elementy znajdują się w dobrym stanie technicznym.

4. ODPORNOŚĆ OGNIOWA ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH

Budynek na podstawie projektu architektoniczno-budowlanego i instrukcji bezpieczeństwa pożarowego został zaprojektowany przy założeniu klasy odporności pożarowej „C” oraz „D”.

Podział na strefy pożarowe został przedstawiony w poniższej tabeli.

Lokalizacja	Klasyfikacja	KOP	Powierzchnia [m ²]	Powierzchnia dopuszczalna [m ²]
STREFA POŻAROWA CZĘŚĆ ZLIII				
Kondygnacje nadziemne	ZLIII	D	3526	5000
Piwnice	ZLIII	C	510	
Pomieszczenia: pom. tech. pod kuchnią	PM<500 MJ/m ²	C	18,10	10000
Pomieszczenia: pom. techniczne 1	PM<500 MJ/m ²	C	57,70	10000
Pomieszczenia: pom. techniczne pomp ciepła	PM<500 MJ/m ²	C	49,60	10000

Elementy przedmiotowego budynku powinny spełniać co najmniej wymagania określone w poniższej tabeli:

Klasa odporności pożarowej budynku	Klasa odporności ogniowej elementów budynku ^{5) *)}					
	główna konstrukcja nośna	konstrukcja dachu	Strop ¹⁾	ściana zewnętrzna ^{1),2)}	ściana wewnętrzna ¹⁾	przekrycie dachu ³⁾
1	2	3	4	5	6	7
„A”	R 240	R 30	R E I 120	E I 120 (o↔i)	E I 60 ⁴⁾	R E 30
„B”	R 120	R 30	R E I 60	E I 60 (o↔i)	E I 30 ⁴⁾	R E 30
„C”	R 60	R 15	R E I 30	E I 30 (o↔i)	E I 15 ⁴⁾	R E 15
„D”	R 30	(-)	R E I 30	E I 30 (o↔i)	(-)	(-)
„E”	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

Oznaczenia w tabeli:

- R - nośność ogniowa (w minutach), określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą zasad ustalania klas odporności ogniowej elementów budynku,
E - szczelność ogniowa (w minutach), określona jw.,
I - izolacyjność ogniowa (w minutach), określona jw.,

- 1) Jeżeli przegroda jest częścią głównej konstrukcji nośnej, powinna spełniać także kryteria nośności ogniowej (R) odpowiednio do wymagań zawartych w kol. 2 i 3 dla danej klasy odporności pożarowej budynku.
- 2) Klasa odporności ogniowej dotyczy pasa między kondygnacyjnego wraz z połączeniem ze stropem.
- 3) Wymagania nie dotyczą naswietli dachowych, świetlików, lukarn i okien połaciowych (z zastrzeżeniem § 218), jeśli otwory w połaci dachowej nie zajmują więcej niż 20% jej powierzchni; nie dotyczy także budynku, w którym nad najwyższą kondygnacją znajduje się strop albo inna przegroda, spełniająca kryteria określone w kol. 4.
- 4) Dla ścian komór zsypu wymaga się klasy E I 60, a dla drzwi komór zsypu klasy E I 30.
- 5) Klasa odporności ogniowej dotyczy elementów wraz z uszczelnieniami złączy i dylatacjami.

- Strefy wydzielono pożarowo ścianami w klasie odporności ogniowej REI120, stropami w klasie odporności ogniowej REI120.
- Ściany oddzielenia przeciwpożarowego wznoszone są na własnym fundamencie.
- Przejścia instalacyjne w elementach oddzielenia przeciwpożarowego zostaną zabezpieczone do klasy odporności ogniowej EI60 w ścianie oddzielenia ppoż. oraz w klasie odporności ogniowej EI60 w stropie oddzielenia ppoż. Natomiast przewody wentylacyjne i klimatyzacyjne zostaną zabezpieczone przeciwpożarowymi klapami odcinającymi o klasie odporności ogniowej odpowiednio EIS60.
- Przepusty instalacyjne o średnicy większej niż 0,04 m przechodzące przez ściany i stropy pomieszczeń wydzielonych pożarowo, zostaną zabezpieczone do klasy odporności ogniowej nie mniejszej niż EI60. Przewody wentylacyjne i klimatyzacyjne powinny być zabezpieczone przeciwpożarowymi klapami odcinającymi o klasie odporności ogniowej EIS60 uruchamianymi od zamka termicznego (wg rozwiązań systemowych producenta).
- Klasa odporności ogniowej elementów uszczelnień oraz dylatacji pomiędzy ścianami oddzielenia przeciwpożarowego wg klasy odporności ogniowej elementu (wg rozwiązań systemowych producentów).
- Przez ściany oddzielenia przeciwpożarowego nie będą prowadzone elementy konstrukcyjne budynku wspólne dla różnych stref pożarowych.
- Ścianę i strop oddzielenia przeciwpożarowego należy wykonać z materiałów niepalnych (ocieplenie ściany oddzielenia przeciwpożarowego z wełny mineralnej), a występujące w niej otwory zamknąć za pomocą drzwi przeciwpożarowych bądź innego zamknięcia przeciwpożarowego. W ścianie oddzielenia przeciwpożarowego łączna powierzchnia otworów nie powinna przekraczać 15% powierzchni ściany, a w stropie oddzielenia przeciwpożarowego 0,5% powierzchni stropu. W ścianie oddzielenia przeciwpożarowego dopuszcza się wypełnienie otworów materiałem przepuszczającym światło, takim jak luksfery, cegła szklana lub inne przeszklenie, jeżeli powierzchnia wypełnionych otworów nie przekracza 10% powierzchni ściany, przy czym klasa odporności ogniowej wypełnień nie powinna być niższa niż: EI60 dla otworu w ścianie będącej obudową drogi ewakuacyjnej oraz E60 dla otworu w ścianie innej.
- Wszelkie naświetla zostaną zlokalizowane w odległości poziomej nie mniejszej niż 5,0 m od ścian oddzielenia przeciwpożarowego lub ścianę oddzielenia przeciwpożarowego należy wyprowadzić ponad górną krawędź naświetli/ klapy dymowej na wysokość co najmniej 0.3 m, przy czym wymaganie to nie dotyczy naświetli nieotwieranych o klasie odporności ogniowej co najmniej E30.

Pełne wymagania w zakresie odporności pożarowej przegród zawarto w projekcie architektonicznym i instrukcji przeciwpożarowej budynku.

4.1. Klasy odporności ogniowej istniejących elementów „starej” szkoły

W tabeli podano zestawienia klasy odporności ogniowej poszczególnych elementów składowych budynku:

Główna konstrukcja nośna:	
Ściany murowane z cegły pełnej grubości min. 25cm	min REI 120
Konstrukcja dachu	
<p>Więźba tradycyjna drewniana, bez systemowego zabezpieczenia p.poż. <i>Nośność ogniową wyliczono na podstawie gabarytów elementów drewnianych:</i></p> <p><i>Krokwie 7x14cm</i> <i>Krokwie narożne 10x14cm</i> <i>Płatwie 14x14cm</i> <i>Podwaliny 14x10cm</i> <i>Słupki 14x14cm</i></p>	min R 15
Stropy	
<p>Stropy nad piwnicą</p> <p>stropy masywne na belkach stalowych I240 lub szyn stopce ok. 110mm <i>Stropy nie posiadają systemowego zabezpieczenia p.poż.</i> <i>Belki od spodniej części są otynkowane tynkiem cementowym grubości ~2,5cm</i></p> <p><i>„Odporność ogniowa konstrukcji budowlanych” pkt 3.2 Odporność ogniowa elementów konstrukcji budowlanych wg zarządzenia nr 103 MBiPMB</i></p> <p>Stropy nad parterem i I piętrzem</p> <p>Wykonano drewniane stropy ze ślepym pułapem. Dodatkowo przestrzeń poddasza ocieplono wełną mineralną. <i>Gabaryt belek stropowych określono na ok. 17x27cm.</i> <i>Sufity wykonano z desek pokrytych tynkiem na trzcinie.</i> <i>Stropy nie posiadają systemowego zabezpieczenia p.poż.</i></p> <p><i>„Odporność ogniowa konstrukcji budowlanych” pkt 3.2 Odporność ogniowa elementów konstrukcji budowlanych wg zarządzenia nr 103 MBiPMB</i></p>	<p>Na podstawie zapisów z literatury fachowej REI 60</p> <p>Z uwagi na gabaryt belki min R 30</p> <p>Na podstawie zapisów z literatury fachowej REI 24</p>
Ściany zewnętrzne	
Ściany murowane o grubości części konstrukcyjnej min. 25cm	min REI 120
Ściany wewnętrzne	
Ściany nośne murowane grubości min. 25cm	min REI 120
Ściany działowe murowane i systemowe grubości >12cm z tynkiem	min EI 60
Przekrycie dachu	
<p>Dach kryty papą termozgrzewalną - <i>brak znanych parametrów technicznych zastosowanej papy</i> - <i>brak systemowego zabezpieczenia</i></p>	Brak możliwości przypisania klasy odporności ogniowej
Schody	
<p>Klatka schodowa – dwubiegowe <i>Klatki schodowe masywne, na stalowych belkach policzkowych</i> <i>Belki stalowe bez systemowego zabezpieczenia p.poż.</i></p>	Brak możliwości przypisania klasy odporności ogniowej

4.2. Klasy odporności ogniowej istniejących elementów „nowej” szkoły

W tabeli podano zestawienia klasy odporności ogniowej poszczególnych elementów składowych budynku:

