



Instytut Techniki Budowlanej

Nauka i wiedza ekspercka dla budownictwa przyszłości

PRACA BADAWCZA

Ekspertyza naukowo-techniczna dot. stanu technicznego budynku Muzeum i Instytutu Zoologii PAN przy ul. Wilczej 64 w Warszawie

01337/20/Z00NZK

Warszawa, Sierpień 2020 r

BADANIA | OPINIE | EKSPERTYZY



Tytuł pracy: Ekspertyza naukowo-techniczna dot. stanu technicznego budynku
Muzeum i Instytutu Zoologii PAN przy ul. Wilczej 64 w Warszawie

Nr Rejestru: 01337/20/Z00NZK

Zleceniodawca: Muzeum i Instytut Zoologii Polskiej Akademii Nauk
ul. Wilcza 64
00-679 Warszawa

Zespół: dr inż. Sławomir Dudziak
mgr inż. Aleksandra Mazurek
mgr inż. Marian Pawłowski
mgr inż. Krzysztof Sztuka

Weryfikacja: dr inż. Jarosław Szulc

Kierownik zakładu: dr hab. inż. Artur Piekarczyk, prof. ITB

Pracę rozpoczęto: Maj 2020 r.
zakończono: Sierpień 2020 r.

Wykonano w liczbie 3 egzemplarzy

Egzemplarz Nr ...

BADANIA | OPINIE | EKSPERTYZY

Spis treści

1.	WSTĘP.....	6
1.1.	Podstawa formalna ekspertyzy	6
1.2.	Przedmiot opracowania	6
1.3.	Cel i zakres ekspertyzy.....	6
1.4.	Materiały wykorzystane w ekspertyzie	7
2.	OPIS TECHNICZNY	8
2.1.	Informacje ogólne o obiekcie	8
2.2.	Warunki gruntowo-wodne	10
2.3.	Opis techniczny konstrukcji budynku	10
2.4.	Opis techniczny wzmocnień budynku	12
3.	BADANIA, ODKRYWKI ORAZ INWENTARYZACJA WYSTĘPUJĄCYCH NIEPRAWIDŁOWOŚCI W BUDYNKU.....	13
3.1.	Badania wizualne głównej konstrukcji nośnej, skany elementów konstrukcyjnych	14
3.2.	Opis wykonanych odkrywek.....	16
3.3.	Inwentaryzacja występujących nieprawidłowości na podstawie wizji lokalnych	30
4.	OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE WYBRANYCH ELEMENTÓW BUDYNKU.....	36
4.1.	Założenia materiałowe	36
4.2.	Zasady obliczeń statycznych.....	38
4.3.	Obciążenia	40
4.4.	Kombinacje obciążeń.....	43
4.5.	Sprawdzenie płyt stropu odcinkowego	44
4.6.	Sprawdzenie płyt Kleina – typu ciężkiego	44
4.7.	Sprawdzenie belek stropowych stropu odcinkowego nad piwnicą (skrzydło wschodnie) ...	46
4.8.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad piwnicą	47
4.8.1.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad piwnicą (pod pomieszczeniem p.5- skrzydło zachodnie)	47
4.8.2.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad piwnicą (pod pomieszczeniem p.9 – skrzydło zachodnie)	47
4.8.3.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad piwnicą (klatka schodowa/korytarz- skrzydło zachodnie)	48
4.8.4.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad piwnicą (pomieszczenie przy klatce schodowej – skrzydło zachodnie).....	49
4.8.5.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad piwnicą (pod pomieszczeniem p.2 – część środkowa)	50
4.9.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad parterem	51
4.9.1.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad parterem (pod pomieszczeniem p.111- skrzydło zachodnie).....	51
4.9.2.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad parterem (pod pomieszczeniem p.115- skrzydło zachodnie).....	52
4.9.3.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad parterem (pod pomieszczeniem p.112- skrzydło zachodnie).....	53
4.9.4.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad parterem (pod pomieszczeniem p.114/116- skrzydło zachodnie)	53

4.9.5.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad parterem (pod pomieszczeniem p.100/101- część środkowa).....	54
4.9.6.	Sprawdzenie belek stropowych nad parterem (pomieszczenie antresola- część wschodnia)	55
4.10.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad I piętrzem.....	56
4.10.1.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad I piętrzem (pod pomieszczeniem p.206- skrzydło zachodnie).....	56
4.10.2.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad I piętrzem (pod pomieszczeniem p.210/211- skrzydło zachodnie)	56
4.10.3.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad I piętrzem (pod pomieszczeniem p.207- skrzydło zachodnie).....	57
4.10.4.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad I piętrzem (pod pomieszczeniem p.209/210- skrzydło zachodnie)	58
4.10.5.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad I piętrzem (pod pomieszczeniem p.200/201- część środkowa).....	58
4.10.6.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad I piętrzem (pod pomieszczeniem p.204/204a- skrzydło wschodnie)	59
4.10.7.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad I piętrzem (pod pomieszczeniem p.202/203- skrzydło wschodnie)	60
4.11.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad II piętrzem.....	61
4.11.1.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad II piętrzem (pod pomieszczeniem p.307- skrzydło zachodnie).....	61
4.11.2.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad II piętrzem (pod pomieszczeniem p.313/314- skrzydło zachodnie)	62
4.11.3.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad II piętrzem (pod pomieszczeniem p.308- skrzydło zachodnie).....	62
4.11.4.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad II piętrzem (pod pomieszczeniem p.311/315- skrzydło zachodnie)	63
4.11.5.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad II piętrzem (pod pomieszczeniem p.300/301- część środkowa).....	63
4.11.6.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad II piętrzem (pod pomieszczeniem p.304/305- skrzydło wschodnie)	64
4.11.7.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad II piętrzem (pod pomieszczeniem p.302/303- skrzydło wschodnie)	65
4.12.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad III piętrzem.....	66
4.12.1.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad III piętrzem (pod pomieszczeniem p.406- skrzydło zachodnie).....	66
4.12.2.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad III piętrzem (pod pomieszczeniem p.409/410- skrzydło zachodnie)	66
4.12.3.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad III piętrzem (korytarz przy klatce schodowej - skrzydło zachodnie).....	67
4.12.4.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad III piętrzem (pod pomieszczeniem p.411- skrzydło zachodnie).....	68
4.12.5.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad III piętrzem (pod pomieszczeniem p.400/401- część środkowa).....	68

4.12.6.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad III piętrem (pod pomieszczeniem p.405- skrzydło wschodnie).....	69
4.12.7.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad III piętrem (pod pomieszczeniem p.402- skrzydło wschodnie).....	69
4.12.8.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad III piętrem (pod pomieszczeniem p.403- skrzydło wschodnie).....	70
4.13.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad IV piętrem	71
4.13.1.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad IV piętrem (pod pomieszczeniem p.501b- skrzydło zachodnie).....	71
4.13.2.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad IV piętrem (pod pomieszczeniem p.501a- skrzydło zachodnie).....	72
4.13.3.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad IV piętrem (pod pomieszczeniem 501 - skrzydło zachodnie)	72
4.13.4.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad IV piętrem (pod pomieszczeniem p.500a/500b- część środkowa).....	74
4.13.5.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad IV piętrem (pod pomieszczeniem p.500e- skrzydło wschodnie)	75
4.13.6.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad IV piętrem (pod pomieszczeniem p.500d- skrzydło wschodnie).....	75
4.13.7.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad IV piętrem (pod pomieszczeniem p.500c- skrzydło wschodnie)	76
4.14.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad V piętrem	77
4.14.1.	Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad V piętrem (poddasze – część środkowa).....	77
4.15.	Podsumowanie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych.....	77
5.	ANALIZA I OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU WRAZ ZE WSKAZANIEM POTENCJALNYCH PRZYCZYN WYSTĘPUJĄCYCH NIEPRAWIDŁOWOŚCI	81
6.	WNIOSKI I ZALECENIA W ZAKRESIE DALSZEGO POSTĘPOWANIA Z BUDYNKIEM	83
	ZAŁĄCZNIK NR 1 – DOKUMENTACJA RYSUNKOWA.....	86

1. WSTĘP

1.1. Podstawa formalna ekspertyzy

Podstawę formalną pracy stanowi umowa nr 01337/20/ZOONZK wraz z Załącznikiem 1 zawarta 7.02.2020 r. między Muzeum i Instytutem Zoologii Polskiej Akademii Nauk (MiIZ PAN) a Instytutem Techniki Budowlanej (ITB) w Warszawie.

Ekspertyza wykonana zgodnie z powyższą umową jest opracowaniem o charakterze autorskim, według ustawy z dnia 4.02.1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych, z uwzględnieniem późniejszych zmian (tekst jednolity: Dz. U. RP z dn. 16.05.2016 r., poz. 666). Opracowanie niniejsze stanowi własność MiIZ PAN, z zastrzeżeniem, że wszelkie zmiany i wykorzystanie opinii do celów innych niż te, które określono w umowie, wymagają zgody autorów.

1.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem ekspertyzy jest budynek zlokalizowany w Warszawie przy ul. Wilczej 64, w którym mieści się siedziba Muzeum i Instytutu Zoologii PAN.

1.3. Cel i zakres ekspertyzy

Celem ekspertyzy jest ocena stanu technicznego i bezpieczeństwa użytkowania przedmiotowego budynku oraz sformułowanie zaleceń dot. dalszego postępowania z budynkiem.

Ekspertyza powstała w następstwie Postanowienia nr IOT/50/2020 Powiatowego Inspektora Nadzoru Budowlanego dla m. st. Warszawy.

W ramach przygotowania niniejszej opinii zostały wykonane następujące zadania:

- Analiza udostępnionej dokumentacji technicznej
- Identyfikacja głównego ustroju nośnego budynku
- Wykonanie inwentaryzacji konstrukcyjnej fragmentów budynku w zakresie niezbędnym do opracowania ekspertyzy (kontrolne pomiary, skany zbrojenia)
- Wykonanie odkrywek konstrukcji i zbrojenia w zakresie niezbędnym do wykonania ekspertyzy
- Ocena makroskopowa materiałów i elementów konstrukcyjnych
- Badania sklerometryczne betonu wbudowanego w konstrukcję
- Inwentaryzacja występujących nieprawidłowości (zarysowań / spękań / przecieków) wraz z opracowaniem dokumentacji fotograficznej i rysunkowej
- Kontrolna analiza statyczno-wytrzymałościowa wybranych elementów konstrukcyjnych w zakresie niezbędnym do wykonania ekspertyzy
- Analiza przyczyn powstania nieprawidłowości
- Ocena stanu technicznego budynku na podstawie wyników przeprowadzonych badań i analiz
- Wnioski i zalecenia odnośnie dalszego postępowania z budynkiem wraz z koncepcją sposobów usunięcia nieprawidłowości
- Weryfikacja pracy

1.4. Materiały wykorzystane w ekspertyzie

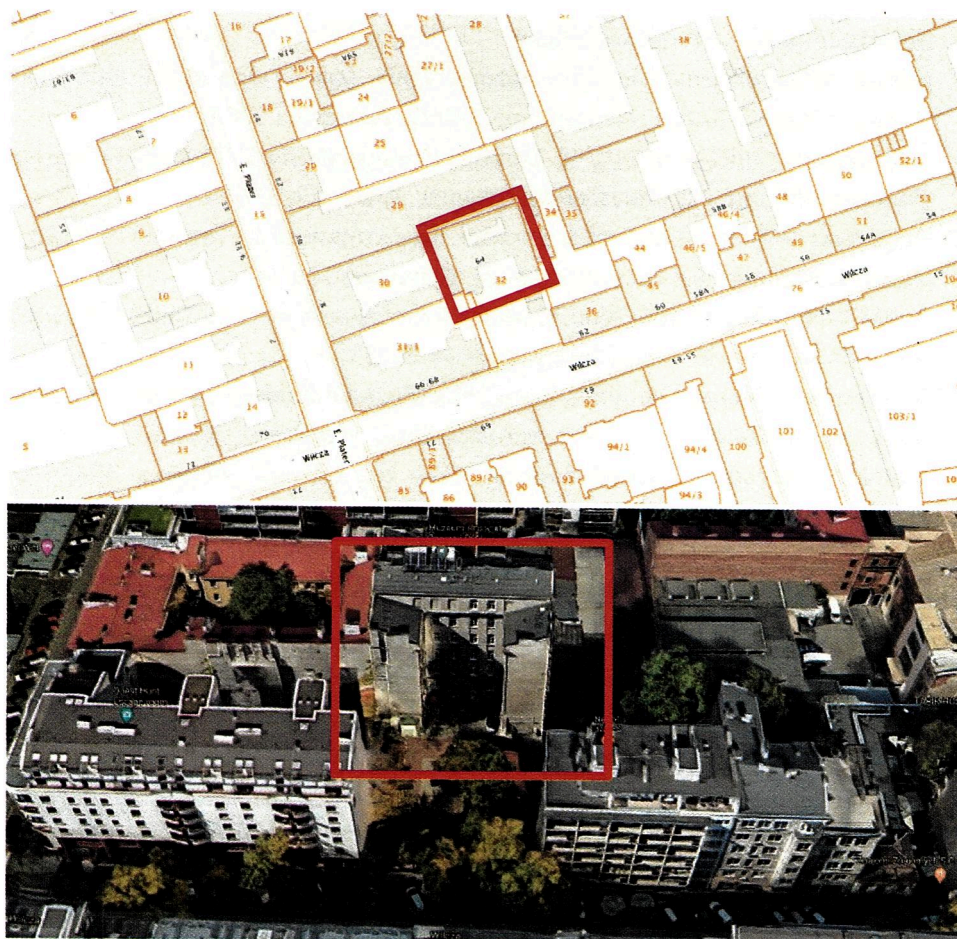
Przy opracowaniu niniejszej ekspertyzy wykorzystano następujące materiały:

- [1] Postanowienie nr IOT/50/2020 Powiatowego Inspektora Nadzoru Budowlanego dla m. st. Warszawy z dnia 24.02.2020 r.
- [2] Archiwalna dokumentacja fotograficzna z lat 1945-1965
- [3] Opinia Techniczna w sprawie posadowienia projektowanych budynku Instytutu Zoologii PAN w Warszawie przy ul. Wilczej 64, Warszawa 1964 r.
- [4] Ekspertyza techniczna nr 514/75/76. Zespół Rzeczoznawców Budowlanych PZITB, główny autor: prof. dr hab. inż. Tadeusz Nejman, Warszawa 1976 r.
- [5] Orzeczenie techniczne nr 429/77 dot. wytrzymałości stropów w pok. 10 i 114 w Instytucie Zoologii PAN przy ul. Wilczej 64 w Warszawie. Zespół Rzeczoznawców Budowlanych PZITB, autor: inż. Wiktor Kozłowski, Warszawa 1977 r.
- [6] Projekt konstrukcyjny wzmocnienia ściany szczytowej. Budynek biurowy Instytutu Zoologii PAN, projektant: inż. J. Reda Warszawa 1981 r.
- [7] Ekspertyza techniczna nr 290/82. Zespół Rzeczoznawców Budowlanych PZITB, autor: inż. Anna Leszczyńska, Warszawa 1982 r.
- [8] Projekt konstrukcyjny zamienny wzmocnienia ściany szczytowej. Budynek biurowy Instytutu Zoologii PAN, projektant: inż. J. Reda Warszawa 1986 r.
- [9] Ekspertyza techniczna nr 110/92. Ośrodek Rzeczoznawstwa i Techniki Budowlanej PZITB, główny autor: mgr inż. Stanisław Januszaniec, Warszawa 1992 r.
- [10] Ekspertyza techniczna nr 57/94. Ośrodek Rzeczoznawstwa i Techniki Budowlanej PZITB, główny autor: mgr inż. Tomasz Piskorski, Warszawa 1994 r.
- [11] Opinia techniczna nr 176/2000. Ośrodek Rzeczoznawstwa i Techniki Budowlanej PZITB, autor: dr inż. Zbigniew Tyczyński, Warszawa 2000 r.
- [12] Ekspertyza techniczna budynku Instytutu i Muzeum Zoologii PAN przy ul. Wilczej 64 w Warszawie. Główny autor: dr inż. Mirosław Bukowski, Warszawa kwiecień 2006 r.
- [13] Protokoły okresowej rocznej kontroli stanu technicznego obiektu. ARKADA, autorzy: Krzysztof Wnorowski i mgr inż. Ewa Klementys. Marzec 2019 r.
- [14] Ekspertyza techniczna. IBS Budownictwo, autor: inż. Wiesław Nietrzebka. Marzec 2019 r.
- [15] Ekspertyza techniczna. IBS Budownictwo, autor: inż. Wiesław Nietrzebka. Lipiec 2019 r.
- [16] Ekspertyza techniczna. IBS Budownictwo, autor: inż. Wiesław Nietrzebka. Wrzesień 2019 r.
- [17] Ekspertyza techniczna. IBS Budownictwo, autor: inż. Wiesław Nietrzebka. Grudzień 2019 r.
- [18] <https://geolog.pgi.gov.pl> (Atlas geologiczno-inżynierski PIG)
- [19] Informator kalendarz budowlany rok 1931/32 Biuro „WAR” Warszawa