Główna konstrukcja nośna:	
<p>Ściany piwnic murowane z cegły pełnej grubości min. 25cm</p> <p>Ściany murowane z cegły kratówki (elementy ceramiczne grupy 2) o grubości 25cm obustronnie tynkowane</p> <p><i>„Projektowanie elementów żelbetowych i murowych z uwagi na odporność ogniową” Instrukcje, Wytyczne, Poradniki 409/2005</i></p>	<p>min REI 120</p> <p>REI 120</p>
Konstrukcja dachu	
<p>Stropodach wentylowany z płyt korytkowych opartych na ścianach ażurowych, z pokryciem papą asfaltową.</p> <p><i>„Poradnik inżyniera i technika budowlanego” tom 2 materiały i wyroby budowlane</i></p>	<p>Na podstawie zapisów z literatury fachowej</p> <p>REI 15</p>
Stropy	
<p>Stropy z żelbetowych płyt prefabrykowanych</p> <p><i>Przyjęto otulenie stali zbrojeniowej minimum 1cm</i></p> <p><i>„Odporność ogniowa konstrukcji budowlanych”, pkt 3.3 Odporność ogniowa elementów konstrukcji budowlanych wg zarządzenia nr 103 MBiPMB</i></p>	<p>Na podstawie zapisów z literatury fachowej</p> <p>REI 45</p>
Ściany zewnętrzne	
<p>Ściany warstwowe, murowane o grubości części konstrukcyjnej min. 25cm</p>	min REI 120
Ściany wewnętrzne	
<p>Ściany nośne murowane grubości min. 25cm</p> <p>Ściany działowe murowane i systemowe grubości >12cm z tynkiem</p>	<p>min REI 120</p> <p>min EI 60</p>
Przekrycie dachu	
<p>Dach kryty papą termozgrzewalną</p> <p>- brak znanych parametrów technicznych zastosowanej papy</p> <p>- brak systemowego zabezpieczenia</p>	<p>Brak możliwości przypisania klasy odporności ogniowej</p>
Schody	
<p>Klatka schodowa – dwubiegowa żelbetowa</p> <p><i>Schody płytowe, żelbetowe</i></p> <p><i>Płyty biegowe grubości ~10cm</i></p> <p><i>Płyty spocznikowe grubości ~8cm</i></p>	min R60

4.3. Klasy odporności ogniowej istniejących elementów sali sportowej

Klasy odporności ogniowej dla elementów Sali sportowej ustalono na podstawie udostępnionej dokumentacji archiwalnej.

Na podstawie *Protokołu ustaleń z czynności kontrolno-rozpoznawczych w zakresie przekazania obiektu do użytkowania –Komenda Powiatowa Państwowej Straży Pożarnej powiatu łódzkiego wschodniego z/s w Koluszkach*, budynek znajduje się w klasie D odporności pożarowej.

W tabeli podano zestawienia klasy odporności ogniowej poszczególnych elementów składowych budynku:

Główna konstrukcja nośna	
Ramy stalowe z profili walcowanych IPE240 <i>Konstrukcja pomalowana 4 warstwami zestawem warstw pęczniejących ogniochronnych „OGNIKOR 2”. Certyfikat zgodności Nr ITB-51/W/00/2</i>	R30
Konstrukcja dachu	
Stalowe płatwie dachowe wsparte na stalowych ramach - płatwie dachowe - ramy stalowe Dach wykonany z materiałów zakwalifikowanych minimum do słabo rozprzestrzeniających ogień	Nie określono odporności ogniowej R30
Stropy	
Brak	
Ściany zewnętrzne	
Ściany murowane o grubości części konstrukcyjnej min. 25cm	min REI 120
Ściany wewnętrzne	
Wykonane z elementów słabo rozprzestrzeniających ogień	
Przekrycie dachu	
płyta warstwowa ISOTHERM Ds 140 Dach wykonany z materiałów zakwalifikowanych minimum do słabo rozprzestrzeniających ogień	-
Schody	
Brak	

5. ZALECENIA ZWIĄZANE Z PRZEBUDOWĄ OBIEKTU I DOPROWADZENIA ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH DO ODPOWIEDNIEJ TRWAŁOŚCI I NOŚNOŚCI

Projekt przewiduje kompleksowy remont budynku dlatego wskazane jest wykonanie następujących prac.

5.1. Fundamenty

Należy otworzyć izolację poziomą i pionową w celu zniwelowania podciągania kapilarnego wody poprzez fundamenty do ścian konstrukcyjnych.

5.2. Ściany

Ściany w części podziemnej, należy poddać przede wszystkim osuszeniu i odgrzybieniu.

Należy wykonać tynki zewnętrzne zabezpieczające zewnętrznych elementów.

Uszkodzone wewnątrz tynki należy zbić i wykonać nowe. Ewentualne zarysowania i rysy należy zszyć prętami lub dowolnym rozwiązaniem dostępnym na rynku po akceptacji projektanta.

5.3. Nadproża

Nadproża i podokienniki wykazujące zarysowanie wykonać naprawę za pomocą materiałów systemowych w następujący sposób:

1. Po dokładnym oczyszczeniu muru należy dokonać oględzin ścian w celu klasyfikacji uszkodzeń oraz określeniu, które z lokalnych zarysowań na tynkach mają swoją kontynuację w podłożu.
2. W miejscach zakwalifikowanych do naprawy należy wykonać poziome bruzdy na głębokość około 50mm i długości około 1000mm w pionowym rozstawie 300-500mm, stabilizowana rysa powinna przecinać bruzdę w połowie jej długości.
3. Po dokładnym oczyszczeniu bruzd, należy w nich umieścić wzmacniające pręty z nierdzewnej stali austenitycznej, wkleja się je w bruzdy po wstrzykniętej do bruzdy zaprawy, gr. 10mm w głąb bruzdy i wypycha się pręt nakładając kolejną warstwę zaprawy jw., celem wyrównania powierzchni spoiny.
4. Spoiny należy zwilżać okresowo.

Uwaga:

Decyzję o naprawie innych spękań muru na budynku należy podjąć po założeniu rusztowania i stwierdzeniu konieczności zastosowania metody, sprawdzeniu czy rysy są powierzchniowe, czy przechodzą w głąb muru. Naprawy murów wykonać według wytycznych producenta systemu.

Z uwagi na projektowaną częściową zmianę układu funkcjonalnego pomieszczeń, projekt architektoniczny przewiduje wykonanie nowych nadproży. Prace wykonać zgodnie z projektem technicznym konstrukcji.

5.4. Klatka schodowa

Klatki schodowe są w stanie technicznym dobrym. Prace konstrukcyjne związane z geometrią ciągów komunikacyjnych wynikają z projektowanego dostosowania obiektu. Prace wykonać zgodnie z projektem technicznym konstrukcji.

5.5. Stropy

5.5.1. Stropy odcinkowe ceramiczne

Stropy poza naprawą tynków oraz zabezpieczeniem antykorozyjnym kształowników stalowych, nie wymagają dodatkowym prac konserwatorskich, jednak należy ocenić stan stropu w trakcie realizacji i podjąć w razie konieczności niezbędne prace naprawcze.

W przypadku natrafienia na belki stalowe nie posiadające 2,5cm warstwy tynku cementowego na siatce stalowej, może zaistnieć konieczność zastosowania systemowej obudowy p.poż. lub innego równoważnego zabezpieczenia.

5.5.2. Drewniany strop nad parterem

Ze względu na przekroczenie stanów granicznych nośności i użytkowości, przewiduje się wzmocnienie, odciążenie oraz zabezpieczenie stropów do wymaganej klasy odporności ogniowej.

Aktualne obciążania oraz dodatkowe związane z zabezpieczeniem stropu wskazują na konieczność wzmocnienia stropu poprzez obustronne obalowanie istniejących belek do uzyskania całkowitego przekroju poprzecznego zgodnego z obliczeniami **25x27cm**, a także odciążenie stropu poprzez usunięcie polepy i zastąpienia jej lżejszym materiałem na przykład wełną mineralną.

Należy dokonać indywidualnej oceny belek ze względu na możliwość wystąpienia ognisk korozji biologicznej. W przypadku ujawnienia lokalnych uszkodzeń belki w gniazdach stropów, należy wykonać wzmocnienia za pomocą kształowników stalowych. Po stwierdzeniu uszkodzeń na całej długości belkę, należy wymienić na przekrój powiększony o obalowanie.

Łączenie bali z belką stropową śrubami M16. Stosować podkładki 5x5cm, gr. 5mm, nakrętki i przeciwnakrętki.

Końce bali oparte na ścianach owinać papą.

Prace wzmacniające wykonać zgodnie z projektem technicznym konstrukcji.

W przypadku wątpliwości należy skontaktować się z projektantem konstrukcji.

5.5.3. Drewniany strop nad piętrem

Belki stropu nad piętrem z uwagi na stan graniczny nośności i użytkowości, nie wymagają wzmocnienia, zastosowane belki posiadają wystarczający przekrój poprzeczny. jednakże należy je zabezpieczyć do wymaganej klasy odporności ogniowej.

Dodatkowo przewiduje się usunięcie polepy oraz zastąpienie jej np. wełną mineralną.

Podobnie jak w przypadku belek stropowych należy dokonać indywidualnej oceny belek ze względu na możliwość wystąpienia ognisk korozji biologicznej.

5.6. Dach

Konstrukcja dachu znajduje się w dobrym stanie technicznym. Zastosowane przekroje elementów konstrukcyjnych są wystarczające pod względem stanów granicznych nośności i użytkowości.

Konstrukcje należy oczyścić oraz zabezpieczyć przed szkodliwym działaniem ognia, grzybów domowych i pleśniowych oraz owadów.

5.7. Konstrukcja hali sportowej.

Konstrukcja hali jest w dobrym stanie technicznym. Nie przewiduje się prac remontowych w jej zakresie.

6. WNIOSKI

- Obiekt jako całość znajduje się w stanie technicznym dobrych lokalnie dostatecznym, jedynie część elementów konstrukcyjnych wymaga podjęcia działań wzmacniających do podjęcia w trakcie wykonywania prac remontowych;
- Budynek powinien być poddany remontowi stropów, które wymagają zabezpieczenia p.poż;
- Planowana inwestycja jest możliwa do wykonania, jednakże wymaga wykonania wzmocnień elementów konstrukcyjnych lub ich naprawy zgodnie z przedstawioną metodologią w projekcie technicznym;
- Stropy drewniane należy wzmacniać poprzez obalowanie.
- Belki lokalnie uszkodzone wzmocnić, a uszkodzone na całej długości wymienić na belki o przekroju powiększonym o obalowanie;
- Więźbę dachową należy zabezpieczyć przeciw korozji biologicznej;
- Zaleca się wykonanie izolacji ścian w szczególności w części poniżej poziomu terenu
- Wszelkie prace remontowe i odtworzeniowe należy prowadzić w taki sposób, aby nie naruszyć stateczności remontowanego obiektu oraz obiektów sąsiednich, na każdym etapie prowadzonych prac, tzn. każdorazowo należy wykonać zabezpieczenia (lub skontrolować istniejące zabezpieczenia) konstrukcji istniejącej w celu rozpoczęcia planowanych robót, w fazie zmiany ustroju nośnego (np. podczas częściowych rozbiórek i wyburzeń) oraz w trakcie realizacji innych prac.

W oparciu o analizy zebranych materiałów, w zakresie przedmiotowego budynku uznaje się za celowe przeprowadzenie prac budowlanych mających na celu przeprowadzenia rewitalizacji istniejącego budynku.

Przeprowadzenie powyższych prac zgodnie z projektem budowlanym jak i powyższym opracowaniem wpłynie na poprawę trwałości, walorów użytkowych i estetycznych obiektu.

Dopuszczalne jest przeprowadzenie planowanych prac jednakże wymagane jest wykonanie wskazanych prac

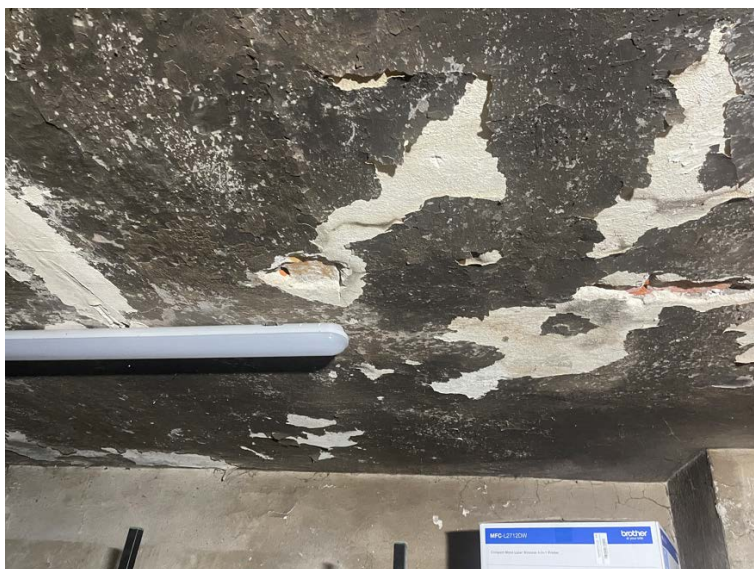
mgr inż. Jakub Krakowski
upr. bud. nr LOD/3079/PWBKb/16
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

dr inż. Krzysztof Lasek
upr. bud. nr LOD/2496/POOK/15
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA



Zdjęcie 1 Widok piwnic



Zdjęcie 2 Stropy w piwnicy



Zdjęcie 3 Biegi schodów policzkowych



Zdjęcie 4 Pokrycie dachów



Zdjęcie 5 Archiwalne zdjęcie I etapu szkoły



Zdjęcie 6 Belka stalowa w stropach piwnic



Zdjęcie 7 Widok stropu nad parterem



Zdjęcie 8 Widok konstrukcji dachu



Zdjęcie 9 Skutki zalania stropów

OBLICZENIA ODPORNOŚCI OGNIOWEJ ELEMENTÓW DREWNIANYCH

Krokiel dachowa	Płatwie dachowe
<p>Obliczenia wykonane zgodnie z normą PN-EN 1995-1-1</p> <p>Obliczenia w warunkach normalnych:</p> <p>Geometria przekroju:</p> <p>Szerokość przekroju: $b = 7 \text{ cm}$</p> <p>Wysokość przekroju: $h = 14 \text{ cm}$</p> <p>Dane materiałowe:</p> <p>Drewno konstrukcyjne lite klasy C18: $f_{m,k} = 18 \text{ MPa}$</p> <p>Założenia obliczeniowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - obciążenia użytkowe średniotrwale, - klasa użytkowania 1 <p>Wyrzynał obliczeniowy przy zginaniu:</p> <p>$k_h = 1,0$ $k_{red} = 0,8$ $\gamma_m = 1,3$ $f_{m,d} = k_h \cdot \frac{k_{red} \cdot f_{m,k}}{\gamma_m} = 11,08 \text{ MPa}$</p> <p>Wskaźnik wytrzymałości przekroju:</p> <p>$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = 228,7 \text{ cm}^3$</p> <p>Obliczeniowy moment zginający przy założonym maksymalnym poziomie wykorzystania nośności równym $\alpha_M = 99 \%$:</p> <p>$M_d = f_{m,d} \cdot W \cdot \alpha_M = 2,51 \text{ m kN}$</p> <p>Obliczenia w warunkach pożarowych:</p> <p>Metoda zredukowanego przekroju:</p> <p>Wyrzynał obliczeniowy przy zginaniu w warunkach pożarowych</p> <p>$k_{red,fi} = 1,00$ $k_{fi} = 1,25$ $\gamma_{M,fi} = 1,0$ $f_{m,fi} = \frac{k_{red,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k}}{\gamma_{M,fi}} = 22,5 \text{ MPa}$</p> <p>Prędkość zwęglenia: $\beta_n = 0,8 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$</p> <p>Efektywna głębokość zwęglenia po czasie: $d_{ef} = \beta_n \cdot t + 7 \text{ mm}$</p> <p>Wskaźnik wytrzymałości efektywnego przekroju w funkcji czasu trwania pożaru:</p> <p>$W_{fi}(t) = \frac{[b - 2 \cdot (\beta_n \cdot t + 7 \text{ mm})] \cdot (h - \beta_n \cdot t - 7 \text{ mm})^2}{6}$</p> <p>Redukcja oddziaływań w warunkach pożarowych dla krokwi dachowej wynosi: $\eta_{fi} = 50 \%$</p> <p>$M_{d,fi} = \eta_{fi} \cdot M_d = 1,25 \text{ kN m}$</p> <p>Nośność przekroju na zginanie w warunkach pożarowych w funkcji czasu:</p> <p>$M_{red,fi}(t) = f_{m,fi} \cdot W_{fi}(t)$</p> <p>dla $t = 19 \text{ min}$ $M_{red,fi}(t) = 1,33 \text{ kN m}$</p> <p>Warunek stanu granicznego nośności w warunkach pożarowych zapisany w postaci:</p> <p>$M_{red,fi} \geq M_{d,fi}$ został spełniony dla czasu $t = 19 \text{ min}$</p>	<p>Obliczenia wykonane zgodnie z normą PN-EN 1995-1-1</p> <p>Obliczenia w warunkach normalnych:</p> <p>Geometria przekroju:</p> <p>Szerokość przekroju: $b = 14 \text{ cm}$</p> <p>Wysokość przekroju: $h = 14 \text{ cm}$</p> <p>Dane materiałowe:</p> <p>Drewno konstrukcyjne lite klasy C18: $f_{m,k} = 18 \text{ MPa}$</p> <p>Założenia obliczeniowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - obciążenia użytkowe średniotrwale, - klasa użytkowania 1 <p>Wyrzynał obliczeniowy przy zginaniu:</p> <p>$k_h = 1,0$ $k_{red} = 0,8$ $\gamma_m = 1,3$ $f_{m,d} = k_h \cdot \frac{k_{red} \cdot f_{m,k}}{\gamma_m} = 11,08 \text{ MPa}$</p> <p>Wskaźnik wytrzymałości przekroju:</p> <p>$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = 457,3 \text{ cm}^3$</p> <p>Obliczeniowy moment zginający przy założonym maksymalnym poziomie wykorzystania nośności równym $\alpha_M = 99 \%$:</p> <p>$M_d = f_{m,d} \cdot W \cdot \alpha_M = 5,02 \text{ m kN}$</p> <p>Obliczenia w warunkach pożarowych:</p> <p>Metoda zredukowanego przekroju:</p> <p>Wyrzynał obliczeniowy przy zginaniu w warunkach pożarowych</p> <p>$k_{red,fi} = 1,00$ $k_{fi} = 1,25$ $\gamma_{M,fi} = 1,0$ $f_{m,fi} = \frac{k_{red,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k}}{\gamma_{M,fi}} = 22,5 \text{ MPa}$</p> <p>Prędkość zwęglenia: $\beta_n = 0,8 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$</p> <p>Efektywna głębokość zwęglenia po czasie: $d_{ef} = \beta_n \cdot t + 7 \text{ mm}$</p> <p>Wskaźnik wytrzymałości efektywnego przekroju w funkcji czasu trwania pożaru:</p> <p>$W_{fi}(t) = \frac{[b - 2 \cdot (\beta_n \cdot t + 7 \text{ mm})] \cdot (h - \beta_n \cdot t - 7 \text{ mm})^2}{6}$</p> <p>Redukcja oddziaływań w warunkach pożarowych dla płatwi dachowej wynosi: $\eta_{fi} = 50 \%$</p> <p>$M_{d,fi} = \eta_{fi} \cdot M_d = 2,51 \text{ kN m}$</p> <p>Nośność przekroju na zginanie w warunkach pożarowych w funkcji czasu:</p> <p>$M_{red,fi}(t) = f_{m,fi} \cdot W_{fi}(t)$</p> <p>dla $t = 38 \text{ min}$ $M_{red,fi}(t) = 2,57 \text{ kN m}$</p> <p>Warunek stanu granicznego nośności w warunkach pożarowych zapisany w postaci:</p> <p>$M_{red,fi} \geq M_{d,fi}$ został spełniony dla czasu $t = 38 \text{ min}$</p>