2. OPIS TECHNICZNY

2.1. Informacje ogólne o obiekcie

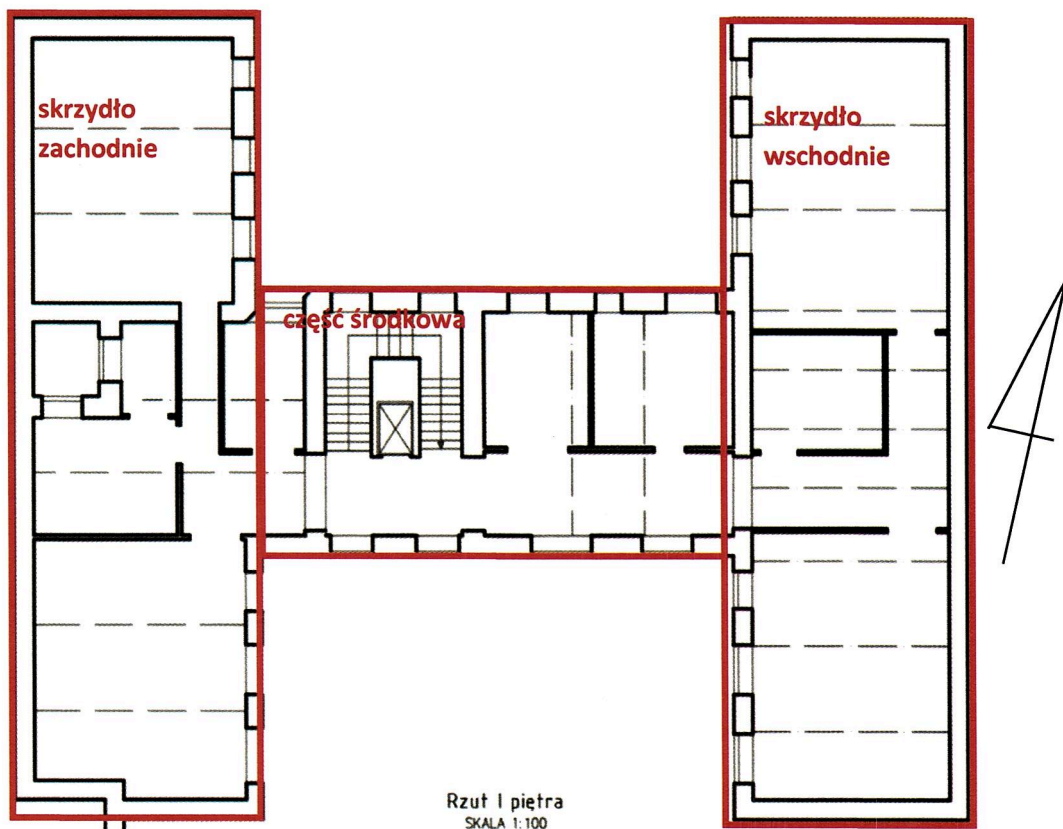
Przedmiotowy budynek, w którym mieści się siedziba Instytutu i Muzeum Zoologii Polskiej Akademii Nauk, znajduje się w Warszawie (dzielnica Śródmieście) przy ul. Wilczej 64 w rejonie skrzyżowania ul. Wilczej z ul. Emilii Plater, jego lokalizację wskazano na rys. nr 1. Budynek w planie ma kształt litery „H”. Korpus budynku ma 6 kondygnacji nadziemnych, a skrzydła po 5 kondygnacji, budynek jest w całości podpiwniczony. Wymiary korpusu (między skrzydłami) to $\sim 8,2 \times 14,3$ m, a skrzydeł $\sim 7,5 \times 24,5$ m. Wysokość korpusu to $\sim 26,2$ m n. p. t. (do okapu dachu), a wysokość skrzydeł to $\sim 21,7$ m (do okapu dachu). Typowa wysokość kondygnacji w świetle to 3,75 m. Budynek został wzniesiony ok. 1910 r. Budynek został częściowo zniszczony w wyniku działań wojennych podczas II wojny światowej. Po wojnie rozebrano parterową część frontową budynku oraz przylegające budynki sąsiednie, odtworzono natomiast oficynę wraz ze skrzydłami bocznymi. Widok budynku od strony ul. Wilczej pokazano na fot. nr 1. Komunikację pionową w budynku stanowi jedna klatka schodowa oraz jedna winda. Rzut I piętra pokazano na rys. nr 2.



Rys. nr 1. Lokalizacja budynku (źródło: <http://mapa.um.warszawa.pl>, <http://maps.google.com>)



Fot. nr 1. Widok budynku od strony ul. Wilczej



Rys. nr 2. Rzut I piętra z naniesionym nazewnictwem poszczególnych części budynku

2.2. Warunki gruntowo-wodne

Opis wykonano na podstawie [3], [12] i [19]. Na powierzchni występują grunty nasypowe o miąższości $0,4 \div 2,5$ m. Poniżej występują piaski drobne, średnie i średnie z grubymi o miąższości ok. 6 m. Poniżej występuje warstwa piasków pokrywowych (drobnych, pylastych i piaszczystych) o zróżnicowanej w obrębie działki głębokości zalegania (średnio ok 4,0 m p.p.t., dochodzącej do 21 m p.p.t.). Pod piaskami występują gliny morenowe w stanie twardoplastycznym zawierające soczewki piasków drobnych i pylastych. Wody gruntowe o swobodnym zwierciadle znajdującym się na poziomie ok. $4,0 \div 5,0$ m p.p.t.

2.3. Opis techniczny konstrukcji budynku

Poniższy opis wykonano na podstawie wcześniejszych ocen i ekspertyz [3]÷[17]. Budynek murowany o układzie ścianowym ze stropami belkowymi odcinkowymi i Kleina. Układ ścian nośnych jest podłużny, jednotraktowy. Posadowienie bezpośrednie na ceglanych ławach fundamentowych. Poziom posadowienia ok. 220 cm p.p.t.

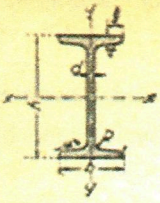
Fundamenty, ściany nośne i działowe murowane z cegły pełnej (stary typ o wymiarach $27 \times 13 \times 6$ (7) cm, klasę oceniono na 150 [4]) na zaprawie cementowo-wapiennej. Szerokość ław fundamentowych ok. 130 cm. Grubości ścian nośnych poszczególnych kondygnacji:

- piwnice, parter, I piętro i część II piętra (do połowy wysokości kondygnacji) – 27 i 69 cm,
- część II piętra, III i część IV piętra – 55 cm,
- część IV piętra, V piętro – 41 cm,
- poddasze – 27 cm.

W budynku występują dwa rodzaje ścian działowych: murowane z cegły dziurawki o grubościach (mierzonych z tynkiem) ca. 10 i 15 cm oraz szkieletowe drewniane z poszyciem g-k o grubości ca. 7 - 10 cm.

W budynku zastosowano stropy belkowe typu Kleina. W stropach międzykondygnacyjnych zastosowano płytę ciężką grubości 12-13 cm, a w stropie nad poddaszem półciężką (zeberkową). Belki dwuteowe I 180 ÷ I 300 (dwuteowniki normalne profile rosyjskie) rozmieszczono w rozstawie 130 do 310 cm. Strop V kondygnacji został zniszczony w wyniku działań wojennych i odbudowany z zachowaniem pierwotnego układu konstrukcyjnego (belki w stropie odbudowanym dwuteowniki normalne profile wg PN). Na rysunku nr 3 wskazano charakterystyki geometryczne dwuteowników normalnych profili rosyjskich, a na rysunku nr 4 profili wg PN.

DWUTEOWNIKI. NORMALNE PROFILE ROSYJSKIE. *Tablica XVII.*



Pochyłość wewnętrznych powierzchni pasów = 14%.

Promień zaokrąglenia krawędzi wklęsłych $R = d$.

Promień zaokrąglenia krawędzi pasów $r = 0.6 d$.

$b = 0.32 h + 25 \text{ mm}$.

$d = 0.03 h + 1.5 \text{ mm}$.

Grubość pasów t mierzona w odległości $1/4 b$ od krawędzi.

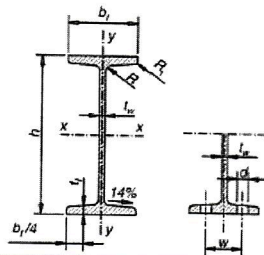
I Nr.	Wymiary				Przekrój F cm ²	Waga 1 m G kg	Momenty		Promień bezwładności i_x cm	Momenty		Promień bezwładności i_y cm	I Nr.
	Wysokość h mm	Szerokość b mm	Grubość				bez- władności I_x cm ⁴	wytrzy- małości W_x cm ³		bez- władności I_y cm ⁴	wytrzy- małości W_y cm ³		
			środnika d mm	pasów t mm									
8	80	50.6	3.9	5.5	8.16	6.40	86.3	21.6	3.25	9.71	3.84	1.09	8
10	100	57.0	4.5	6.3	11.03	8.66	180.4	36.1	4.04	16.1	5.65	1.21	10
12	120	63.4	5.1	7.1	14.34	11.25	334.4	55.7	4.83	25.2	7.95	1.32	12
14	140	69.8	5.7	7.9	18.08	14.19	569	81.3	5.61	37.7	10.8	1.44	14
16	160	76.2	6.3	8.8	22.26	17.47	909	113.6	6.39	54.3	14.26	1.56	16
18	180	82.6	6.9	9.6	26.87	21.09	1381	153.4	7.17	75.9	18.4	1.68	18
20	200	89.0	7.5	10.4	31.91	25.05	2014	201.4	7.94	103.4	23.24	1.80	20
22	220	95.4	8.1	11.3	37.38	29.34	2843	258.5	8.72	137.5	28.83	1.92	22
24	240	101.8	8.7	12.1	43.29	33.98	3903	325	9.50	180	35.36	2.04	24
26	260	108.2	9.3	13	49.63	38.96	5234	403	10.27	231	42.75	2.16	26
28	280	114.6	9.9	13.9	56.40	44.27	6878	491	11.04	293	51.1	2.28	28
30	300	121.0	10.5	14.7	63.61	49.93	8881	592	11.81	366	60.5	2.40	30

Rys. nr 3. Charakterystyki geometryczne dwuteowników normalnych profili rosyjskich

DWUTEOWNIKI ZWYKŁE I

wg PN-91/H-93407, DIN 1025-1:1995

Tolerancja kształtów i wymiarów
wg PN-EN 10024:1998



Wyróżnik oznaczenia I	Wymiary						Otwory		Pole przekroju A cm ²	Masa m kg/m	Obwód na 1 m długości U m ² /m	Momenty bezwładności		Wskaźniki wytrzymałości		Promienie bezwładności	
	h	b _f	t _w	t _f	R	R ₁	d	w				I _x	I _y	W _x	W _y	i _x	i _y
	mm											cm ⁴		cm ³		cm	
80	80	42	3,9	5,9	3,9	2,3	6	22	7,57	5,94	0,304	77,8	6,29	19,5	3,00	3,20	0,91
100	100	50	4,5	6,8	4,5	2,7	7	28	10,6	8,34	0,370	171	12,2	34,2	4,88	4,01	1,07
120	120	58	5,1	7,7	5,1	3,1	9	30	14,2	11,1	0,439	328	21,5	54,7	7,41	4,81	1,23
140	140	66	5,7	8,6	5,7	3,4	11	34	18,2	14,3	0,502	573	35,2	81,9	10,7	5,61	1,40
160	160	74	6,3	9,5	6,3	3,8	11	40	22,8	17,9	0,572	935	54,7	117	14,8	6,40	1,55
180	180	82	6,9	10,4	6,9	4,1	13	44	27,9	21,9	0,640	1450	81,3	161	19,8	7,20	1,71
200	200	90	7,5	11,3	7,5	4,5	13	48	33,4	26,2	0,709	2140	117	214	26,0	8,00	1,87
220	220	98	8,1	12,2	8,1	4,9	13	52	39,5	31,1	0,775	3060	162	278	33,1	8,80	2,02
240	240	106	8,7	13,1	8,7	5,2	17	56	46,1	36,2	0,844	4250	221	354	41,7	9,59	2,20
260	260	113	9,4	14,1	9,4	5,6	17	60	53,3	41,9	0,906	5740	288	442	51,0	10,4	2,32
300	300	125	10,8	16,2	10,8	6,5	21	64	69,0	54,2	1,030	9800	451	653	72,2	11,9	2,56

Rys. nr 4. Charakterystyki geometryczne dwuteowników normalnych profili wg PN

Warstwę wypełniającą w stropach odbudowanych stanowi gruz, a w stropach pierwotnych – torf. Pod biblioteką znajdującą się na parterze (skrzydło wschodnie budynku) zastosowano strop odcinkowy z belkami I 240 w rozstawie do 270 cm, płyta ciężka, strzałka łuku do 7 cm.

Schody stalowe trójbiegowe na belkach policzkowych. Poręcze stalowe, stopnie z blachy stalowej.

Więźba dachowa drewniana. Dach w części środkowej dwuspadowy płatwiowo-kleszczowy, a w skrzydłach jednospadowy ze spadkiem do podwórza budynku. Rozstaw krokwi to ok. 90 cm, słupy ram

stolcowych mają rozstaw ok. 2,50-2,70 m w skrzydłach i ok. 3,50 m w części środkowej. Po obrysie budynku wykonano ściankę kolankową.

W pomieszczeniu biblioteki na parterze w celu z uzyskania większej powierzchni składowania wykonano antresolę na belkach stalowych I 260 (profile rosyjskie) opartych na podłużnych ścianach nośnych.

2.4. Opis techniczny wzmocnień budynku

Budynek był wielokrotnie wzmacniany, po rozbiórkach sąsiednich budynków wprowadzono liczne elementy zwiększające sztywność przestrzenną ustroju nośnego.

- W 1957 r. na elewacji wschodniej stwierdzono występowanie „wybrzuszeń” ścian między stropami oraz odstępstwa od rozwiązań zaproponowanych w projekcie z 1954 r. Zalecono wykonanie dodatkowych i uzupełniających kotew. Kotwy te posiadają blachy oporowe o grubości 10 mm i szerokości 500 mm wzmocnione żebrami wzdłuż przekątnych. Wykonane są z pręta $\Phi 30$ przyspawanego do górnej półki belki stropowe na długości 20 cm.
- W opracowaniu [4] z 1976 r. opisany jest zaprojektowany w 1954 r. system ściąгов wzmacniający ścianę wschodnią. Ściana wschodnia pierwotnie była częścią rozebranego budynku i nie miała powiązana ze ścianami podłużnymi. Ściągi wykonano w poziomie stropów na pierwszym i drugim piętrze oraz jeden nad stropem 3. piętra. (por. Fot. nr 2).



Fot. nr 2. Widok wzmocnień ścian wschodniej

- Według [6] w 1978 r. powstało zagrożenie części zachodniej budynku w rejonie południowej ściany szczytowej, wywołane rozbiórką budynku przy ul. Wilczej 66. który miał wspólną ścianę z przedmiotowym budynkiem. Rozbiórka spowodowała zagrożenie stateczności zachodniej ściany, więc zaprojektowano wzmocnienia w poziomie III, IV i V piętra w postaci kotew $\Phi 30$ i belek stalowych C160. Konieczność wykonania tych wzmocnień potwierdziła ekspertyza z 1982 r. [7]. Wzmocnienia zostały wykonane prawdopodobnie po 1986 r. [8] (por. Fot. nr 3).