Obliczenia wykonano zgodnie z normą PN-EN 1995-1-1

Obliczenia w warunkach normalnych:

Geometria przekroju:

Szerokość przekroju: $b = 10 \text{ cm}$

Wysokość przekroju: $h = 14 \text{ cm}$

Dane materiałowe:

Drewno konstrukcyjne lite klasy C18: $f_{b,k} = 18 \text{ MPa}$

Założenia obliczeniowe:

- obciążenia użytkowe średniotwałe,
- klasa użytkowania I

Wytrzymałość obliczeniowa przy zginaniu:

$$k_b = 1,0 \quad k_{red} = 0,8 \quad Y_n = 1,3$$

$$f_{red} = k_b \cdot k_{red} \cdot \frac{f_{b,k}}{Y_n} = 11,08 \text{ MPa}$$

Wskaźnik wytrzymałości przekroju:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = 326,7 \text{ cm}^3$$

Obliczeniowy moment zginający

przy założonym maksymalnym poziomie wykorzystania nośności równym $\alpha_N = 99 \%$

$$M_d = f_{red} \cdot W \cdot \alpha_N = 3,58 \text{ m kN}$$

Obliczenia w warunkach pożarowych:

Metoda zredukowanego przekroju:

Wytrzymałość obliczeniowa przy zginaniu w warunkach pożarowych

$$k_{modf} = 1,00 \quad k_{fi} = 1,25 \quad Y_{M,fi} = 1,0$$

$$f_{red,fi} = \frac{k_{modf} \cdot k_{fi} \cdot f_{b,k}}{Y_{M,fi}} = 22,5 \text{ MPa}$$

Prędkość zwęglenia: $\beta_n = 0,8 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$

Efektywna głębokość zwęglenia po czasie: $d_{ef} = \beta_n \cdot t + 7 \text{ mm}$

Wskaźnik wytrzymałości efektywnego przekroju w funkcji czasu trwania pożaru:

$$W_{fi}(t) = \frac{(b - 2 \cdot (\beta_n \cdot t + 7 \text{ mm})) \cdot (h - \beta_n \cdot t - 7 \text{ mm})}{6}$$

Redukcja oddziaływań w warunkach pożarowych dla płytki koszonej wynosi: $\eta_{fi} = 50 \%$

$$M_{d,fi} = \eta_{fi} \cdot M_d = 1,79 \text{ kN m}$$

Nośność przekroju na zginanie w warunkach pożarowych w funkcji czasu:

$$M_{red,fi}(t) = f_{red,fi} \cdot W_{fi}(t)$$

dla $t = 28 \text{ min}$ $M_{red,fi}(t) = 1,89 \text{ kN m}$

Warunek stanu granicznego nośności w warunkach pożarowych zapisany w postaci:

$$M_{red,fi} \geq M_{d,fi} \text{ został spełniony dla czasu } t = 28 \text{ min}$$

Geometria przekroju:

Szerokość przekroju:

$$d = 14 \text{ cm}$$

Pole przekroju:

$$A = d^2 = 196 \text{ cm}^2$$

Obliczenia w warunkach normalnych:

Na podstawie PN-EN 1995-1-1

Drewno konstrukcyjne lite klasy C18: $f_{c0,9k} = 18 \text{ MPa}$

Wytrzymałość obliczeniowa przy ściskaniu (obciążenie średniotwałe, klasa użytkowania I)

$$f_{c,ed} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c0,9k}}{Y_n}$$

$$k_{mod} = 0,8 \quad Y_n = 1,3$$

$$f_{c,ed} = 11,0769 \text{ MPa}$$

Obliczeniowy moment zginający przy założonym maksymalnym poziomie wykorzystania nośności równym 99%

$$N_d = f_{c,ed} \cdot A \cdot \alpha_N \quad N_d = 214,9366 \text{ kN}$$

$$\alpha_N = 0,99$$

Obliczenia w warunkach pożarowych:

Metoda zredukowanego przekroju:

Wytrzymałość obliczeniowa przy ściskaniu w warunkach pożarowych

$$f_{c,ed,fi} = \frac{k_{modf} \cdot k_{fi} \cdot f_{c0,9k}}{Y_{M,fi}}$$

$$k_{modf} = 1,00 \quad k_{fi} = 1,25 \quad Y_{M,fi} = 1,0$$

$$f_{c,ed,fi} = 22,5 \text{ MPa}$$

Prędkość zwęglenia: $\beta_n = 0,8 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$

Efektywna głębokość zwęglenia po czasie: $d_{ef} = \beta_n \cdot t + 7 \text{ mm}$

Pole przekroju efektywnego w czasie t pożaru:

$$A_{d,fi}(t) = (d - 2 \cdot \beta_n \cdot t - 14 \text{ mm})^2$$

Redukcja oddziaływań w warunkach pożarowych (przyjęto 50%): $\eta_{fi} = 0,50$

$$N_{d,fi} = \eta_{fi} \cdot N_d = 107,4683 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na zginanie w warunkach pożarowych w funkcji czasu:

$$N_{red,fi}(t) = f_{c,ed,fi} \cdot A_{d,fi}(t) \quad (\text{pominięto wpływ stateczności})$$

Warunek stanu granicznego nośności w warunkach pożarowych zapisany w postaci:

$$N_{red,fi} \geq N_{d,fi} \text{ zostanie spełniony do czasu } t = 35 \text{ min}$$

$$N_{red,fi}(t) = 110,25 \text{ kN}$$

Element bez dodatkowego zabezpieczenia spełnia wymagania nośności ogniowej w klasie R30

$$d(t) = d - 2 \cdot \beta_n \cdot t - 14 \text{ mm} \quad d(t) = 0,07 \text{ m}$$

Obliczenia wykonano zgodnie z normą PN-EN 1995-1-1

Obliczenia w warunkach normalnych:

Geometria przekroju:

Szerokość przekroju: $b = 17 \text{ cm}$
Wysokość przekroju: $h = 27 \text{ cm}$

Dane materiałowe:

Drewno konstrukcyjne lite klasy C18: $f_{b,k} = 18 \text{ MPa}$

Założenia obliczeniowe:
- obciążenia użytkowe średniotwałe,
- klasa użytkowania I

Wyrzynał obliczeniowy przy zginaniu:

$$k_h = 1,0 \quad k_{mod} = 0,8 \quad \gamma_m = 1,3 \quad f_{ed} = k_h \cdot k_{mod} \cdot \frac{f_{b,k}}{\gamma_m} = 11,08 \text{ MPa}$$

Wskaźnik wytrzymałości przekroju:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = 2065,5 \text{ cm}^3$$

Obliczeniowy moment zginający

$$\text{przy założonym maksymalnym poziomie wykorzystania nośności równym } \alpha_M = 150 \text{ ‰}$$

$$M_d = f_{ed} \cdot W \cdot \alpha_M = 34,32 \text{ kNm}$$

Obliczenia w warunkach pożarowych:

Metoda zredukowanego przekroju:

Wytrzymałość obliczeniowa przy zginaniu w warunkach pożarowych

$$k_{mod} = 1,00 \quad k_{f1} = 1,25 \quad \gamma_{M,f1} = 1,0 \quad f_{ed,f1} = \frac{k_{mod} \cdot k_{f1} \cdot f_{b,k}}{\gamma_{M,f1}} = 22,5 \text{ MPa}$$

Prędkość zwęglania: $\beta_n = 0,8 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$

Efektowna głębokość zwęglania po czasie: $d_{ef} = \beta_n \cdot t + 7 \text{ mm}$

Wskaźnik wytrzymałości efektywnego przekroju w funkcji czasu trwania pożaru:

$$W_{f1}(t) = \frac{[b - 2 \cdot (\beta_n \cdot t + 7 \text{ mm})] \cdot (h - \beta_n \cdot t - 7 \text{ mm})^2}{6}$$

Redukcja oddziaływań w warunkach pożarowych dla płyt GKFI wynosi: $\eta_{f1} = 65 \text{ ‰}$

$$M_{ed,f1} = \eta_{f1} \cdot M_d = 22,31 \text{ kNm}$$

Nośność przekroju na zginanie w warunkach pożarowych w funkcji czasu:

$$M_{ed,f1}(t) = f_{ed,f1} \cdot W_{f1}(t)$$

$$\text{dla } t = 31 \text{ min} \quad M_{ed,f1}(t) = 22,64 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności w warunkach pożarowych zapisany w postaci:

$$M_{ed} \geq M_{ed,f1} \quad \text{został spełniony dla czasu } t = 31 \text{ min}$$

Okładziny ogniochronne

Na podstawie PN-EN 1995-1-1

Dla opóźnienia momentu zapoczątkowania zwęglania elementu drewnianego można stosować okładziny z płyt palnych (np. drewnianych lub drewnopochodnych) lub niepalnych np. gipsowo-kartonowych, silikatowo-cementowych, krzemianowo-wapniowych itp.) względnie warstwy z materiałów izolacyjnych, takich jak wełna skalna.