Fot. nr 3. Widok wzmocnień południowej ściany skrzydła zachodniego

Zgodnie z zaleceniami z ekspertyzy z 1982 r. [7] wzmocniono południową ścianę skrzydła wschodniego

3. BADANIA, ODKRYWKI ORAZ INWENTARYZACJA WYSTĘPUJĄCYCH NIEPRAWIDŁOWOŚCI W BUDYNKU

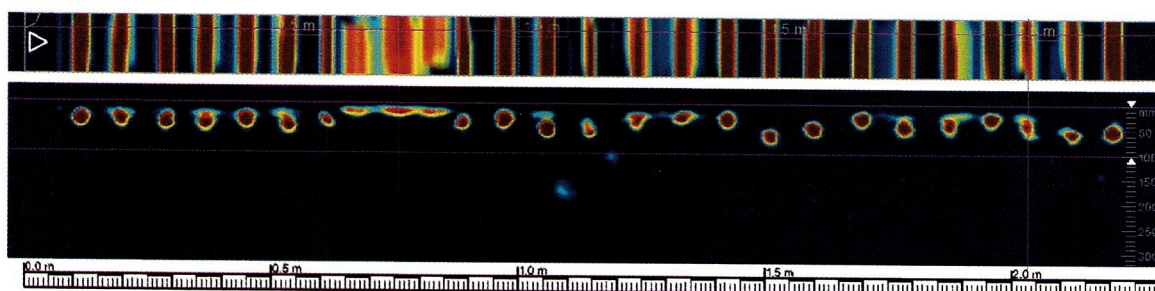
W dniach 3-go, 19-go czerwca oraz 1, 14 i 15-go lipca przeprowadzono wizje lokalne na terenie (od zewnątrz) i w budynku (od wewnątrz w udostępnionych pomieszczeniach). Podczas wizji lokalnych wykonano: badania wizualne, pomiary, skany stropów, odkrywki elementów konstrukcyjnych, inwentaryzację występujących nieprawidłowości oraz ich dokumentację fotograficzną.

Odkrywki oraz pomiary kontrolne, badania in-situ głównych elementów konstrukcji stropów w budynku wykonano w celu weryfikacji zgodności z dokumentacją techniczną obiektu. W pkt. 3.1 przedstawiono badania wizualne skany elementów konstrukcji stropów. W pkt. 3.2 zamieszczono opis i dokumentację fotograficzną przykładowych odkrywek wraz z pomiarami kontrolnymi ich geometrii. Inwentaryzacje występujących nieprawidłowości opisano wraz z przykładami fotografii w pkt. 3.3.

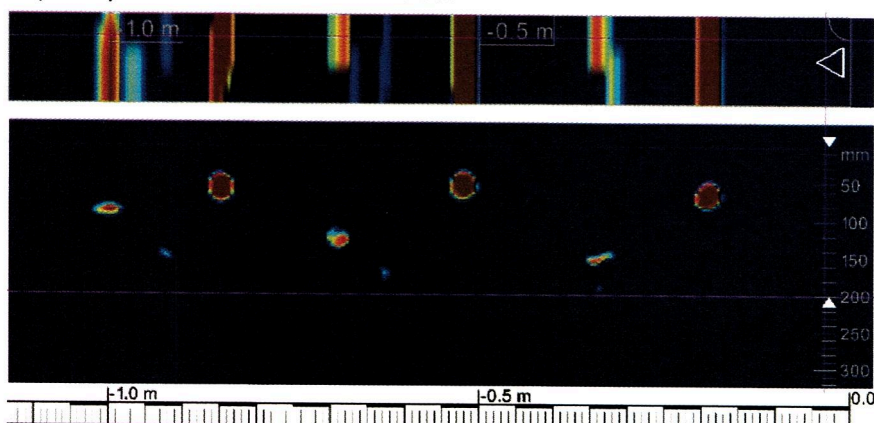
Inwentaryzację elementów konstrukcji stropów, a także lokalizację i opis zaobserwowanych nieprawidłowości w obiekcie wskazano na rysunkach rzutów kondygnacji budynku w załączniku nr 1.

3.1. Badania wizualne głównej konstrukcji nośnej, skany elementów konstrukcyjnych

Badania identyfikacyjne stropów (rozstaw belek stropowych oraz bednarek w płytach stropu stalowo-ceramicznych) wykonano metodą bezinwazyjną z wykorzystaniem skanera typu PS 1000 X-Scan. Skany wykazały, rozstawy belek stropów oraz bednarek które zamieszczono na rysunkach poszczególnych kondygnacji budynku w załączniku nr 1.. Przykładowe skany rozstawu bednarek płyt oraz belek o przekroju dwuteowym w stropach pokazano na rys. 5 ÷ 6 (kolor czerwony/brązowy oznacza lokalizację elementów stalowych).



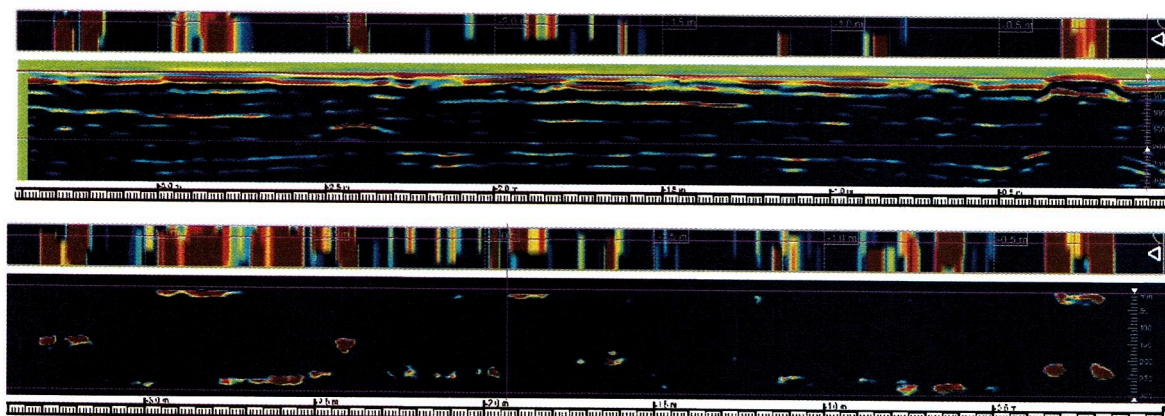
a) Strop w piwnicy średni rozstaw bednarek co 8cm



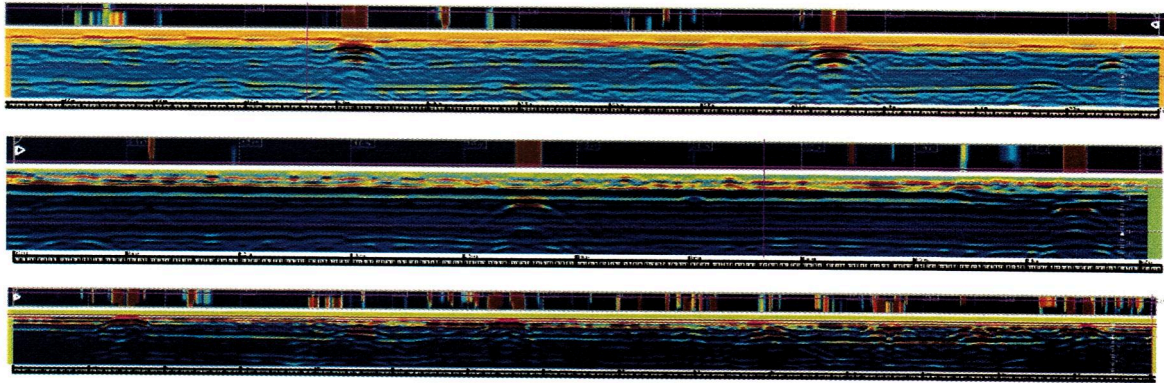
b) Strop nad 5-ym piętrem, średni rozstaw bednarek 33cm

Rys. nr 5. Przykłady skanów rozstawu bednarek stalowych w płytach stropów stalowo-ceramicznych:

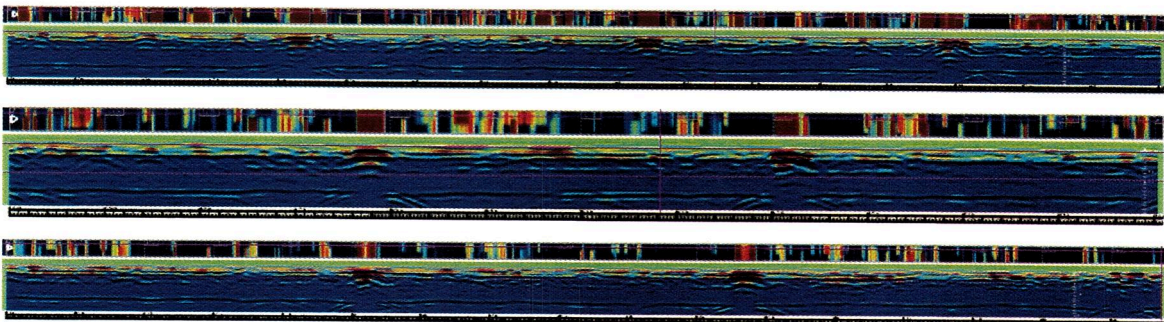
a) w płytach stropu odcinkowego, b) w płytach stropu Kleina



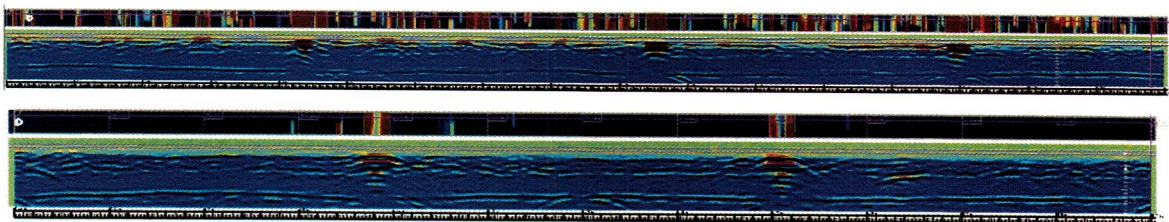
a) W stropie piwnicy



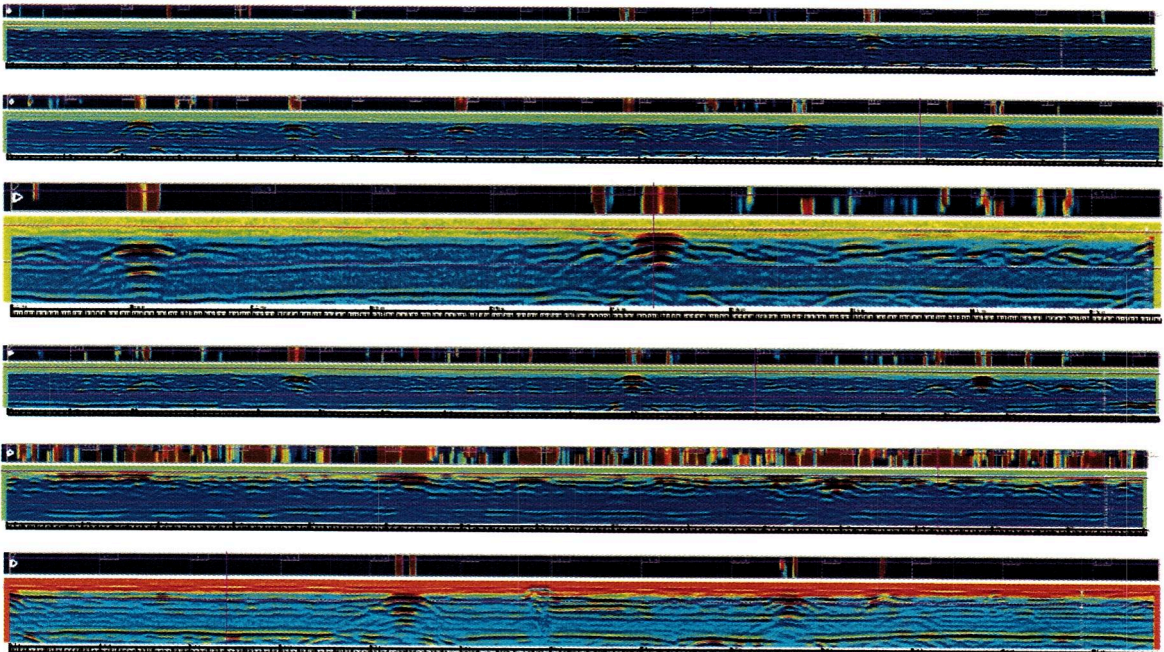
b) W stropie parteru pomieszczenia nr 5, 2, 9

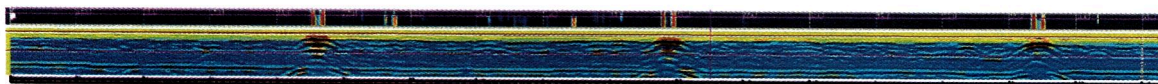


c) W stropie 2-go piętra pomieszczenia nr 203, korytarz, 204

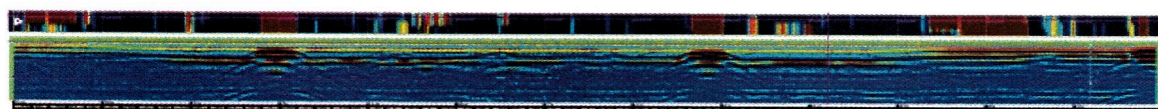
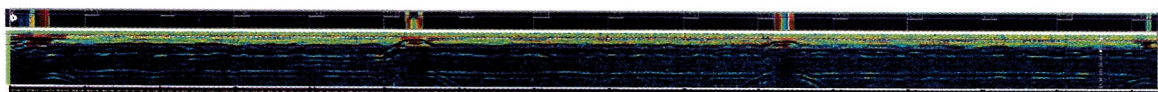
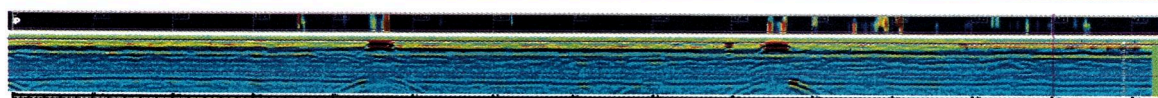
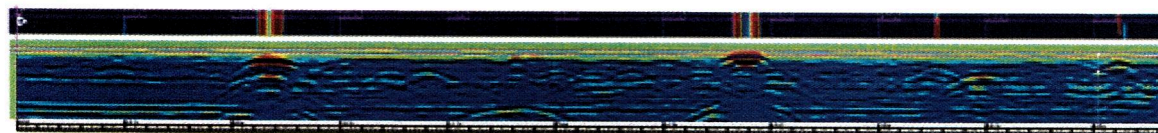
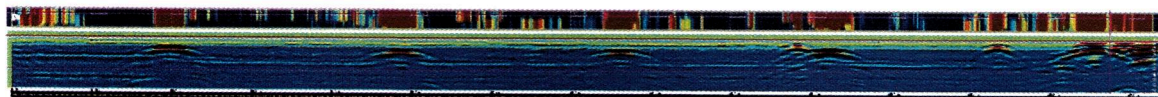
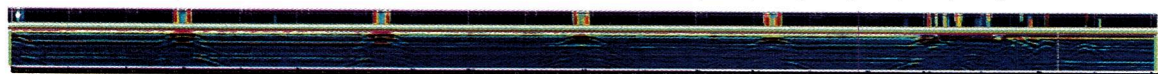


d) W stropie 3-go piętra pomieszczenia nr 306, korytarz,





e) W stropie 4-go piętra pomieszczenia nr 400/401, 403, korytarz, 405, 410/409, korytarz, 406



f) W stropie 5-go piętra pomieszczenia nr 500A, 500B, 501A, 501B, 501, 500C, 500D, 500E

Rys. nr 6. Przykłady skanów rozstawu belek stalowych w płytach stropów stalowo-ceramicznych :

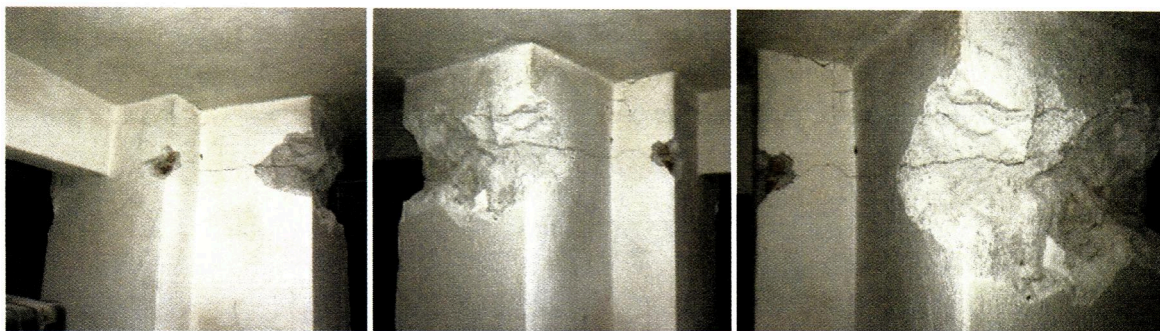
a) w stropie piwnicy; b) stropie parteru pomieszczenia nr 5, 2, 9; c) w stropie 2-go piętra pomieszczenia nr 203, korytarz, 204; d) w stropie 3-go piętra pomieszczenia nr 306, korytarz; e) W stropie 4-go piętra pomieszczenia nr 400/401, 403, korytarz, 405, 410/409, korytarz, 406; f) W stropie 5-go piętra pomieszczenia nr 500A, 500B, 501A, 501B, 501, 500C, 500D, 500E.