Czas zniszczenia ogniochronnych okładzin drewnianych lub drewnopochodnych
Przyjęto iż zwęglanie osłanianego elementu drewnianego rozpoczyna się wraz z upływem czasu zniszczenia drewnianej lub drewnopochodnej płyty osłonowej (czas rozpoczęcia zwęglania elementów zabezpieczonych = czas zniszczenia zabezpieczenia)

$$t_f = \frac{h_{p,p}}{\beta_0} - 4 \text{ min}$$

$$\text{dla płyty OSB grubości } h_{p,p} = 25 \text{ mm} \quad \beta_0 = 0,9 \frac{\text{mm}}{\text{min}} \quad t_f = 23,8 \text{ min}$$

Okładziny z materiałów niepalnych

Dla okładzin składających się z jednej warstwy płyty gipsowo-kartonowej typu A, F lub H według PN-EN 520 (czyli odpowiednio GKB, GKF lub GKFI i GKFI, w miejscach oddalonych od złącz płyt lub przylegających do wypełnionych lub nie wypełnionych szczelin o szerokości 2 mm lub mniejszej (dodatkowo dla okładzin składających się z dwóch warstw płyty gipsowo-kartonowej), jeżeli obydwie pozostają na miejscu i obydwie jednocześnie odpadają, w miejscach oddalonych od złącz płyt w warstwie zewnętrznej), czas początku zwęglania przyjęto według wzoru:

$$t_{d1} = \frac{2,8 \cdot h_{p,n}}{\frac{\text{mm}}{\text{min}}} - 14 \text{ min}$$

dla jednej warstwy płyty GKF grubości

$$h_{p,n} = 12,5 \text{ mm} \quad t_{d1} = 21 \text{ min}$$

dla dwóch warstw płyt GKF o łącznej grubości

$$h_{p,n} = 25,0 \text{ mm} \quad t_{d1} = 56 \text{ min}$$

7. OBLICZENIA STATYCZNE

7.1. Obliczenia stropów

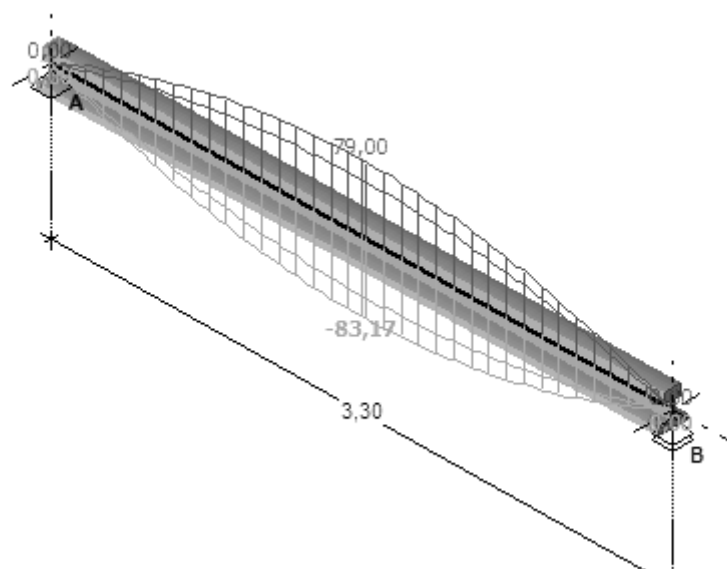
7.1.1. Strop masywny piwnicy na belkach stalowych

Obliczenia stropu wykonano na podstawie odkrywek założono poniższe obciążenia.

Strop nad piwnica

L.p.	Opis oddziaływania	Wartość char. kN/m ²
1.	Wykładzina gumowa o grubości 4 mm (na butaprenie) [0,080kN/m ²]	0,08
2.	Gruz ceglany z wapnem (polepa) grub.12 cm [12,0kN/m ³ ·0,12m]	1,44
3.	Cegła budowlana wypalana z gliny, pełna grub.12 cm [18,0kN/m ³ ·0,12m]	2,16
4.	Warstwa cementowo-wapienna grub.2 cm [19,0kN/m ³ ·0,02m]	0,38
Σ:		4,06

Wykonano również obliczenia statyczne dla szyny, której natężenia wyniosły :



Natężenia przy założeniu zginania prostego wyniosły $\sigma = 83,17 \text{ MPa}$, ze względu na złożoną pracę takiego przekroju zawyżono wyniki o 20%, co dało

$$\sigma_{lim} = \sigma \cdot 1,20 = 100 \text{ MPa}$$

Przy założeniu stali

$$f_y = 195 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{f_y}{1,1} = 177 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{lim}}{f_{yd}} = 0,56 < 1$$

7.1.2. Strop nad parterem

Założenia:

Strop nad parterem – stan istniejący

L.p.	Opis oddziaływania	Wartość char. kN/m ²
1.	Płyty pilśniowa twarda grub.2 cm [8,0kN/m ³ ·0,02m]	0,16
2.	Brzoza, dąb, klon grub.3 cm [7,0kN/m ³ ·0,03m]	0,21
3.	Gruz ceglany z wapnem (polepa) grub.7 cm [12,0kN/m ³ ·0,07m]	0,84
4.	Brzoza, dąb, klon grub.3 cm [7,0kN/m ³ ·0,03m]	0,21
5.	Brzoza, dąb, klon grub.3 cm [7,0kN/m ³ ·0,03m]	0,21
6.	Warstwa wapienna na trzcinie grub.2 cm [15,0kN/m ³ ·0,02m]	0,30
Σ:		1,93

Strop nad parterem – projektowane zabezpieczenie stropu

L.p.	Opis oddziaływania	Wartość char. kN/m ²
1.	Płyty pilśniowa twarda grub.2 cm [8,0kN/m ³ ·0,02m]	0,16
2.	Brzoza, dąb, klon grub.3 cm [7,0kN/m ³ ·0,03m]	0,21
3.	Wełna mineralna w płytach półtwardych grub.20 cm [1,0kN/m ³ ·0,20m]	0,20
4.	System promat [0,200kN/m ²]	0,20
5.	Sufit G-K [0,300kN/m ²]	0,30
Σ:		1,07

Strop nad parterem - zmienne

L.p.	Opis oddziaływania	Wartość char. kN/m ²
1.	Równomiernie rozłożone obciążenie użytkowe wg PN-EN 1991-1-1/6.3.1 - powierzchnia kategorii C1 [3,00kN/m ²]	3,00
Σ:		3,00

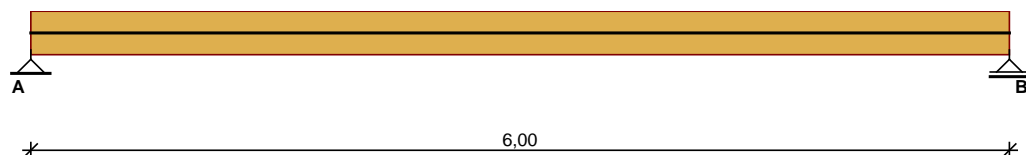
Przeanalizowano dwa przypadki:

7.1.2.1. Stan istniejący (SGN=148,6%, SGU=159,5%/171,5%)

Belka stropu nad parterem - obc 1

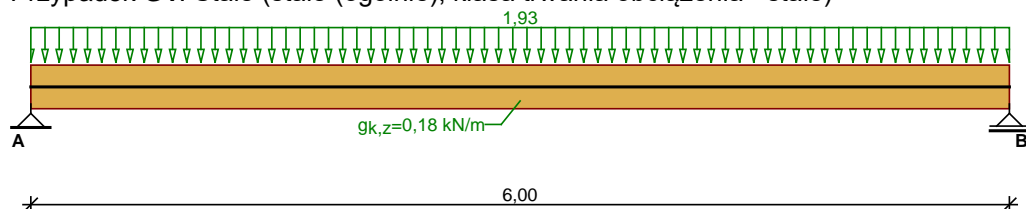
GEOMETRIA

Schemat belki

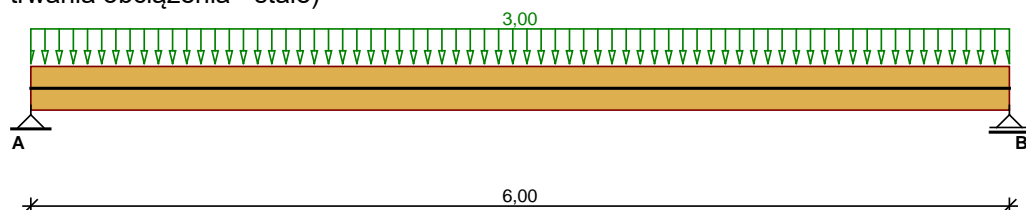


ODDZIAŁYWANIA CHARAKTERYSTYCZNE

Przypadek **G1**: Stałe (stałe (ogólnie), klasa trwania obciążenia - stałe)



Przypadek **Q1**: Zmienne (zmienne (użytkowe stropu kat.C, $\psi_0 = 0,70$, $\psi_1 = 0,70$, $\psi_2 = 0,60$), klasa trwania obciążenia - stałe)



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

Uwzględniono wpływ sił poprzecznych na przemieszczenia

Miejsce przyłożenia obciążeń:

- obciążenia pionowe: na górnej powierzchni

Parametry analizy zwichrzenia:

- belka niezabezpieczona przed zwichrzeniem
- stosunek długości l_{ef}/l dla przęsła = 1,00

Graniczne ugięcie chwilowe:

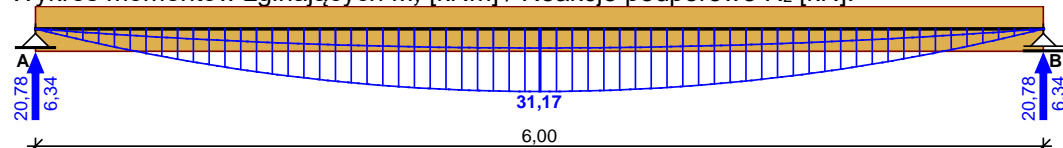
- w przęsłach $w_{inst,lim} = l / 300$

Graniczne ugięcie końcowe:

- w przęsłach $w_{fin,lim} = l / 300$
- belka w obiekcie starym, remontowanym

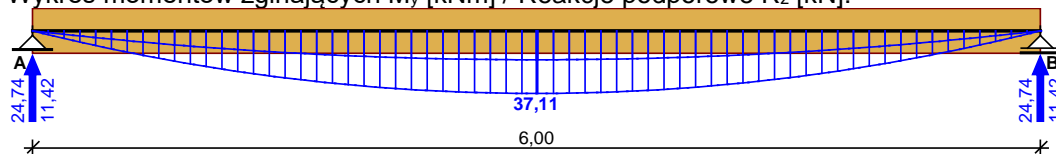
OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGN podstawowa STR

Wykres momentów zginających M_y [kNm] / Reakcje podporowe R_z [kN]:

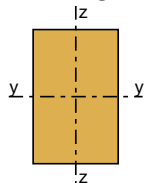


OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGU quasi-stała + p.2.2.3(3) EN 1995-1-1

Wykres momentów zginających M_y [kNm] / Reakcje podporowe R_z [kN]:



WYMIAROWANIE SGN/SGU WG PN-EN 1995-1-1



Przekrój: prostokątny **170x270**

→ $A = 459 \text{ cm}^2$, $W_y = 2066 \text{ cm}^3$, $J_y = 27884 \text{ cm}^4$, $J_{\text{tor}} = 26905 \text{ cm}^4$, $m = 18,8 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{c,90,k} = 2,4 \text{ MPa}$, $f_{m,k} = 22 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 3,8 \text{ MPa}$, $E_{0,\text{mean}} = 10 \text{ GPa}$, $E_{0,05} = 6,7 \text{ GPa}$, $G_{\text{mean}} = 0,63 \text{ GPa}$, $G_{0,05} = 0,42 \text{ GPa}$, $\rho_k = 340 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{mean}} = 410 \text{ kg/m}^3$

Belka; $l = 6,00 \text{ m}$

SGN - Zginanie:

Decyduje kombinacja: **K6**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{Stałe} + 1,5 \cdot \text{Zmienne}$ → $\gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,60$

Moment zginający i odpowiadające naprężenie dla przekroju **$x = 3,00 \text{ m}$** :

$M_{y,d} = 31,17 \text{ kNm}$, $\sigma_{m,y,d} = 15,09 \text{ MPa}$

Warunek nośności:

$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 10,15 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 1,486 > 1$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

Decyduje kombinacja: **K6**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{Stałe} + 1,5 \cdot \text{Zmienne}$ → $\gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,60$

Moment zginający i odpowiadające naprężenie dla przekroju **$x = 3,00 \text{ m}$** :

$M_{y,d} = 31,17 \text{ kNm}$, $\sigma_{m,y,d} = 15,09 \text{ MPa}$

$l_{\text{ef}} = 6,54 \text{ m}$; $k_{\text{crit}} = 1,000$

Warunek stateczności elementu:

$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 10,15 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = 15,09 \text{ MPa} > k_{\text{crit}} \cdot f_{m,y,d} = 10,15 \text{ MPa} \quad (148,6\%)$

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K6**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{Stałe} + 1,5 \cdot \text{Zmienne}$ → $\gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,60$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **$x = 0,00 \text{ m}$** :

$k_{\text{cr}} = 0,67$

$V_{z,d} = -20,78 \text{ kN}$, $\tau_{z,d} = 1,01 \text{ MPa}$

Warunek nośności:

$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 1,75 \text{ MPa}$

$\tau_{z,d} = 1,01 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,75 \text{ MPa} \quad (57,8\%)$

SGN - Docisk na podporze pionowej:

Decyduje kombinacja: **K6**: $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{Stałe} + 1,5 \cdot \text{Zmienne}$ → $\gamma_M = 1,3$; $k_{\text{mod}} = 0,60$

Podpora A → Reakcja $R_{A,z,d} = 20,78 \text{ kN}$; $a_p = 200 \text{ mm}$; $b_e = 170 \text{ mm}$

Warunek nośności:

$f_{c,90,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,90,k} / \gamma_M = 1,11 \text{ MPa}$

$k_{c,90} = 1,00$

$\sigma_{c,90,d} = 0,61 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,11 \text{ MPa} \quad (55,2\%)$

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K10**: Stałe+Zmienne

Przekrój $x = 3,00 \text{ m}$ → $w_{\text{inst}} = 31,9 \text{ mm}$

Warunek ugięć:

$w_{\text{inst}} = 31,9 \text{ mm} > w_{\text{inst,lim}} = 6000 / 300 = 20,0 \text{ mm} \quad (159,5\%)$

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K12**: $1,8 \cdot \text{Stałe} + 1,48 \cdot \text{Zmienne}$

Przekrój $x = 3,00 \text{ m}$ → $w_{\text{fin}} = 51,4 \text{ mm}$

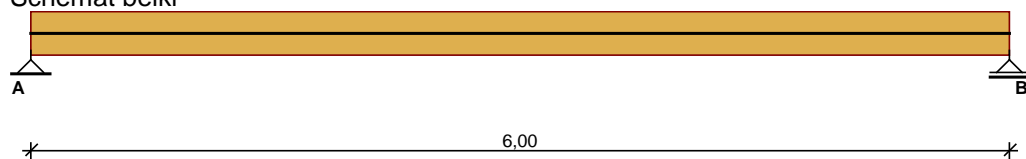
Warunek ugięć:

$w_{\text{fin}} = 51,4 \text{ mm} > w_{\text{net,fin,lim}} = 1,5 \cdot 6000 / 300 = 30,0 \text{ mm} \quad (171,5\%)$

7.1.2.2. Stan projektowany (SGN=88,1%, SGU=92,1%/96,9%)

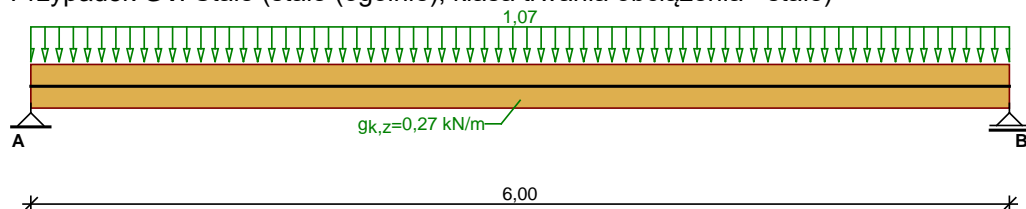
GEOMETRIA

Schemat belki

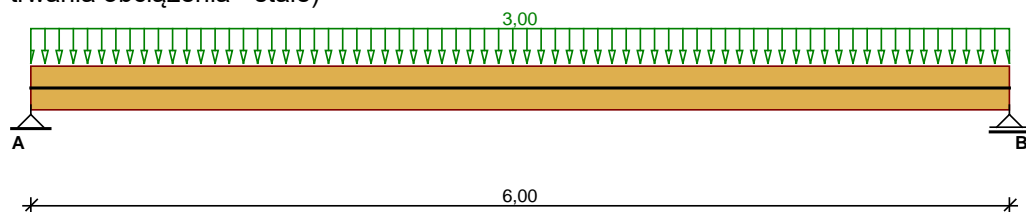


ODDZIAŁYWANIA CHARAKTERYSTYCZNE

Przypadek **G1**: Stałe (stałe (ogólnie), klasa trwania obciążenia - stałe)



Przypadek **Q1**: Zmienne (zmienne (użytkowe stropu kat.C, $\psi_0 = 0,70$, $\psi_1 = 0,70$, $\psi_2 = 0,60$), klasa trwania obciążenia - stałe)



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

Uwzględniono wpływ sił poprzecznych na przemieszczenia

Miejsce przyłożenia obciążeń:

- obciążenia pionowe: na górnej powierzchni

Parametry analizy zwichrzenia:

- belka z usztywnieniami zabezpieczającymi przed zwichrzeniem w rozstawie 1,00 m
- stosunek długości l_{ef}/l dla przęsła = 1,00

Graniczne ugięcie chwilowe:

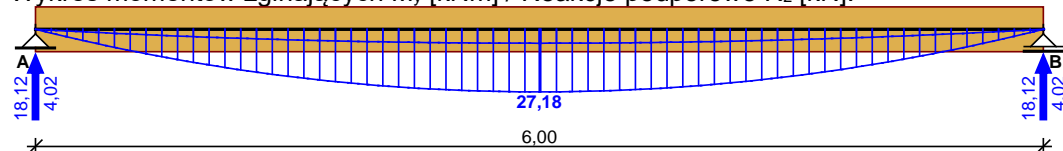
- w przęsłach $w_{inst,lim} = l / 300$

Graniczne ugięcie końcowe:

- w przęsłach $w_{fin,lim} = l / 300$
- belka w obiekcie starym, remontowanym

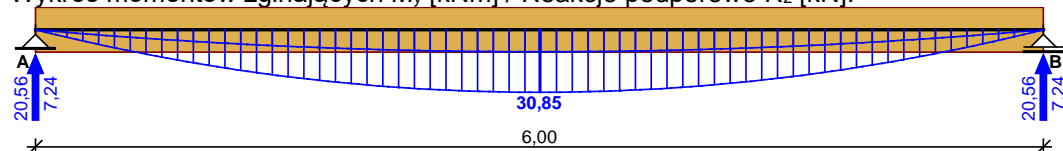
OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGN podstawowa STR

Wykres momentów zginających M_y [kNm] / Reakcje podporowe R_z [kN]:

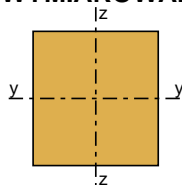


OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGU quasi-stała + p.2.2.3(3) EN 1995-1-1

Wykres momentów zginających M_y [kNm] / Reakcje podporowe R_z [kN]:



WYMIAROWANIE SGN/SGU WG PN-EN 1995-1-1



Przekrój: prostokątny **250x270**

$$\rightarrow A = 675 \text{ cm}^2, W_y = 3038 \text{ cm}^3, J_y = 41006 \text{ cm}^4, J_{\text{tor}} = 63571 \text{ cm}^4, m = 27,7 \text{ kg/m}$$

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

$$\rightarrow f_{c,90,k} = 2,4 \text{ MPa}, f_{m,k} = 22 \text{ MPa}, f_{v,k} = 3,8 \text{ MPa}, E_{0,\text{mean}} = 10 \text{ GPa}, E_{0,05} = 6,7 \text{ GPa}, G_{\text{mean}} = 0,63 \text{ GPa}, G_{0,05} = 0,42 \text{ GPa}, \rho_k = 340 \text{ kg/m}^3, \rho_{\text{mean}} = 410 \text{ kg/m}^3$$

Belka; l = 6,00 m

SGN - Zginanie:

Decyduje kombinacja: **K6**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·Zmienne $\rightarrow \gamma_M = 1,3; k_{\text{mod}} = 0,60$