3.2. Opis wykonanych odkrywek

Lokalizacja poszczególnych odkrywek została oznaczona w dokumentacji rysunkowej w załączniku nr 1.

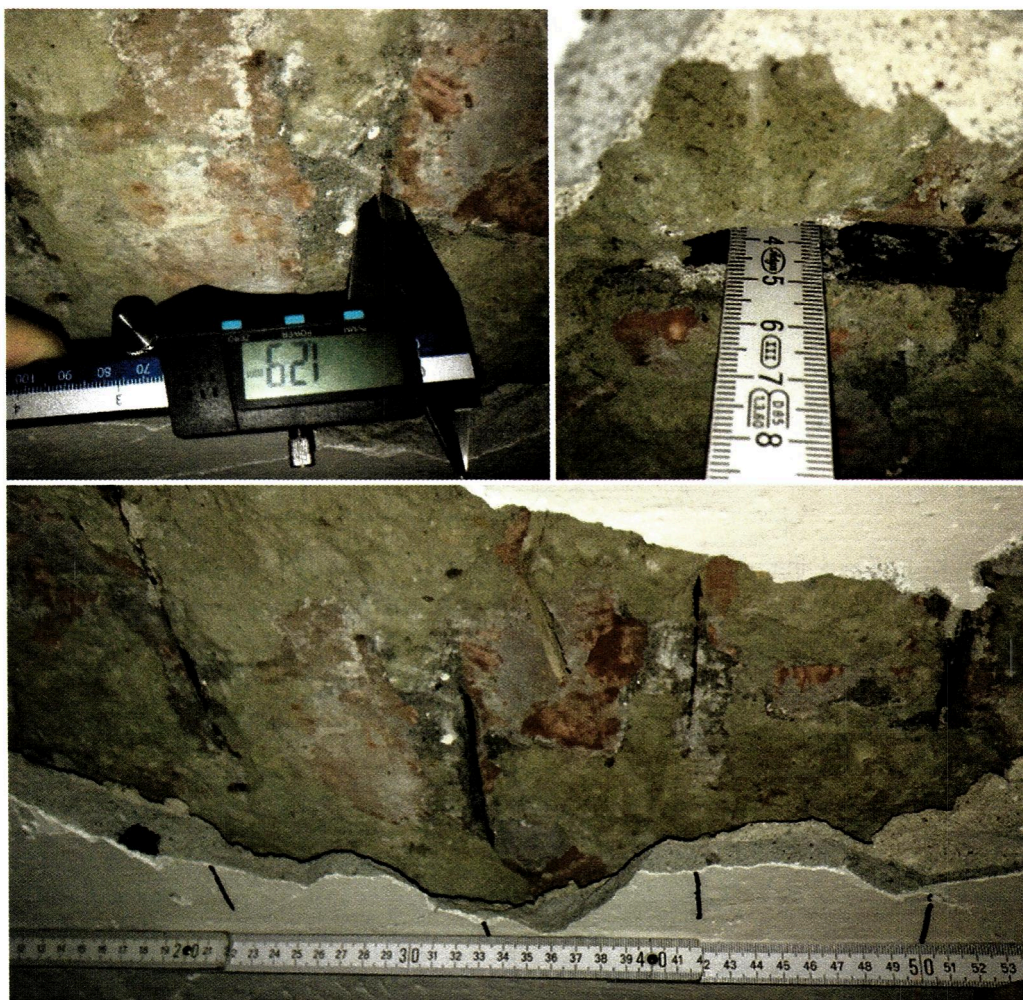
Piwnica

Odkrywka nr 1 – Murowany słup nośny. Wykonano odkrywkę w miejscu występowania poprzecznego zarysowania o największej rozwartości. Stwierdzono, że słup pokryty jest grubą warstwą tynku ($6\div 8$ cm), a jego przekrój jest niejednorodny: składa się z części murowanej z cegły pełnej oraz innego materiału o strukturze przypominającej beton komórkowy. Widok odkrywki pokazano na fot nr 4.



Fot. nr 4. Odkrywka nr 1 – słup nośny piwnicy

Odkrywka nr 2 – płyta ceglana stropu odcinkowego nad piwnicą. Potwierdzono ustalenia wcześniejszych ekspertyz. Płyta ceglana ciężka, zbrojenie bednarką w każdej spoinie. Wymiary bednarki $\sim 50 \text{ mm} \times 1,2 \text{ mm}$. Strzałka łuku (odcinek stanowiący różnicę promienia koła prostopadłego do cięciwy ograniczającej odcinek koła oraz wysokości trójkąta wyznaczonego przez ramiona kąta środkowego i tę cięciwę) ok. 5 cm. Pomiar grubości i wysokości bednarki pokazano na fot. nr 5.



Fot. nr 5. Odkrywka nr 2 – pomiar grubości bednarki

Odkrywka nr 3 – dolna półka belki rozdzielczej. Pomiary potwierdziły, że zastosowano belki o profilu I 180 (szerokość półki 83mm profile rosyjskie). Stwierdzono występowania korozji powierzchniowej. Pomiar półki pokazano na fot. nr 6.



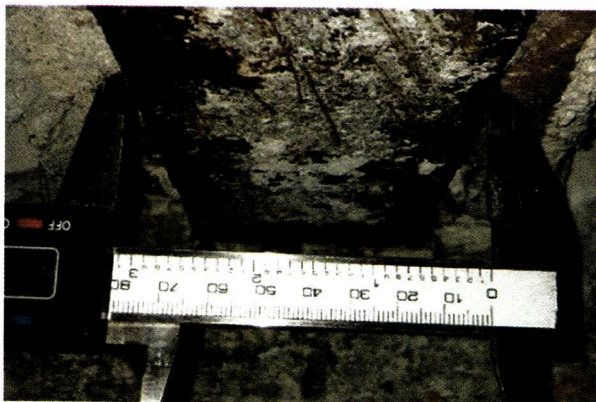
Fot. nr 6. Odkrywka nr 3 – pomiar szerokości półki

Odkrywka nr 4 – dolna półka belki głównej. W wyniku pomiaru szerokości dolnej półki stwierdzono, że nad stropem piwnicy zastosowano belki I 240 (szerokość półki 102mm profile rosyjskie). Stwierdzono występowania korozji powierzchniowej. Pomiar półki pokazano na fot. nr 70.



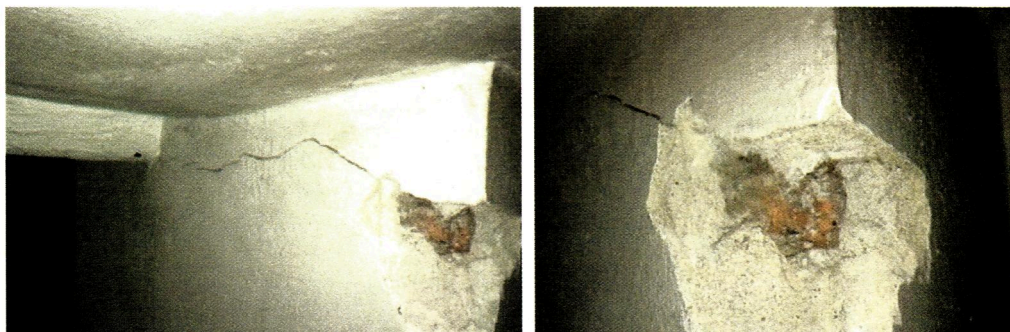
Fot. nr 7. Odkrywka nr 4 – pomiar szerokości półki

Odkrywka nr 5 – dolna półka belki rozdzielczej. Pomiary potwierdziły, że zastosowano belkę o profilu I 180 (szerokość półki 83mm profile rosyjskie). Stwierdzono występowania korozji powierzchniowej. Pomiar półki pokazano na fot. nr 8.



Fot. nr 8. Odkrywka nr 5 – pomiar szerokości półki

Odkrywka nr 6 – Murowany słup nośny. Wykonano odkrywkę w miejscu występowania poprzecznego zarysowania o znacznej rozwartości. Stwierdzono, że słup pokryty jest grubą warstwą tynku (3÷5 cm), a zarysowanie występuje w tej warstwie. Widok odkrywki pokazano na fot. nr 9.



Fot. nr 9. Odkrywka nr 6 – słup nośny piwnicy

Odkrywka nr 7 – dolna półka belki głównej oraz płyta ceglana stropu Kleina nad piwnicą w skrzydle zachodnim. W wyniku pomiaru szerokości dolnej półki stwierdzono, że nad stropem piwnicy zastosowano belki I 260 (szerokość półki 108mm profile rosyjskie). Płyta ceglana ciężka, zbrojenie bednarką w każdej spoinie. Wymiary bednarki ~30 mm x 1,0 mm. Pomiar półki i grubości bednarki pokazano na fot. nr 100.



Fot. nr 10. Odkrywka nr 7 – Pomiar szerokości półki oraz grubości bednarki

Odkrywka nr 8 – dolna półka belki głównej stropu Kleina nad piwnicą w skrzydle zachodnim. W wyniku pomiaru szerokości dolnej półki stwierdzono, że nad stropem piwnicy zastosowano belki I 260 (szerokość półki 108mm profile rosyjskie). Pomiar półki pokazano na fot. nr 110.



Fot. nr 11. Odkrywka nr 8 – Pomiar szerokości półki

Odkrywka nr 9 i 10 – dolna półka belki głównej stropu Kleina nad piwnicą w części środkowej budynku. W wyniku pomiaru szerokości dolnej półki stwierdzono, że nad stropem piwnicy zastosowano belki I 200 (szerokość półki 89mm profile rosyjskie). Pomiar półki pokazano na fot. nr 120.



Fot. nr 12. Odkrywka nr 9 i 10 – Pomiar szerokości półki

Parter

Odkrywka nr 11 – Oparcie belek stalowych) antresoli biblioteki (ca. 30cm) na ścianie nośnej. Belki opierają się na betonowej poduszce betonowej, blisko krawędzi wnętrza okiennej. Widok odkrywki pokazano na fot. nr 13.



Fot. nr 13. Odkrywka nr 11 – oparcie belki antresoli na ścianie nośnej

Odkrywka nr 12 – Odkrywka warstw podłogowych w bibliotece. Stwierdzono, że na stropie odcinkowym znajduje się warstwa wyrównująca z gruzu, a na niej została wykonana wylewka grubości ok 3 cm, na której znajduje się warstwa wykończeniowa grubości ok 6÷8 mm. Widok odkrywki pokazano na fot. nr 14.



Odkrywka nr 14 – odkrywka warstw podłogowych w bibliotece

Odkrywka nr 13 – dolna półka belki głównej stropu Kleina nad parterem w części zachodniej budynku (pomieszczenie nr 5). W wyniku pomiaru szerokości dolnej półki stwierdzono, że nad stropem parteru zastosowano belki I 260 (szerokość półki 108mm profile rosyjskie). Pomiar półki pokazano na fot. nr 150.



Fot. nr 15. Odkrywka nr 13 – Pomiar szerokości półki

Odkrywka nr 14 – dolna półka belki głównej stropu Kleina nad parterem w części środkowej budynku (pomieszczenie nr 2). W wyniku pomiaru szerokości dolnej półki stwierdzono, że nad stropem parteru zastosowano belki I 260 (szerokość półki 108mm profile rosyjskie). Widoczne zarysowanie ściany pod belką. Pomiar półki pokazano na fot. nr 160.

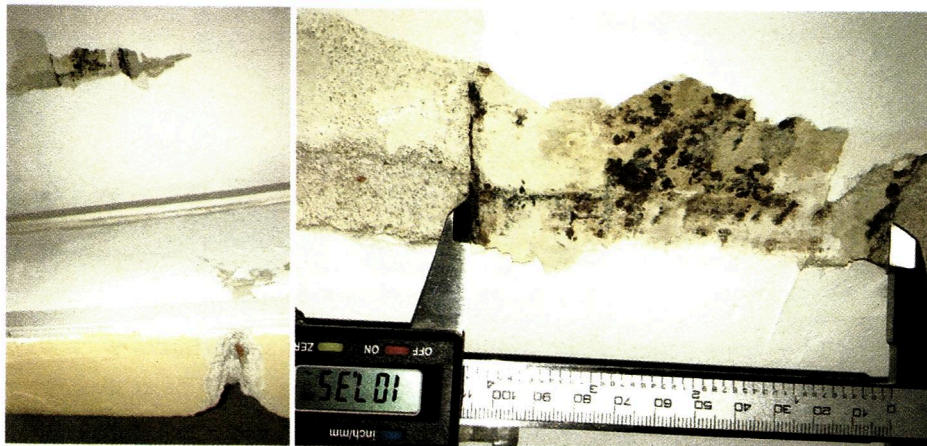


Fot. nr 16. Odkrywka nr 14 – Pomiar szerokości półki

I Piętro

Odkrywka nr 15 – dolna półka belki głównej stropu Kleina nad I piętrem w części zachodniej budynku (pomieszczenie nr 111). W wyniku pomiaru szerokości dolnej półki stwierdzono, że nad stropem I Piętra zastosowano belki I 260 (szerokość półki 108mm profile rosyjskie). Dodatkowo

wykonano odkrywkę w nadprożu drzwiowym - stwierdzono brak belki stalowej Pomiar półki pokazano na fot. nr 170.



Fot. nr 17. Odkrywka nr 15 – Pomiar szerokości półki

II Piętro

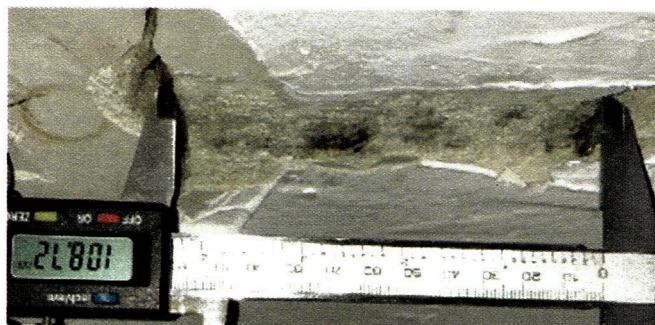
Odkrywka nr 16 i 17 – dolna półka belki głównej stropu Kleina nad II piętrem w części wschodniej budynku (pomieszczenie nr 202/203). W wyniku pomiaru szerokości dolnej półki stwierdzono, że nad stropem II Piętra zastosowano belki I 260 (szerokość półki 108mm profile rosyjskie). Pomiar półki pokazano na fot. nr 180.



Fot. nr 18. Odkrywka nr 16 i 17 – Pomiar szerokości półki

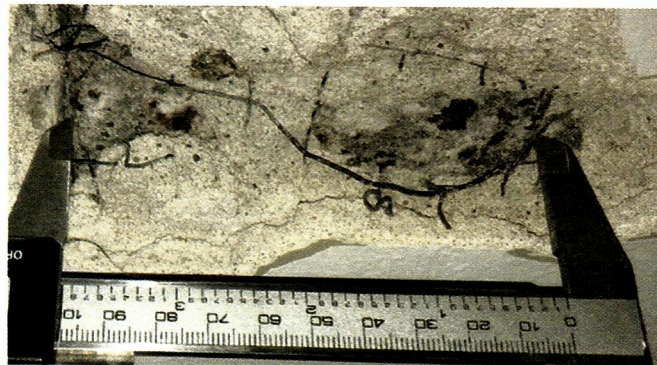
III Piętro

Odkrywka nr 18 – dolna półka belki głównej stropu Kleina nad III piętrem w części zachodniej budynku (pomieszczenie nr 314). W wyniku pomiaru szerokości dolnej półki stwierdzono, że nad stropem III Piętra zastosowano belki I 260 (szerokość półki 108mm profile rosyjskie). Pomiar półki pokazano na fot. nr 190.



Fot. nr 25. Odkrywka nr 19 – Pomiar szerokości półki

Odkrywka nr 19 – dolna półka belki głównej stropu Kleina nad III piętrem w części wschodniej budynku (pomieszczenie nr 302/303b). W wyniku pomiaru szerokości dolnej półki stwierdzono, że nad stropem III Piętra zastosowano belki I 240 (szerokość półki 100mm profile rosyjskie). Pomiar półki pokazano na fot. nr 200.



Fot. nr 20. Odkrywka nr 19 – Pomiar szerokości półki

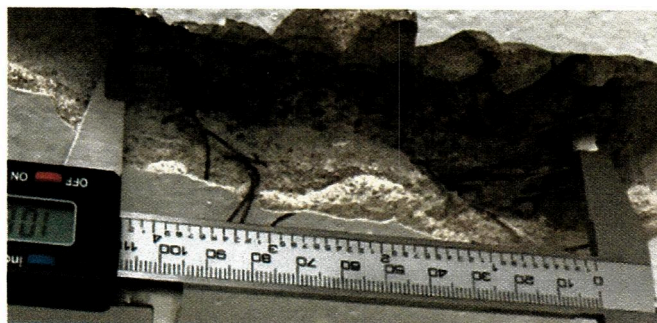
IV Piętro

Odkrywka nr 20 – dolna półka belki głównej stropu Kleina nad VI piętrem w części zachodniej budynku (pomieszczenie nr 409). W wyniku pomiaru szerokości dolnej półki stwierdzono, że nad stropem IV Piętra zastosowano belki I 240 (szerokość półki 102mm profile rosyjskie). Pomiar półki pokazano na fot. nr 210.



Fot. nr 21. Odkrywka nr 20 – Pomiar szerokości półki

Odkrywka nr 21 – dolna półka belki głównej stropu Kleina nad VI piętrem w części zachodniej budynku (pomieszczenie nr 409/410). W wyniku pomiaru szerokości dolnej półki stwierdzono, że nad stropem IV Piętra zastosowano belki I 260 (szerokość półki 108mm profile rosyjskie). Pomiar półki pokazano na fot. nr 220.



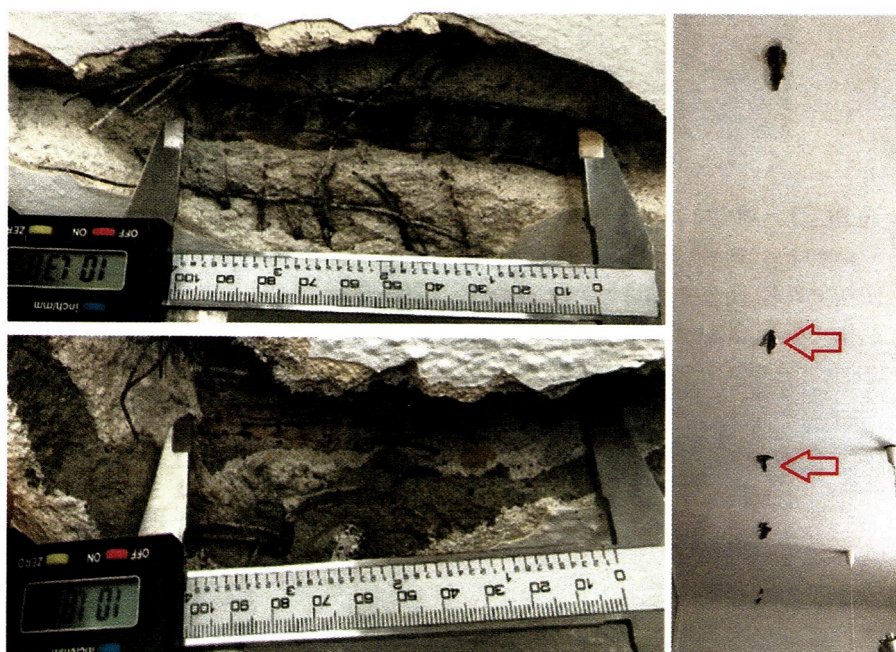
Fot. nr 22. Odkrywka nr 21 – Pomiar szerokości półki

Odkrywka nr 22 i 23 – dolna półka belki głównej stropu Kleina nad VI piętrem w części zachodniej budynku (2-ie belki w części stropu przy podporach pomieszczenie nr 406). W wyniku pomiaru szerokości dolnej półki stwierdzono, że nad stropem IV Piętra zastosowano belki I 260 (szerokość półki 107mm profile rosyjskie). Pomiar półki pokazano na fot. nr 230.



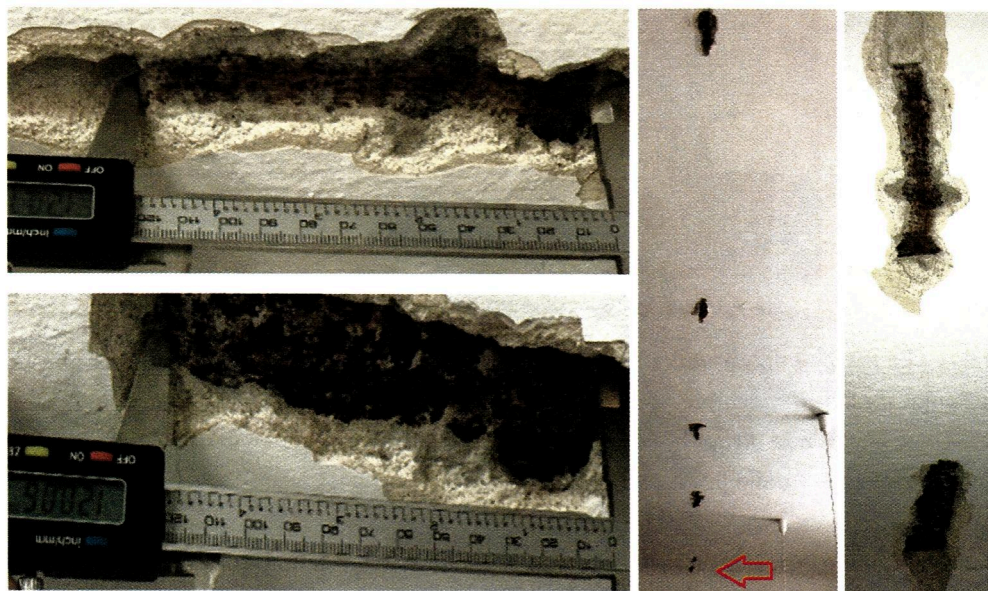
Fot. nr 23. Odkrywka nr 22 i 23 – Pomiar szerokości półki

Odkrywka nr 24 i 25 – dolna półka belki głównej stropu Kleina nad VI piętrem w części zachodniej budynku (2-ie belki w środkowej części stropu pomieszczenia nr 406). W wyniku pomiaru szerokości dolnej półki stwierdzono, że nad stropem IV Piętra zastosowano belki I 240 (szerokość półki 102mm profile rosyjskie). Pomiar półki pokazano na fot. nr 240.



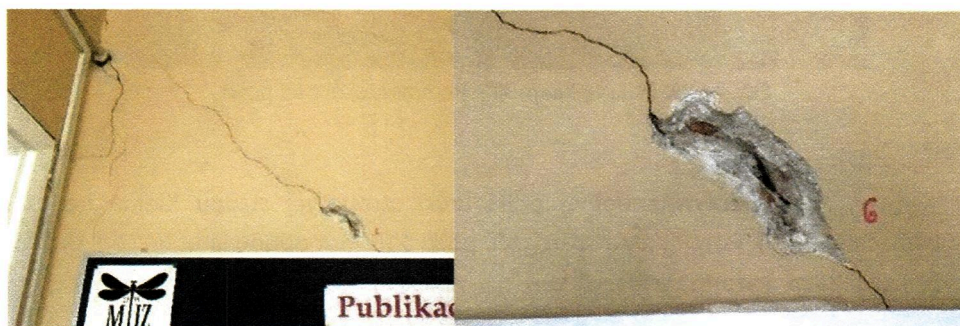
Fot. nr 24. Odkrywka nr 24 i 25 – Pomiar szerokości półki

Odkrywka nr 26 – dolna półka belki głównej stropu Kleina nad VI piętrem w części zachodniej budynku (2-ie belki przy ścianie pomieszczenie nr 406). W wyniku pomiaru szerokości dolnej półki stwierdzono, że nad stropem IV Piętra zastosowano belki I 300 (szerokość półki 121mm profile rosyjskie). Pomiar półki pokazano na fot. nr 250.



Fot. nr 25. Odkrywka nr 24 i 25 – Pomiar szerokości półki

Odkrywka nr 27 – Odkrywka w rysie ściany działowej na IV piętrze w części wschodniej budynku. Widok odkrywki pokazano na fot. nr 26.



Fot. nr 26. Odkrywka nr 20 – zarysowanie ściany działowej na IV piętrze

Odkrywka nr 28 – dolna półka belki głównej stropu Kleina nad VI piętrem w części wschodniej budynku (przy ścianie pomieszczenie nr 402). W wyniku pomiaru szerokości dolnej półki stwierdzono, że nad stropem IV Piętra zastosowano belki I 260 (szerokość półki 108mm profile rosyjskie). Pomiar półki pokazano na fot. nr 270.



Fot. nr 27. Odkrywka nr 28 – Pomiar szerokości półki

Odkrywka nr 29 – dolna półka belki głównej stropu Kleina nad VI piętrem w części wschodniej budynku (belki w części środkowej stropu pomieszczenie nr 405). W wyniku pomiaru szerokości dolnej półki stwierdzono, że nad stropem IV Piętra zastosowano belki I 280 (szerokość półki 115mm profile rosyjskie). Pomiar półki pokazano na fot. nr 280.



Fot. nr 28. Odkrywka nr 29 – Pomiar szerokości półki

Odkrywka nr 30 – dolna półka belki głównej stropu Kleina nad VI piętrem w części wschodniej budynku (belka przy ścianie pomieszczenie nr 405). W wyniku pomiaru szerokości dolnej półki stwierdzono, że nad stropem IV Piętra zastosowano belki I 300 (szerokość półki 121mm profile rosyjskie). Pomiar półki pokazano na fot. nr 290.



Fot. nr 29. Odkrywka nr 30 – Pomiar szerokości półki

V Piętro

Odkrywka nr 31 – Odkrywka dolnej półki belki stropowej stropu Kleina nad V piętrem (pomieszczenie 500d). Pomierzona szerokość półki 119 mm odpowiada belce I 280 (profile wg PN). Pomiar półki pokazano na fot. nr 30.



Fot. nr 30. Odkrywka nr 31 – Pomiar szerokości półki

Odkrywka nr 32 – Odkrywki zarysowań ścian 5 piętra. Stwierdzono zarysowanie muru. Widok odkrywki pokazano na fot. nr 31.



Fot. nr 31. Odkrywka nr 32 – odkrywki ściany murowanej V piętra

Odkrywka nr 33 – Oparcie płyty ceglanej na belce stropowej. Widok odkrywki pokazano na fot. nr 32.



Fot. nr 32. Odkrywka nr 33 – odkrywka płyty ceglanej stropu na belce

Poddasze (nad V piętrem)

Odkrywka nr 34 – Widok płyta Kleina półciężka na poddaszu nad V piętrem, widok górnej półki belki stropowej stropu Kleina nad V piętrem (nad pomieszczeniem 500a i 500b). Pomierzona szerokość półki 113 mm odpowiada belce I 260 (profile wg PN). Pomiar półki oraz płytę półciężką Kleina pokazano na fot. nr 33.



Fot. nr 33. Odkrywka nr 34 – Płyty ceglana półciężka stropu Kleina, Pomiar szerokości półki

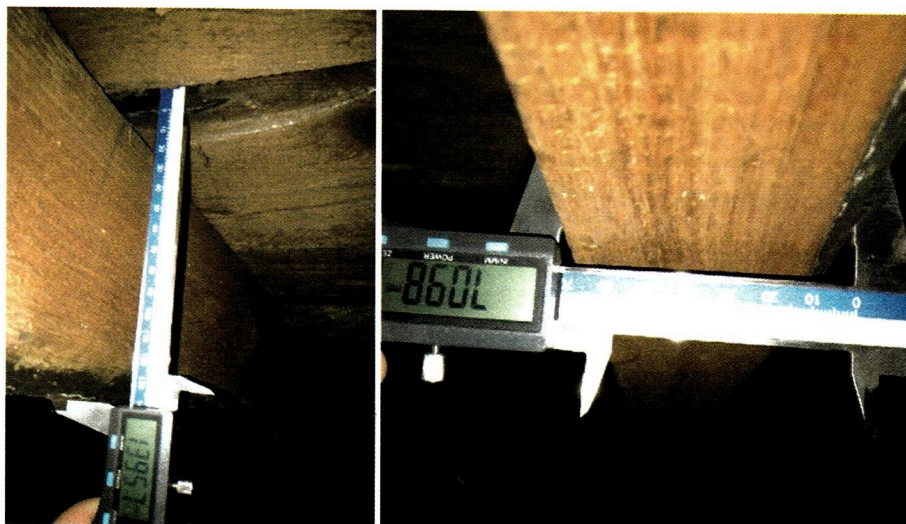
Odkrywka nr 35 – Widok górnej półki belki stropowej stropu Kleina nad V piętrem (nad pomieszczeniem 500a i 500b). Pomierzona szerokość półki 119 mm odpowiada belce I 280 (profile wg PN). Pomiar półki belek stropu Kleina pokazano na fot. nr 34.



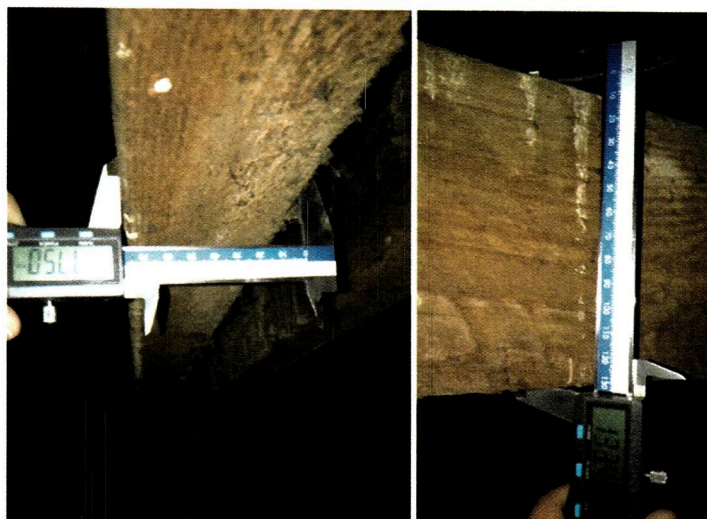
Fot. nr 34. Odkrywka nr 35 – Pomiar szerokości półki

Odkrywka nr 36 – Pomiar elementów więźby dachowej na poddaszu. Pomiary elementów pokazano na fot. nr 35.





Krokwie



Kleszcze



Stupy

Fot. nr 35. Odkrywka nr 36 –Pomiar geometrii przekroi elementów więźby dachowej

3.3. Inwentaryzacja występujących nieprawidłowości na podstawie wizji lokalnych

W dniach 3-go, 19-go czerwca oraz 1,14 i 15-go lipca przeprowadzono wizje lokalne na terenie (od zewnątrz) i w budynku (od wewnątrz w udostępnionych pomieszczeniach). Podczas wizji lokalnych wykonano m.in. inwentaryzację występujących nieprawidłowości oraz ich dokumentację fotograficzną. Inwentaryzację zaobserwowanych nieprawidłowości w obiekcie wskazano na rysunkach rzutów kondygnacji budynku w załączniku nr 1.

W podziemiach budynku na ścianach zaobserwowano zawilgocenia ścian i przecieki wód opadowych spowodowane niewystarczającą izolacją przeciwwodną. Przykład zawilgoczeń wskazano na fot. nr 36.



Fot. nr 36. Przykład zawilgoczeń ścian podziemia budynku

Ślady po przeciekach na stropach stwierdzono również w pomieszczeniach wewnątrz budynku. Przykłady śladów po przeciekach na stropach w budynku wskazano na fot. nr. 37.



Fot. nr 37. Przykład śladów po przeciekach na stropach wewnątrz budynku

W ścianach nośnych oficyny środkowej stwierdzono zarysowania występujące w południowej ścianie na V piętrze w pomieszczeniu nr 500b/d przy ścianie wschodniej, rysa skośna w dół od sufitu do nadproża otworu drzwiowego prowadzącego na poddasze oficyny południowo-wschodniej. Rysy występują na styku ścian przybudówki wejścia głównego z południową ścianą zewnętrzną oficyny środkowej. Zarysowanie na V piętrze w pomieszczeniu nr 500b/d.

W zewnętrznej ścianie południowej, bocznej oficyny południowo-zachodniej w narożniku stwierdzono rysy pionowe w pomieszczeniach nr 5, 111, 206, 307 i 406 ok. 4,0m od zewnętrznej ściany wschodniej. Na styku ściany południowej z zachodnią ścianą szczytową jest rysa pionowa na całej wysokości oficyny w pomieszczeniach jak i od zewnątrz.

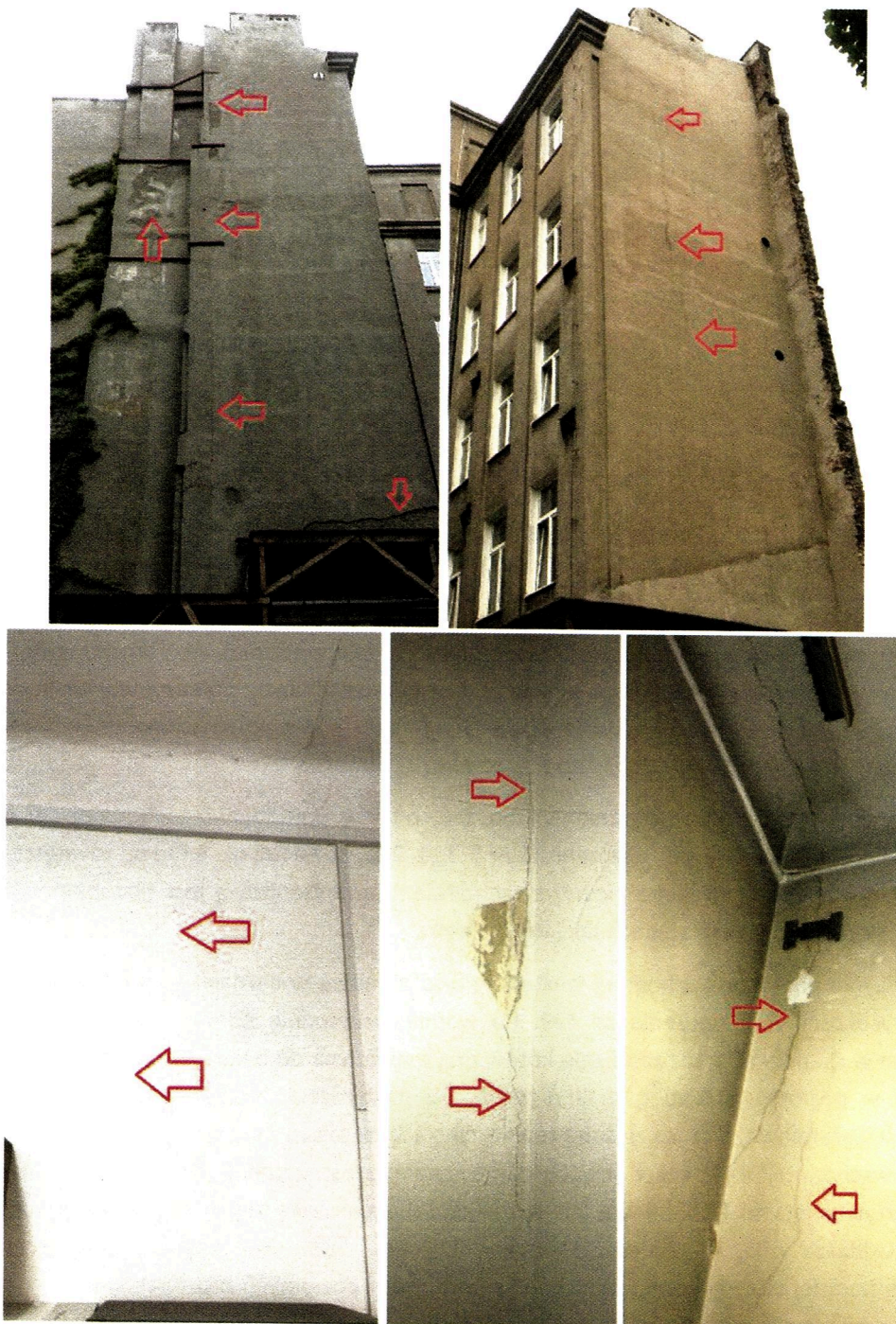
W oficynie północno-zachodniej występuje rysa pionowa w narożniku południowo-zachodnim na całej wysokości pomieszczenia nr 409. Po wojnie, wschodnią ścianę zewnętrzną dwukrotnie wzmacniano w roku 1954 przez założenie kotew przyspawanych do belek stalowych na I i II piętrze oraz jedna w poziomie stropu nad III piętre. Po stwierdzeniu wybrzuszenia ściany, w 1957r. wykonano ściągi stalowe, łączące ze sobą zewnętrzne ściany oficyn bocznych południowo-wschodniej i północno-wschodniej. Na końcach ściągnięć zamocowano prostokątne blachy oporowe z przekątnymi żebrami usztywniającymi. Południowa ściana została zabezpieczona za pomocą kotew połączonych ze stropem poddasza oficyny południowo-zachodniej. Po 1982r. wzmocniono zewnętrzną ścianę południową bocznej oficyny wschodniej przez założenie, w poziomych bruzdach w murze, stalowych prętów rozstawionych co ok. 1,0m z zewnętrznej strony ściany. Ścianę wzmocniono na wysokości od

połowy wysokości ściany II piętra do poziomu stropu poddasza, prętami średnicy 12mm i długości ok. 2,0m.

We wschodniej ścianie zewnętrznej budynku stwierdzono pionowe pęknięcia tynku w miejscach oparcia stalowych belek stropu występujące na różnych kondygnacjach i zanikające na długości.

W ościeżu okna, położonego przy zachodniej ścianie klatki schodowej prowadzącej z parteru na I piętro, jest odspojenie tynku od muru.

Przykłady zarysowań ścian nośnych wskazano na fot. nr 38.

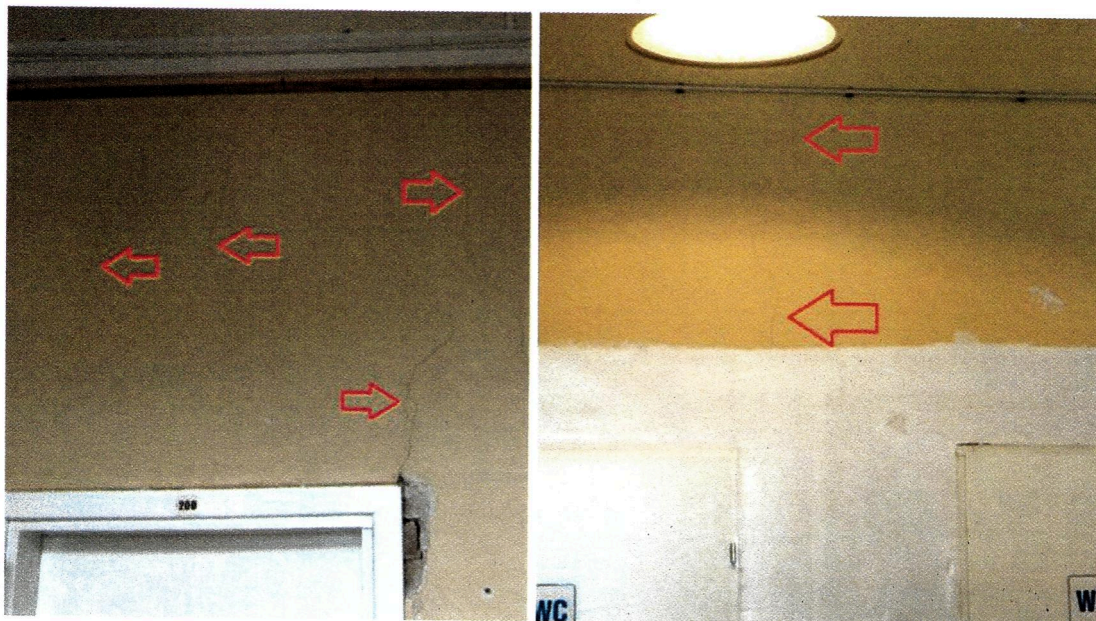




Fot. nr 38. Przykład zarysowań ścian nośnych budynku

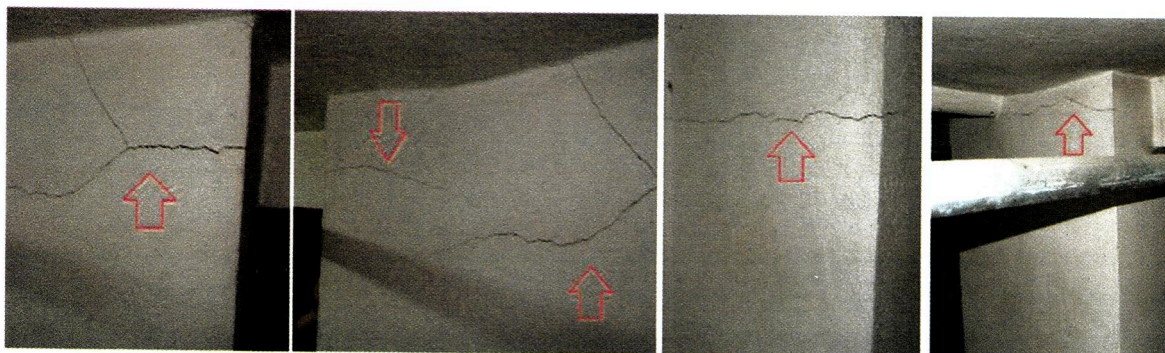
Podczas wizji lokalnych stwierdzono liczne zarysowania ścianek działowych. Zarysowania ścianek działowych: z otworem drzwiowym prowadzącym do pom. nr 102 przy suficie; przy suficie w pom. 116; między pom. Nr 302 i 303; od strony klatki schodowej w pom. Nr 300; między pom. nr 402 i 405; ścianka między pom. 405 i korytarzem. Przykłady zarysowań ścian działowych wskazano na fot. nr 39.





Fot. nr 39. Przykład zarysowań ścian działowych w budynku

W piwnicy stwierdzono zarysowania słupów murowanych podpór stropu nad piwnicą, przykłady wskazano na fot. nr 40.



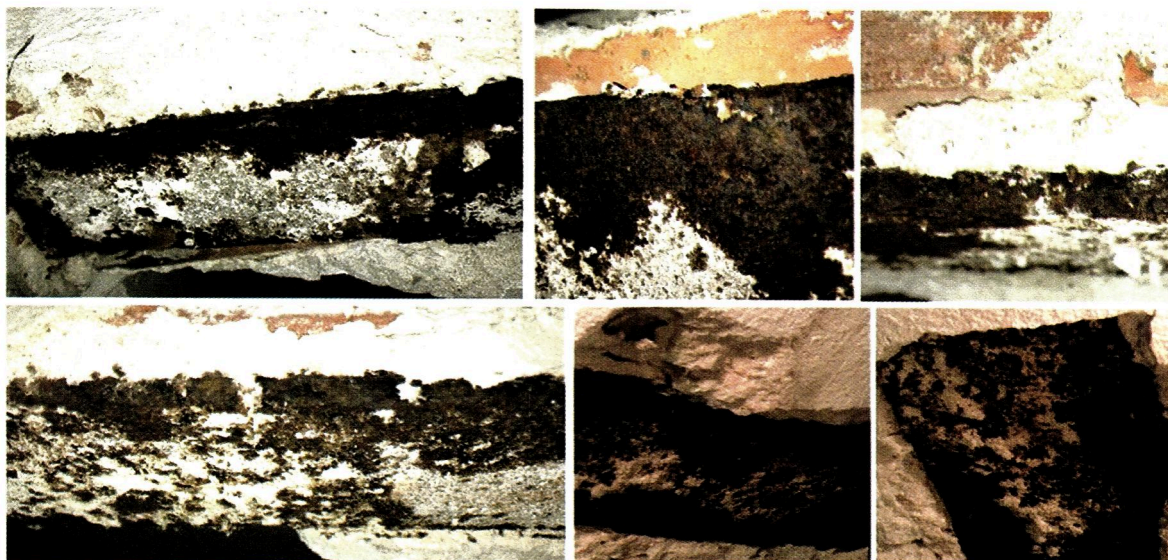
Fot. nr 40. Przykład zarysowań słupów murowanych w piwnicy

Posadzka na stropie nad piwnicą w pomieszczeniu biblioteki jest silnie zarysowana, spękana. Przykłady zarysowania posadzki w stropie nad piwnicą wskazano na fot. nr 41.



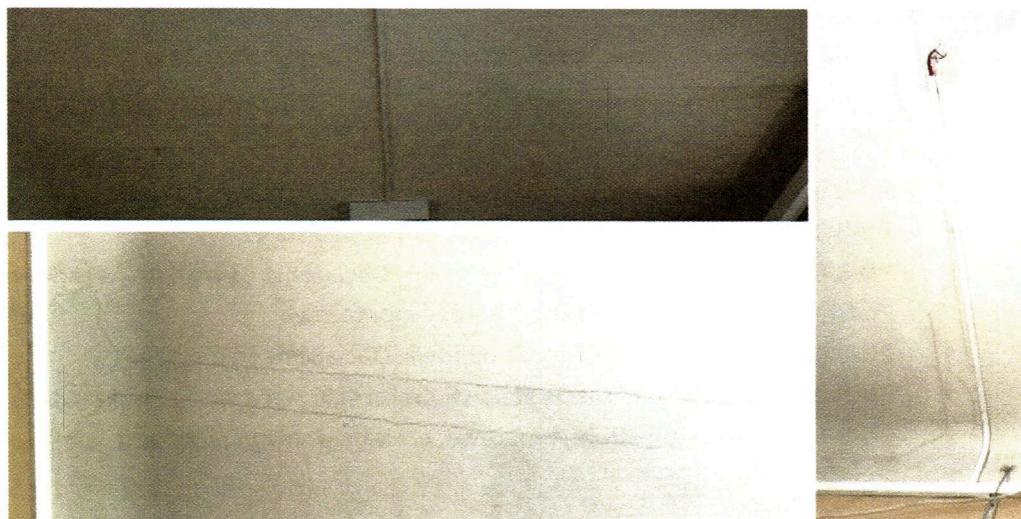
Fot. nr 41. Przykład zarysowania posadzki w stropie nad piwnicą

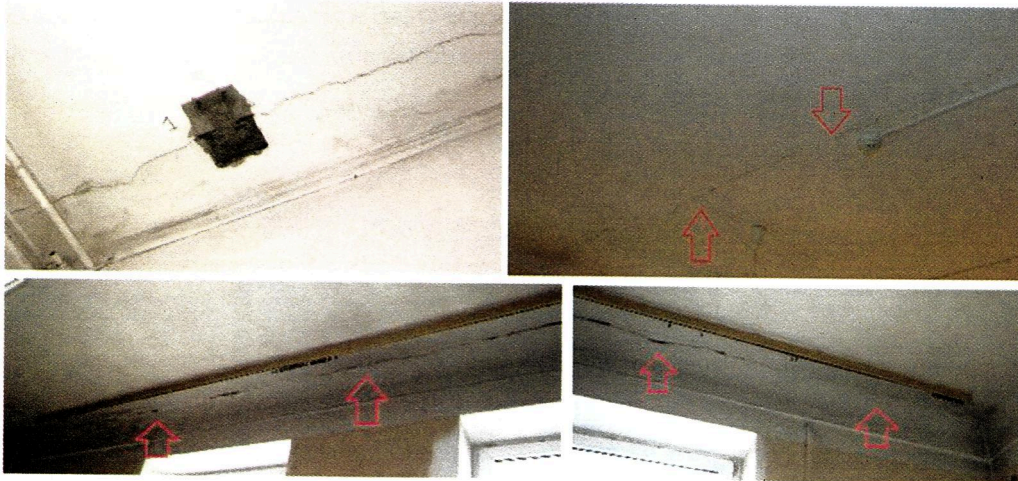
Belki stalowe w stropie odcinkowym nad piwnicą w części wschodniej pod pomieszczeniem nr 3 (biblioteka) są skorodowane, ubytek korozji oszacowano do 1-2 mm. Przykłady korozji belek stalowych w stropie nad piwnicą wskazano na fot. nr 42.



Fot. nr 42. Przykład korozji belek stalowych w stropie nad piwnicą

W stropach budynku występują, mniej lub bardziej widoczne, zarysowania biegnące wzdłuż pól stalowych belek o przekroju dwuteowym. Wyraźne znaczne zarysowania stwierdzono np. w pomieszczeniach nr: 203; 211; 303; 307; 314. Rysy też występują na sufitach, na styku sufitu ze ścianami wewnętrznymi działowymi i nośnymi zewnętrznymi. Rysy te widoczne są w pomieszczeniu nr 204a na styku stropu ze ścianą południową, w pom. nr 410 ze ścianą północną, w pom. nr 405 i 409 ze ścianą południową, a w pom. nr 501 ze ścianą zachodnią. W pomieszczeniu nr 500d występują odspojenia ściany wschodniej od belki stropowej ułożonej przy ścianie. Na suficie przybudówki głównego wejścia do budynku widoczne są zarysowania stropu. Przykłady zarysowań stropów wskazano na fot. nr 43.





Fot. nr 43. Przykład zarysowania stropów

4. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE WYBRANYCH ELEMENTÓW BUDYNKU

W celu określenia przyczyn występujących nieprawidłowości, a także oceny stanu technicznego i bezpieczeństwa budynku przeprowadzono obliczenia statyczno-wytrzymałościowe wybranych elementów konstrukcyjnych stropów międzykondygnacyjnych. Weryfikację obliczeniową, sprawdzenie warunków stanów granicznych istniejących wybranych elementów konstrukcji wykonano z uwzględnieniem geometrii, parametrów materiałowych opierając się zasadniczo na informacjach uzyskanych z dokumentacji [4; 5; 20], badań wizualnych, pomiarów przeprowadzonych podczas wizji lokalnych.

Wykonano obliczenia sprawdzające w zakresie:

- Określenia oddziaływań, obciążeń stałych i zmiennych wraz z kombinatoryką obciążeń stropów;
- Obliczenia płyt Kleina stropów międzykondygnacyjnych budynku i stropu odcinkowego (strop nad piwnicą skrzydło zachodnie) – stan graniczny nośności;
- Obliczenia wybranych belek stalowych stropu Kleina - stan graniczny nośności i użytkowania.

W obliczeniach sprawdzających użyto normy serii PN-B.:

- PN-B 02000: 1982 Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości
- PN-B 02001: 1982 Obciążenia budowli. Obciążenia stałe
- PN-B-02003:1982 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe
- PN-B 02010:1980+Az1 Obciążenie budowli. Obciążenie śniegiem
- PN-B-03200: 1990 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie
- PN-B-03002:2007 Konstrukcje murowe, projektowanie i obliczenia

4.1. Założenia materiałowe

Obliczenia wybranych elementów konstrukcyjnych budynku wykonano metoda stanów granicznych nośności i użytkowania.

Założenia przyjęte w obliczeniach statyczno-wytrzymałościowych:

- Strop nad piwnicą w części wschodniej - sklepienie odcinkowe o grubości 13cm (1/2 cegły – typ ciężki) na belkach rozstawionych do 2,75m; strzałka łuku stropu równa ca. 7cm; wytrzymałość cegieł 15 MPa, zaprawy 5MPa; zbrojenie płyty stropu w każdej spoinie bednarka o wymiarach 50mm x 1mm;
- Stropy między kondygnacyjne w budynku (oprócz stropu nad piwnicą w części wschodniej oraz stropu nad V piętrem) typu Kleina płyta o grubości 12/13cm (1/2 cegły – typ ciężki) na belkach stalowych (rozstaw belek wg rysunków stropów w załączniku nr 1); wytrzymałość cegieł 15 MPa, zaprawy 5MPa; zbrojenie płyty stropu w każdej spoinie bednarka o wymiarach 30 mm x 1mm w rozstawie co 7-8cm;
- Strop nad V piętrem typu Kleina płyta o grubości 6/7cm (1/4 cegły z żebrami konstrukcyjnymi o wysokości 1/2 cegły – typ półciężki żebrowany) na belkach stalowych (rozstaw belek wg rysunków stropów w załączniku nr 1); wytrzymałość cegieł 15 MPa, zaprawy 5MPa; zbrojenie płyty stropu trzy bednarki o wymiarach 30mm x 1,0mm w każdym żeberku stropu; rozstaw żeberk stropu ca. 31-33cm;
- Przyjęto że bednarki stalowe wykonano ze stali o charakterystycznej granicy plastyczności równiej 195 MPa
- Belki stropów Kleina o przekrojach dwuteowych od I180 do I300 (profile rosyjskie i wg PN w stropie nad V piętrem) ze stali St0S o wytrzymałości obliczeniowej równej 175 MPa; charakterystyki geometryczne patrz rys. nr 3 i 4;
- Obliczeniową wytrzymałość muru (płyt stropów odcinkowych i Kleina) na ściskanie wyznaczono na podstawie poniższych wzorów z normy PN-B-03002:1999 (konstrukcje murowe, projektowanie i obliczenia):

$$f_k = K \cdot f_b^{0,65} \cdot f_m^{0,25}$$

gdzie:

f_k – wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie

$K = 0,5$ dla elementów murowych klasy I

$f_B = n_B \cdot f_{B,PN} = 1,5 \cdot 15 = 22,5 \text{ MPa}$ - wytrzymałość na ściskanie elementu murowego

$f_b = \delta \cdot n_w \cdot f_B = 0,81 \cdot 1,0 \cdot 22,5 = 18,2 \text{ MPa}$ - znormalizowana wytrzymałość na ściskanie elementu murowego

$f_m = 5 \text{ MPa}$ - wytrzymałość na ściskanie zaprawy

$$f_k = 0,5 \cdot 18,2^{0,65} \cdot 5^{0,25} = 4,9 \text{ MPa}$$

$$f_d = f_k / \gamma_m \text{ gdzie:}$$

f_d – wytrzymałość obliczeniowa muru na ściskanie

$\gamma_m = 2,5$ – współczynnik bezpieczeństwa przy założeniu kategorii produkcji elementów murowych II oraz kategorii wykonania robót B

$$f_d = 4,9 / 2,5 = 2,0 \text{ MPa}$$

- Obliczeniową wytrzymałość muru (płyt stropów odcinkowych i Kleina) na ściskanie można również wyznaczyć na podstawie poniższych wzorów z normy PN-B-03002:2007 (konstrukcje murowe, projektowanie i obliczenia):

$$f_k = K \cdot f_b^{0,70} \cdot f_m^{0,30}$$

gdzie:

$K = 0,45$ dla elementów murowych klasy I

$f_b = 15 \text{ MPa}$ - znormalizowana wytrzymałość na ściskanie elementu murowego

$f_m = 5 \text{ MPa}$ - wytrzymałość na ściskanie zaprawy

$$f_k = 0,45 \cdot 15^{0,70} \cdot 5^{0,30} = 4,8 \text{ MPa}$$

$$f_d = f_k / \gamma_m \text{ gdzie:}$$

f_d - wytrzymałość obliczeniowa muru na ściskanie

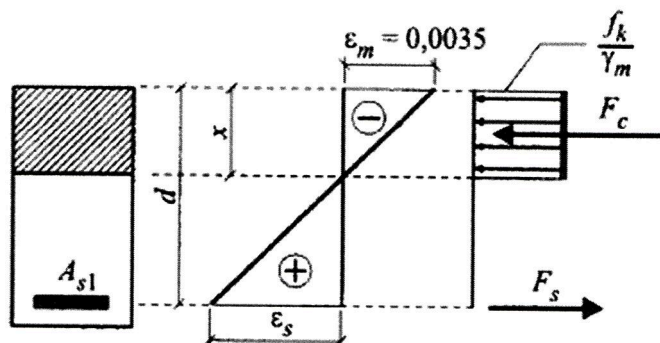
$\gamma_m = 2,5$ - współczynnik bezpieczeństwa przy założeniu kategorii produkcji elementów murowych II oraz kategorii wykonania robót B

$$f_d = 4,8 / 2,5 = 1,9 \text{ MPa}$$

4.2. Zasady obliczeń statycznych

Obliczenia statyczne stropów Kleina i stropów odcinkowych obejmują:

- Sprawdzenie stanu granicznego nośności płyt Kleina. Płyta stropowa Kleina jest elementem zginanym w płaszczyźnie prostopadłej do osi belek lub ścian podporowych. Wymiarowanie płyty ceglanej wyznacza się jak dla zbrojonej konstrukcji murowanej. Zgodnie z PN-B-03340 nośność płyt Kleina sprawdza się na podstawie zależności wynikających z równań równowagi sił w przekroju prostokątnym zginanego elementu murowego pojedynczo zbrojonego. Do obliczeń można przyjmować prostokątny wykres naprężeń patrz rys nr 7.



Rys. nr 7. Prostokątny wykres naprężeń, oznaczenie zgodne z normą PN-B-03340

Nośność na zginanie muru zbrojonego powinna być większa niż maksymalna obliczeniowa wartość momentu zginającego w płycie wynikająca z obliczeniowej wartości obciążeń ciężarem własnym, stałych i zmiennych.

$$M_{sd} \leq M_{Rd}$$

Moment oblicza się jak dla elementu swobodnie podpartego wg wzoru

$$M_{sd} = \frac{(q + p) \cdot l_o^2}{8}$$

Nośność płyty oblicza się ze wzoru

$$M_{Rd} = \frac{A_s \cdot f_{yk} \cdot z}{\gamma_s}$$

Ramię sił wewnętrznych dla przekroju prostokątnego wyznacza się ze wzoru

$$z = d \cdot \left(1 - 0,5 \cdot \frac{A_s \cdot f_{yk} \cdot \gamma_m}{b \cdot d \cdot f_k \cdot \gamma_s}\right)$$

- gdzie:
- $l_o = 1,05 \cdot l_s$ – rozpiętość obliczeniowa płyty Kleina
 - l_s – rozpiętość w świetle podpór tj. między krawędziami półek belek stalowych lub ścian
 - b – szerokość przekroju płyty
 - d – wysokość użyteczna przekroju płyty
 - A_s – pole przekroju zbrojenia rozciąganego
 - f_k – wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie
 - f_{yk} – charakterystyczna granica plastyczności stali
 - γ_m – częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla muru (wg kategorii produkcji elementów murowych oraz kategorii wykonania robót)
 - γ_s – częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla stali

Ugięcia dla płyt Kleina z reguły się nie sprawdza z uwagi na ich znaczną sztywność.

- Sprawdzenie stropu odcinkowego (odcinków sklepień ceglanych jednokrzywiznowych), obciążenia przenoszonego przez płytę z uwzględnieniem sił poziomych (rozporu)

W sklepieniach stropowych odcinkowych, ze względu na małą strzałkę łuku, powstają duże siły poziome (rozpory). Rozpór poziomy oblicza się na podstawie wzoru:

$$H = \frac{q \cdot l^2}{8 \cdot f}$$

- gdzie:
- q – obciążenie całkowite sklepienia
 - f – strzałka łuku sklepienia
 - l – teoretyczna rozpiętość sklepienia

Sprawdzenie maksymalnego obciążenia stropu można wyznaczyć przy wyznaczeniu maksymalnej wartości rozporu jaki jest w stanie przenieść strop dla określonej nośności obliczeniowej muru na ściskanie.

- Ustalenie typu (rozmiaru) kształtowników stalowych oraz sprawdzenie przekrojów belek stalowych w oparciu o przepisy normy PN-90/B-03200 uwzględniając stany graniczne nośności i użytkowania.

Nośność belek stalowych jednokierunkowo zginanych należy sprawdzić wg wzoru:

$$\frac{M_o}{\varphi_L \cdot M_R} \leq 1$$

- gdzie:
- M_o – maksymalny moment zginający w belce od obliczeniowych obciążeń zewnętrznych (stałych i zmiennych)
 - M_R – nośność obliczeniowa przekroju przy jednokierunkowym zginaniu
 - φ_L – współczynnik zwiczenia dla belek w stropie zabezpieczonych przed zwiczeniem (wypełnienie w postaci stropu/sklepienia ceramicznego) przyjmuję się $\varphi_L = 1,0$

Nośność obliczeniową przekroju wyznacza się ze wzoru

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d$$

gdzie: W_x – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki

α_p – obliczeniowy współczynnik rezerwy plastycznej przekroju przy zginaniu dla dwuteowników walcowanych i zginanych w płaszczyźnie środnika można przyjąć $\alpha_p = 1,07$

f_d – wytrzymałość obliczeniowa stali dla St0S $f_d = 175 \text{ MPa}$

Stan graniczny użytkowania związany jest z niedopuszczeniem do powstania nadmiernych ugięć, przemieszczeń i drgań utrudniających prawidłową eksploatację budynku. Maksymalne ugięcie belek stropowych nie powinny być większe od 1/250 rozpiętości obliczeniowej elementu wg wzoru poniżej.

$$a_{max} \leq a_{dop} = \frac{1}{250} \cdot l_o$$

Dla belki jednoprzęsłowej swobodnie podpartej jaki można przyjąć dla konstrukcji stropu, obciążonej równomiernie, warunek powyższy ma postać.

$$\frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} \leq \frac{l_o}{250}$$

gdzie: $l_o = 1,05 \cdot l_s$ – rozpiętość obliczeniowa belki

E – współczynniki sprężystości podłużnej stali

$$E = 205 \text{ GPa} = 2,05 \cdot 10^5 \text{ MPa}$$

I_x – momenty bezwładności belek stalowych

4.3. Obciążenia

Obciążenia ciężarem własnym

Obciążenie ciężarem własnym belek stropowych

Obciążenia stałe stropów

Warstwy posadzkowe w stropach: na otynkowanej (tynk cem.–wap.) płycie Kleina gr. 13cm ułożona jest warstwa torfu ca. 12cm, legary drewniane co 80cm, ślepa podłoga gr. 2,5cm, warstwa izolacji oraz posadzka. Wartość obciążenia przyjęto z uwzględnieniem [9].

Tabela nr 1. Obciążenie stałe stropy pierwotne;

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie stałe stropów pierwotnych przyjęto 3,3 kN/m ²	3,30	1,20	3,96

Obciążenia stałe stropów odbudowanych po wojnie

W stropach odbudowanych po wojnie tj. np. pod pomieszczeniami nr 500 (strop nad IV piętrem) na płytach żeberkowych kleina ułożony jest gruz ceglany/polepa grubości 12-14cm, warstwa betonu gr. 4cm i posadzka deszczułkowa grubości 2,2cm na lepiku. Wartość obciążenia przyjęto z uwzględnieniem [9].

Tabela nr 2. Obciążenie stałe stropy odbudowane;

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie stałe stropów odbudowanych przyjęto 4,0 kN/m ²	4,00	1,20	4,80

Obciążenia stałe – ściany działowe

Ściany działowe wysokości 3,75m grubości 6,0cm i 13,0cm

Tabela nr 3. Obciążenie stałe ściany działowe;

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	Obc. obl. kN/m
1.	Obciążenie stałe ściany działowe gr. 6cm (0,06x14,5+0,02x19,0)x3,75=6,11 kN/m	6,11	1,20	7,31
2.	Obciążenie stałe ściany działowe gr. 13cm (0,13x14,5+0,02x19,0)x3,75=8,49 kN/m	8,49	1,20	10,19

Obciążenia zmienne stropów

Pomieszczenia w budynku mają przeznaczone głównie jako pokoje biurowe, wyjątkiem są pomieszczenia nr 3 i 5 przeznaczone jako biblioteki oraz pomieszczenia nr 501a i 501b jako pomieszczenia mieszkalne.

Tabela nr 4. Obciążenie zmienne pomieszczenia mieszkalne;

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie zmienne pomieszczenia mieszkalne 1,5 kN/m ²	1,50	1,40	2,10

Tabela nr 5. Obciążenie zmienne pomieszczenia biurowe;

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie zmienne pomieszczenia biurowe 2,0 kN/m ²	2,00	1,40	2,80

Tabela nr 6. Obciążenie zmienne pomieszczenia nr 3 i 5 na parterze typu biblioteki;

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie zmienne pomieszczenia nr 3 i 5 typu biblioteki przyjęto 5,0 kN/m ²	5,00	1,30	6,50

Tabela nr 7. Obciążenie zmienne przestrzenie komunikacyjne;

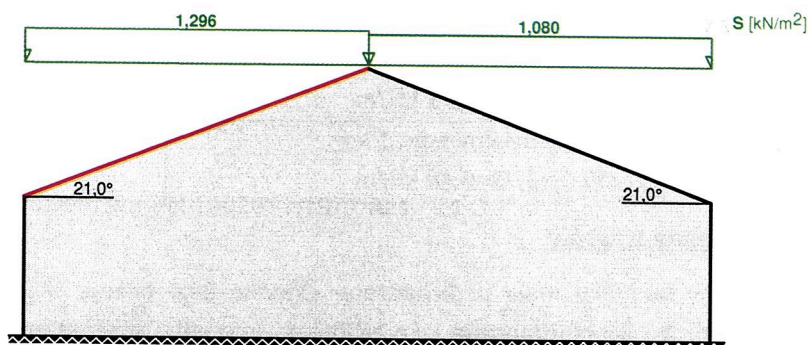
Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie zmienne przestrzenie komunikacyjne przyjęto 2,5 kN/m ²	2,50	1,30	3,25

Tabela nr 8. Obciążenie zmienne poddasze z dostępem z klatki schodowej;

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie zmienne poddasze z dostępem z klatki schodowej przyjęto 1,2 kN/m ²	1,20	1,40	1,68

Obciążenia od dachu

Przyjęto obciążenie od dachu stałe warstwy dachowe oraz obciążenie śniegiem, obciążenie od wiatru pominięto ze względu na jego odciążający charakter (ssanie) przy wymiarowaniu stropów.

Obciążenie śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1 / Z1-1**Połąć bardziej obciążona:**

- Dach dwuspadowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
- strefa obciążenia śniegiem 2 $\rightarrow Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik kształtu dachu:

nachylenie połaci $\alpha = 21,0^\circ$

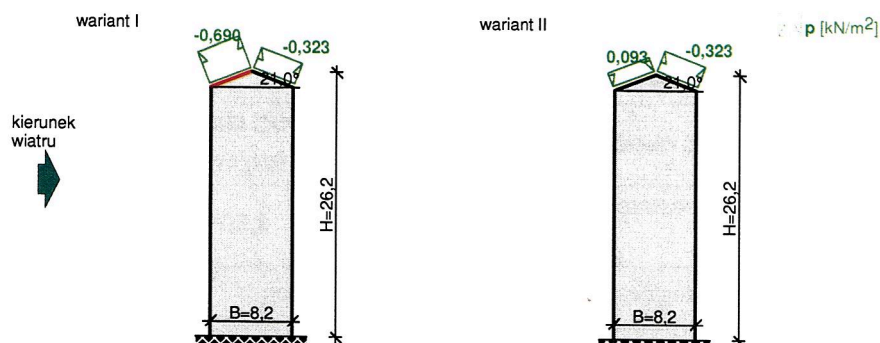
$$C_2 = 0,8 + 0,4 \cdot (\alpha - 15^\circ) / 15^\circ = 0,8 + 0,4 \cdot (21,0^\circ - 15^\circ) / 15^\circ = 0,960$$

Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 0,900 \cdot 0,960 = \mathbf{0,864 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \gamma_f = 0,864 \cdot 1,5 = \mathbf{1,296 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1 / Z1-3**Połąć nawietrzna - wariant I:**

- Budynek o wymiarach: $B = 8,2 \text{ m}$, $L = 14,3 \text{ m}$, $H = 26,2 \text{ m}$
- Dach dwuspadowy, kąt nachylenia połaci $\alpha = 21,0^\circ$
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:
 - strefa obciążenia wiatrem I; $H = 300 \text{ m n.p.m.} \rightarrow q_k = 300 \text{ Pa}$
 $q_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji:
 - rodzaj terenu: B; $z = H = 26,2 \text{ m} \rightarrow C_e(z) = 0,8 + 0,0075 \cdot 26,2 = 1,00$
- Współczynnik działania porywów wiatru:
 - $\beta = 1,80$
- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:
 - budynek zamknięty $\rightarrow C_w = 0$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 - $C_z = -0,045 \cdot (40^\circ - \alpha) = -0,045 \cdot (40^\circ - 21,0^\circ) = -0,855$
- Współczynnik aerodynamiczny C:
 - $C = C_z - C_w = -0,855 - 0 = -0,855$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,300 \cdot 1,00 \cdot (-0,855) \cdot 1,80 = -0,460 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = (-0,460) \cdot 1,5 = -0,690 \text{ kN/m}^2$$

Tabela nr 9. Obciążenie od dachu (stałe i śnieg);

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie od warstw dachowych 2 x papa na deskowaniu przyjęto 0,35 kN/m ²	0,35	1,20	0,42
2.	Obciążenie od śniegu połac bardziej obciążona	0,86	1,50	1,30

4.4. Kombinacje obciążeń**Kombinacje obciążeń**

Kombinacje obciążeń do oceny warunków stanów granicznych nośności i użytkowości przyjęto wg PN-82/B-02000.

Przyjęto następujące oznaczenia schematów obciążeń:

- 1 – ciężar własny
- 2 – obciążenie stałe (pomieszczenie, dach)
- 3 – obciążenie zmienne (pomieszczenia biurowe, magazynowe- biblioteki, komunikacyjne)
- 4 – obciążenie zmienne śnieg

Rozpatrzono następujące najniekorzystniejsze kombinacje obciążeń dla SGN i SGU z uwzględnieniem współczynników obciążenia (schemat * współczynnik)

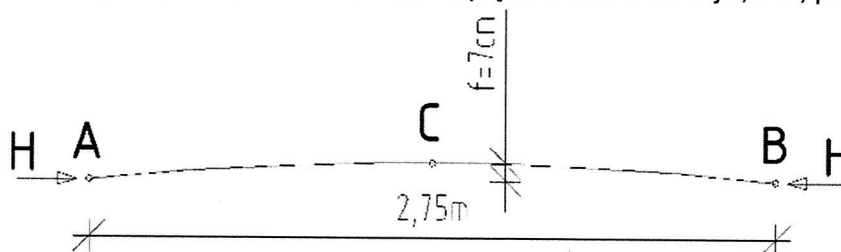
Tabela nr 10. Kombinacje obciążeń

Kombinacja	Nazwa	Typ kombinacji	Definicja
5 (K)	KOMB1	SGN	$1*1,10 + 2*1,2 + 3*1,4/(1,3) + 4*1,5$
6 (K)	KOMB2	SGU	$(1+2+3+4)*1,0$

4.5. Sprawdzenie płyt stropu odcinkowego

Poniżej wykonano sprawdzenie płyty stropu odcinkowego nad piwnicą pod pomieszczeniem nr p3 (odcinków sklepień ceglanych jednokrzywiznowych), obciążenia przenoszonego przez płytę z uwzględnieniem sił poziomych (rozporu).

Przyjęto łuk trójprzegubowy o strzałce 7cm, rozpiętości obliczeniowej 2,75m, patrz rys. nr 8.



Rys. nr 8. Schemat łuku trójprzegubowego

Maksymalna wartość rozporu jaka jest w stanie przenieść strop (pasma o szerokości 1,0m) o wytrzymałości muru na ściskanie $f_d = 1,9 \text{ MPa}$.

$$H = f_d \cdot b \cdot h \cdot 0,5 = 1,9 \text{ MPa} \cdot 1,0 \text{ m} \cdot 0,13 \text{ m} \cdot 0,5 = 123,5 \text{ kN}$$

Moment w punkcie C

$$M_C = \frac{q \cdot l^2}{8} \cdot H \cdot f = 0 \rightarrow q_{\max} = \frac{8 \cdot H \cdot f}{l^2}$$

$$q_{\max} = \frac{8 \cdot 123,5 \cdot 0,07}{2,75^2} = 9,14 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Suma obciążeń obliczeniowych oddziaływujących na 1 m^2 stropu odcinkowego wynosi

$$q_{\text{stropu}} = q_s + q_z = 3,96 + 6,50 = 10,46 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{stropu}} \leq q_{\max}$$

$$10,46 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \leq 9,14 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Warunek niespełniony (114%)

Płyty stropu odcinkowego w stropie nad piwnicą pod pomieszczeniem nr p3 (biblioteka) nie mają wystarczającej nośności do przeniesienia obciążeń zmiennych charakterystycznych w wysokości 5,0 kN/m^2 . Maksymalne wartości obciążenia zmiennego charakterystycznego jaką mogą zostać obciążone płyty stropu odcinkowego wynoszą do 4,00 kN/m^2 .

4.6. Sprawdzenie płyt Kleina – typu ciężkiego

Sprawdzenie płyty Kleina typu ciężkiego wykonano dla stropów międzykondygnacyjnych w pomieszczeniach biurowych, korytarzach oraz w pomieszczeniu nr 5 biblioteka.

Przyjęto do obliczeń płytę Kleina typu ciężkiego z cegły ceramicznej pełnej o grubości 13cm (element murowy grupy I, kategoria produkcji II, kategoria robót B), zbrojonego bednarką 30mm x 1,0mm w każdej spoinie co ca. 8cm, wysokość efektywna przekroju $d = 0,13 - 0,03/2 = 0,115 \text{ m}$

Wartość obliczeniowa obciążenia płyty wynosi:

- Dla stropów międzykondygnacyjnych w pomieszczeniach biurowych

$$(q + p) = 3,96 + 2,80 = 6,76 \frac{kN}{m^2}$$

- Dla stropów międzykondygnacyjnych w korytarzach (przestrzenie komunikacyjne)

$$(q + p) = 3,96 + 3,25 = 7,21 \frac{kN}{m^2}$$

- Dla stropu na parterze pomieszczeniu nr 5 (biblioteka)

$$(q + p) = 3,96 + 6,50 = 10,46 \frac{kN}{m^2}$$

Rozpiętości obliczeniowe płyt przyjęto:

- Dla stropów międzykondygnacyjnych w pomieszczeniach biurowych

$$l_o = (2,70m - 0,11m) \cdot 1,05 = 2,72m$$

- Dla stropów międzykondygnacyjnych w korytarzach (przestrzenie komunikacyjne)

$$l_o = (2,70m - 0,11m) \cdot 1,05 = 2,72m$$

- Dla stropu na parterze pomieszczeniu nr 5 (biblioteka)

$$l_o = (2,60m - 0,11m) \cdot 1,05 = 2,61m$$

Momenty obliczeniowe dla poszczególnych płyty wynoszą:

- Dla stropów międzykondygnacyjnych w pomieszczeniach biurowych

$$M_{sd} = \frac{6,76 \cdot 2,72^2}{8} = 6,25 kNm$$

- Dla stropów międzykondygnacyjnych w korytarzach (przestrzenie komunikacyjne)

$$M_{sd} = \frac{7,21 \cdot 2,72^2}{8} = 6,67 kNm$$

- Dla stropu na parterze pomieszczeniu nr 5 (biblioteka)

$$M_{sd} = \frac{10,46 \cdot 2,61^2}{8} = 8,91 kNm$$

Nośność płyt Kleina :

$$z = d \cdot \left(1 - 0,5 \cdot \frac{A_s \cdot f_{yk} \cdot \gamma_m}{b \cdot d \cdot f_k \cdot \gamma_s} \right) = 0,115 \cdot \left(1 - 0,5 \cdot \frac{3,75 \cdot 10^{-4} \cdot 195 \cdot 2,5}{1,0 \cdot 0,115 \cdot 4,8 \cdot 1,15} \right) = 0,0984 m$$

$$M_{Rd} = \frac{A_s \cdot f_{yk} \cdot z}{\gamma_s} = \frac{3,75 \cdot 10^{-4} \cdot 195 \cdot 10^3 \cdot 0,0984}{1,15} = 6,26 kNm$$

Warunki nośności dla poszczególnych płyt:

- Dla stropów międzykondygnacyjnych w pomieszczeniach biurowych

$$M_{sd} \leq M_{Rd}$$

$$6,25 kNm \leq 6,26 kNm$$

Warunek spełniony (100%)

- Dla stropów międzykondygnacyjnych w korytarzach (przestrzenie komunikacyjne)

$$6,67 kNm \leq 6,26 kNm$$

Warunek niespełniony (107%)

- Dla stropu na parterze pomieszczeniu nr 5 (biblioteka)

$$8,91 kNm \leq 6,26 kNm$$

Warunek niespełniony (142%)

Płyty stropu Kleina typu ciężkiego nie mają wystarczającej nośności do przeniesienia obciążeń zmiennych charakterystycznych o wartości większej niż $2,0 \text{ kN/m}^2$. Maksymalna wartość obciążenia zmiennego charakterystycznego jaką może zostać obciążona płyty stropu Kleina typu ciężkiego w budynku wynosi $2,00 \text{ kN/m}^2$.

4.7. Sprawdzenie belek stropowych stropu odcinkowego nad piwnicą (skrzydło wschodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu odcinkowego w stropie nad piwnicą pod pomieszczeniem nr p3 – biblioteka skrzydło wschodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 240 (profil rosyjski)
- $a = 2,75 \text{ m}$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 2,23 \text{ m} = 2,34 \text{ m}$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 325 \text{ cm}^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 3903 \text{ cm}^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 5,0) \cdot 2,75 = 22,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 6,50) \cdot 2,75 = 28,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 28,8 \cdot 2,34^2 = 19,7 \text{ kNm}$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 325 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 60,9 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$19,7 \text{ kNm} \leq 60,9 \text{ kNm}$$

Warunek spełniony (32%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{22,8 \cdot 2,34^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 3903 \cdot 10^{-8}} = 1,1 \text{ mm}$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 2340 = 9,4 \text{ mm}$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$1,1 \text{ mm} \leq 9,4 \text{ mm}$$

Warunek spełniony (12%)

4.8. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad piwnicą

4.8.1. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad piwnicą (pod pomieszczeniem p.5- skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad piwnicą pod pomieszczeniem nr p5 - biblioteka skrzydło zachodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = 2,60m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 6,35m = 6,67m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 5,0) \cdot 2,60 = 21,6 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 6,50) \cdot 2,60 = 27,2 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 27,2 \cdot 6,67^2 = 151,1 kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 kNm$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$151,1 kNm \leq 75,5 kNm$$

Warunek niespełniony (200%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{21,6 \cdot 6,67^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 51,8mm$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 6670 = 26,7mm$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$51,8mm \leq 26,7mm$$

Warunek niespełniony (194%)

4.8.2. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad piwnicą (pod pomieszczeniem p.9 – skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad piwnicą pod pomieszczeniem nr p9 – pomieszczenia biurowe skrzydło zachodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = 2,60m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 5,95m = 6,25m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 2,60 = 13,8 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,80) \cdot 2,60 = 17,6 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 17,6 \cdot 6,25^2 = 85,8 kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 kNm$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$85,8 kNm \leq 75,5 kNm$$

Warunek niespełniony (114%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{13,8 \cdot 6,25^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 25,5mm$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 6250 = 25,0mm$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$25,5mm \leq 25mm$$

Warunek niespełniony (102%)

4.8.3. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad piwnicą (klatka schodowa/korytarz-skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad piwnicą w korytarzu przy klatce schodowej skrzydło zachodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = 2,10m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 7,8m = 8,19m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,5) \cdot 2,10 = 12,2 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 3,25) \cdot 2,10 = 15,1 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 15,1 \cdot 8,19^2 = 126,9 kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 kNm$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$126,9 kNm \leq 75,5 kNm$$

Warunek niespełniony (168%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{12,2 \cdot 8,19^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 66,5 mm$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 8190 = 32,8 mm$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$66,5 mm \leq 32,8 mm$$

Warunek niespełniony (203%)

4.8.4. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad piwnicą (pomieszczenie przy klatce schodowej – skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad piwnicą pomieszczenie biurowe przy klatce schodowej – skrzydło zachodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = 2,10 m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 5,0 m = 5,25 m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403 cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234 cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 2,10 = 11,1 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,80) \cdot 2,10 = 14,2 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 14,2 \cdot 5,25^2 = 48,9 \text{ kNm}$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R \\ 48,9 \text{ kNm} \leq 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek spełniony (65%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{11,1 \cdot 5,25^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 10,3 \text{ mm}$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 5250 = 21,0 \text{ mm}$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$10,3 \text{ mm} \leq 21,0 \text{ mm}$$

Warunek spełniony (49%)

4.8.5. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad piwnicą (pod pomieszczeniem p.2 – część środkowa)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad piwnicą pod pomieszczeniem nr p2 – pomieszczenie biurowe, część środkowa (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 200 (profil rosyjski)
- $a = (2,7 + 2,2)/2 = 2,45 \text{ m}$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 3,95 \text{ m} = 4,15 \text{ m}$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 201,4 \text{ cm}^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 2014 \text{ cm}^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 2,45 = 13,0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,80) \cdot 2,45 = 16,6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 16,6 \cdot 4,15^2 = 35,6 \text{ kNm}$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 201,4 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 37,7 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$35,6kNm \leq 37,7kNm$$

Warunek spełniony (94%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{13,0 \cdot 4,15^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 2014 \cdot 10^{-8}} = 12,1mm$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 4150 = 16,6mm$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$12,1mm \leq 16,6mm$$

Warunek spełniony (73%)**4.9. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad parterem****4.9.1. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad parterem (pod pomieszczeniem p.111-skrzydło zachodnie)**

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad parterem pod pomieszczeniem nr p111 – pomieszczenie biurowe skrzydło zachodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = 2,60m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 6,45m = 6,77m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 2,60 = 13,8 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,80) \cdot 2,60 = 17,6 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 17,6 \cdot 6,77^2 = 100,8kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 kNm$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$100,8 kNm \leq 75,5 kNm$$

Warunek niespełniony (133%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{13,8 \cdot 6,77^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 35,2mm$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 6770 = 27,1mm$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$35,2mm \leq 27,1mm$$

Warunek niespełniony (130%)

4.9.2. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad parterem (pod pomieszczeniem p.115-skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad parterem pod pomieszczeniem nr p115 – pomieszczenie biurowe skrzydło zachodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = 2,60m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 6,10m = 6,41m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 2,60 = 13,8 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,80) \cdot 2,60 = 17,6 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 17,6 \cdot 6,41^2 = 90,1kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 kNm$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$90,1 kNm \leq 75,5 kNm$$

Warunek niespełniony (119%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{13,8 \cdot 6,41^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 28,1mm$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 6410 = 25,6mm$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$28,1mm \leq 25,6mm$$

Warunek niespełniony (110%)

4.9.3. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad parterem (pod pomieszczeniem p.112-skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad parterem pod pomieszczeniem nr p112 – część korytarzu skrzydło zachodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = 2,10m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 7,95m = 8,35m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,5) \cdot 2,10 = 12,2 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 3,25) \cdot 2,10 = 15,1 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 15,1 \cdot 8,35^2 = 131,9kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 kNm$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$131,9 kNm \leq 75,5 kNm$$

Warunek niespełniony (175%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{12,2 \cdot 8,35^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 71,8mm$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 8350 = 33,4mm$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$71,8mm \leq 33,4mm$$

Warunek niespełniony (215%)

4.9.4. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad parterem (pod pomieszczeniem p.