Moment zginający i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 3,00 m**:

$$M_{y,d} = 27,18 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 8,95 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 10,15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,881 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

Decyduje kombinacja: **K6**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·Zmienne $\rightarrow \gamma_M = 1,3; k_{\text{mod}} = 0,60$

Moment zginający i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 3,00 m**:

$$M_{y,d} = 27,18 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 8,95 \text{ MPa}$$

$$l_{\text{ef}} = 1,54 \text{ m}; k_{\text{crit}} = 1,000$$

Warunek stateczności elementu:

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 10,15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 8,95 \text{ MPa} < k_{\text{crit}} \cdot f_{m,y,d} = 10,15 \text{ MPa} \quad (88,1\%)$$

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K6**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·Zmienne $\rightarrow \gamma_M = 1,3; k_{\text{mod}} = 0,60$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m**:

$$k_{\text{cr}} = 0,67$$

$$V_{z,d} = -18,12 \text{ kN}, \quad \tau_{z,d} = 0,60 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 1,75 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 0,60 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,75 \text{ MPa} \quad (34,3\%)$$

SGN - Docisk na podporze pionowej:

Decyduje kombinacja: **K6**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·Zmienne $\rightarrow \gamma_M = 1,3; k_{\text{mod}} = 0,60$

Podpora A \rightarrow Reakcja $R_{A,z,d} = 18,12 \text{ kN}$; $a_p = 200 \text{ mm}$; $b_e = 250 \text{ mm}$

Warunek nośności:

$$f_{c,90,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,90,k} / \gamma_M = 1,11 \text{ MPa}$$

$$k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,d} = 0,36 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,11 \text{ MPa} \quad (32,7\%)$$

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K10**: Stałe+Zmienne

Przekrój x = 3,00 m $\rightarrow w_{\text{inst}} = 18,4 \text{ mm}$

Warunek ugięć:

$$w_{\text{inst}} = 18,4 \text{ mm} < w_{\text{inst,lim}} = 6000 / 300 = 20,0 \text{ mm} \quad (92,1\%)$$

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K12**: 1,8·Stałe+1,48·Zmienne

Przekrój x = 3,00 m $\rightarrow w_{\text{fin}} = 29,1 \text{ mm}$

Warunek ugięć:

$$w_{\text{fin}} = 29,1 \text{ mm} < w_{\text{net,fin,lim}} = 1,5 \cdot 6000 / 300 = 30,0 \text{ mm} \quad (96,9\%)$$

7.1.3. Strop nad piętrem

Strop nad piętrem – stan istniejący

L.p.	Opis oddziaływania	Wartość char. kN/m ²
1.	Wełna mineralna w płytach półtwardych grub. 15 cm [1,0kN/m ³ ·0,15m]	0,15
2.	Gruz ceglany z wapnem (polepa) grub. 7 cm [12,0kN/m ³ ·0,07m]	0,84
3.	Brzoza, dąb, klon grub. 3 cm [7,0kN/m ³ ·0,03m]	0,21
4.	Brzoza, dąb, klon grub. 3 cm [7,0kN/m ³ ·0,03m]	0,21
5.	Warstwa wapienna na trzcinie grub. 2 cm [15,0kN/m ³ ·0,02m]	0,30
Σ:		1,71

Strop nad piętrem – stan projektowany

L.p.	Opis oddziaływania	Wartość char. kN/m ²
1.	Płyty pilśniowa twarda grub. 2 cm [8,0kN/m ³ ·0,02m]	0,16
2.	Wełna mineralna w płytach półtwardych grub. 20 cm [1,0kN/m ³ ·0,20m]	0,20
3.	System Promat [0,200kN/m ²]	0,20
4.	Sufit G-K [0,300kN/m ²]	0,30
Σ:		0,86

Strop nad piętrem - zmienne

L.p.	Opis oddziaływania	Wartość char. kN/m ²
1.	Poddasze bez dostępu z klatki [0,50kN/m ²]	0,50
Σ:		0,50

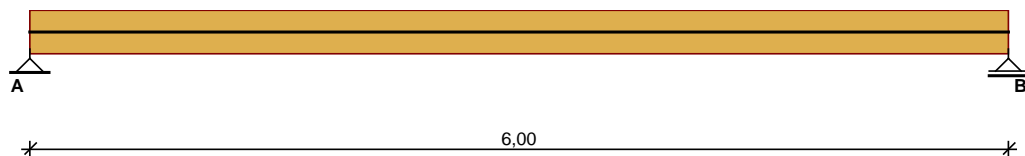
Przeanalizowano dwa przypadki:

7.1.3.1. Stan istniejący (SGN=66,1%, SGU=74,7%/86,3%)

Belka stropu nad piętrem – stan istniejący

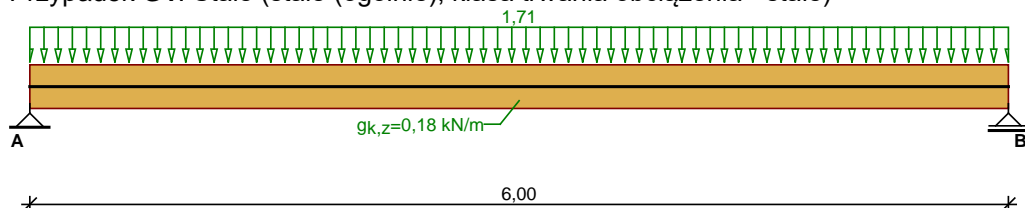
GEOMETRIA

Schemat belki

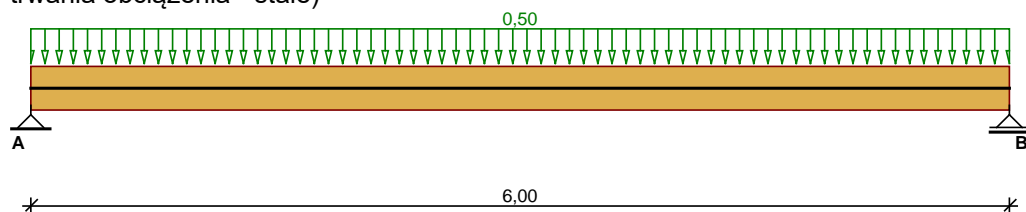


ODDZIAŁYWANIA CHARAKTERYSTYCZNE

Przypadek **G1**: Stałe (stałe (ogólnie), klasa trwania obciążenia - stałe)



Przypadek **Q1**: Zmienne (zmienne (użytkowe stropu kat.C, $\psi_0 = 0,70$, $\psi_1 = 0,70$, $\psi_2 = 0,60$), klasa trwania obciążenia - stałe)



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

Uwzględniono wpływ sił poprzecznych na przemieszczenia

Miejsce przyłożenia obciążeń:

- obciążenia pionowe: na górnej powierzchni

Parametry analizy zwichrzenia:

- belka niezabezpieczona przed zwichrzeniem
- stosunek długości l_{ef}/l dla przęsła = 1,00

Graniczne ugięcie chwilowe:

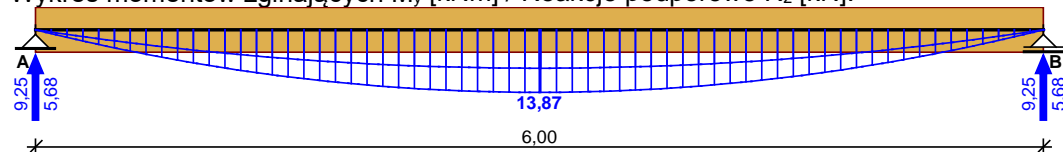
- w przęsłach $w_{inst,lim} = l / 300$

Graniczne ugięcie końcowe:

- w przęsłach $w_{fin,lim} = l / 300$
- belka w obiekcie starym, remontowanym

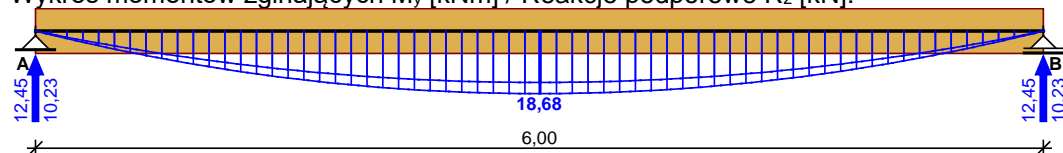
OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWANIA dla kombinacji SGN podstawowa STR

Wykres momentów zginających M_y [kNm] / Reakcje podporowe R_z [kN]:

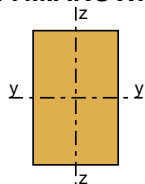


OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWANIA dla kombinacji SGU quasi-stała + p.2.2.3(3) EN 1995-1-1

Wykres momentów zginających M_y [kNm] / Reakcje podporowe R_z [kN]:



WYMIAROWANIE SGN/SGU WG PN-EN 1995-1-1



Przekrój: prostokątny **170x270**

→ $A = 459 \text{ cm}^2$, $W_y = 2066 \text{ cm}^3$, $J_y = 27884 \text{ cm}^4$, $J_{tor} = 26905 \text{ cm}^4$, $m = 18,8 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{c,90,k} = 2,4 \text{ MPa}$, $f_{m,k} = 22 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 3,8 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 10 \text{ GPa}$, $E_{0,05} = 6,7 \text{ GPa}$, $G_{mean} = 0,63 \text{ GPa}$, $G_{0,05} = 0,42 \text{ GPa}$, $\rho_k = 340 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{mean} = 410 \text{ kg/m}^3$

Belka; l = 6,00 m

SGN - Zginanie:

Decyduje kombinacja: **K2**: 1,35·Stałe+1,5·0,7·Zmienne → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,60$

Moment zginający i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 3,00 m**:

$$M_{y,d} = 13,87 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 6,72 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 10,15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,661 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

Decyduje kombinacja: **K2**: 1,35·Stałe+1,5·0,7·Zmienne → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,60$

Moment zginający i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 3,00 m**:

$$M_{y,d} = 13,87 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 6,72 \text{ MPa}$$

$$l_{ef} = 6,54 \text{ m}; \quad k_{crit} = 1,000$$

Warunek stateczności elementu:

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 10,15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 6,72 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 10,15 \text{ MPa} \quad (66,1\%)$$

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K2**: 1,35·Stałe+1,5·0,7·Zmienne → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,60$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m**:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$V_{z,d} = -9,25 \text{ kN}, \quad \tau_{z,d} = 0,45 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 1,75 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 0,45 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,75 \text{ MPa} \quad (25,7\%)$$

SGN - Docisk na podporze pionowej:

Decyduje kombinacja: **K2**: 1,35·Stałe+1,5·0,7·Zmienne → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,60$

Podpora A → Reakcja $R_{A,z,d} = 9,25 \text{ kN}$; $a_p = 200 \text{ mm}$; $b_e = 170 \text{ mm}$

Warunek nośności:

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot f_{c,90,k} / \gamma_M = 1,11 \text{ MPa}$$

$$k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,d} = 0,27 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,11 \text{ MPa} \quad (24,6\%)$$

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K10**: Stałe+Zmienne

Przekrój x = 3,00 m → $w_{inst} = 14,9 \text{ mm}$

Warunek ugięć:

$$w_{inst} = 14,9 \text{ mm} < w_{inst,lim} = 6000 / 300 = 20,0 \text{ mm} \quad (74,7\%)$$

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K12**: 1,8·Stałe+1,48·Zmienne

Przekrój x = 3,00 m → $w_{fin} = 25,9 \text{ mm}$

Warunek ugięć:

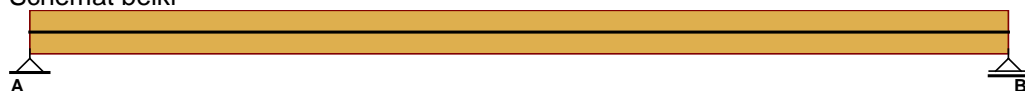
$$w_{fin} = 25,9 \text{ mm} < w_{net,fin,lim} = 1,5 \cdot 6000 / 300 = 30,0 \text{ mm} \quad (86,3\%)$$

7.1.3.2. Stan projektowany (SGN=41,8%, SGU=48,2%/54,5%)

Belka stropu nad piętrem – stan projektowany

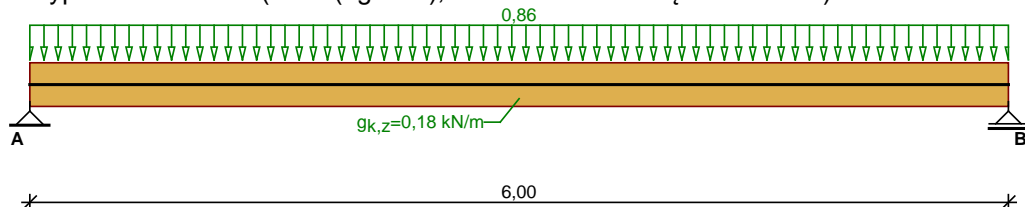
GEOMETRIA

Schemat belki

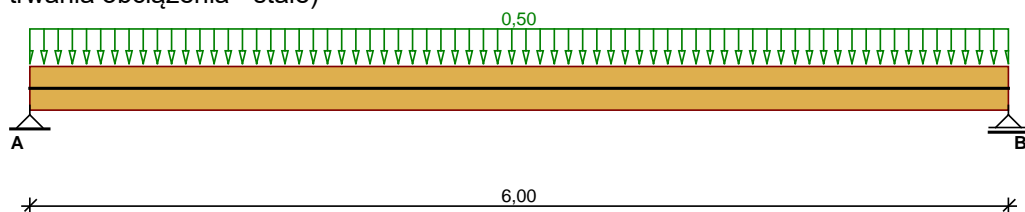


ODDZIAŁYWANIA CHARAKTERYSTYCZNE

Przypadek **G1**: Stałe (stałe (ogólnie), klasa trwania obciążenia - stałe)



Przypadek **Q1**: Zmienne (zmienne (użytkowe stropu kat.C, $\psi_0 = 0,70$, $\psi_1 = 0,70$, $\psi_2 = 0,60$), klasa trwania obciążenia - stałe)



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

Uwzględniono wpływ sił poprzecznych na przemieszczenia

Miejsce przyłożenia obciążeń:

- obciążenia pionowe: na górnej powierzchni

Parametry analizy zwichrzenia:

- belka niezabezpieczona przed zwichrzeniem
- stosunek długości l_{ef}/l dla przęsła = 1,00

Graniczne ugięcie chwilowe:

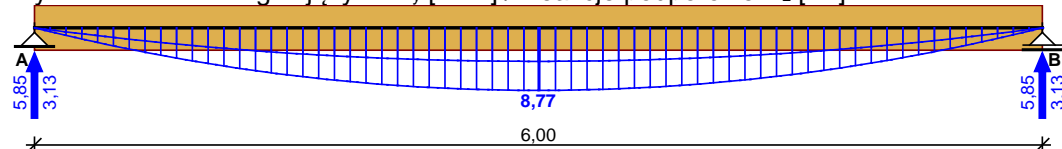
- w przęsłach $w_{inst,lim} = l / 300$

Graniczne ugięcie końcowe:

- w przęsłach $w_{fin,lim} = l / 300$
- belka w obiekcie starym, remontowanym

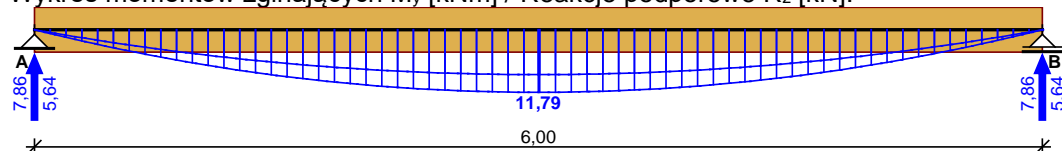
OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGN podstawowa STR

Wykres momentów zginających M_y [kNm] / Reakcje podporowe R_z [kN]:

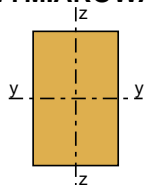


OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGU quasi-stała + p.2.2.3(3) EN 1995-1-1

Wykres momentów zginających M_y [kNm] / Reakcje podporowe R_z [kN]:



WYMIAROWANIE SGN/SGU WG PN-EN 1995-1-1



Przekrój: prostokątny **170x270**

$$\rightarrow A = 459 \text{ cm}^2, W_y = 2066 \text{ cm}^3, J_y = 27884 \text{ cm}^4, J_{\text{tor}} = 26905 \text{ cm}^4, m = 18,8 \text{ kg/m}$$

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

$$\rightarrow f_{c,90,k} = 2,4 \text{ MPa}, f_{m,k} = 22 \text{ MPa}, f_{v,k} = 3,8 \text{ MPa}, E_{0,\text{mean}} = 10 \text{ GPa}, E_{0,05} = 6,7 \text{ GPa}, G_{\text{mean}} = 0,63 \text{ GPa}, G_{0,05} = 0,42 \text{ GPa}, \rho_k = 340 \text{ kg/m}^3, \rho_{\text{mean}} = 410 \text{ kg/m}^3$$

Belka; l = 6,00 m

SGN - Zginanie:

Decyduje kombinacja: **K6**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·Zmienne $\rightarrow \gamma_M = 1,3; k_{\text{mod}} = 0,60$

Moment zginający i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 3,00 m**:

$$M_{y,d} = 8,77 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 4,25 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 10,15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,418 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

Decyduje kombinacja: **K6**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·Zmienne $\rightarrow \gamma_M = 1,3; k_{\text{mod}} = 0,60$

Moment zginający i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 3,00 m**:

$$M_{y,d} = 8,77 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 4,25 \text{ MPa}$$

$$l_{\text{ef}} = 6,54 \text{ m}; k_{\text{crit}} = 1,000$$

Warunek stateczności elementu:

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 10,15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 4,25 \text{ MPa} < k_{\text{crit}} \cdot f_{m,y,d} = 10,15 \text{ MPa} \quad (41,8\%)$$

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K6**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·Zmienne $\rightarrow \gamma_M = 1,3; k_{\text{mod}} = 0,60$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m**:

$$k_{\text{cr}} = 0,67$$

$$V_{z,d} = -5,85 \text{ kN}, \quad \tau_{z,d} = 0,29 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 1,75 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 0,29 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,75 \text{ MPa} \quad (16,3\%)$$

SGN - Docisk na podporze pionowej:

Decyduje kombinacja: **K6**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·Zmienne $\rightarrow \gamma_M = 1,3; k_{\text{mod}} = 0,60$

Podpora A \rightarrow Reakcja $R_{A,z,d} = 5,85 \text{ kN}; a_p = 200 \text{ mm}; b_e = 170 \text{ mm}$

Warunek nośności:

$$f_{c,90,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,90,k} / \gamma_M = 1,11 \text{ MPa}$$

$$k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,d} = 0,17 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,11 \text{ MPa} \quad (15,5\%)$$

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K10**: Stałe+Zmienne

Przekrój x = 3,00 m $\rightarrow w_{\text{inst}} = 9,6 \text{ mm}$

Warunek ugięć:

$$w_{\text{inst}} = 9,6 \text{ mm} < w_{\text{inst,lim}} = 6000 / 300 = 20,0 \text{ mm} \quad (48,2\%)$$

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K12**: 1,8·Stałe+1,48·Zmienne

Przekrój x = 3,00 m $\rightarrow w_{\text{fin}} = 16,3 \text{ mm}$

Warunek ugięć:

$$w_{\text{fin}} = 16,3 \text{ mm} < w_{\text{net,fin,lim}} = 1,5 \cdot 6000 / 300 = 30,0 \text{ mm} \quad (54,5\%)$$

mgr inż. Jakub Krakowski
upr. bud. nr LOD/3079/PWBKb/16
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

dr inż. Krzysztof Lasek
upr. bud. nr LOD/2496/POOK/15
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej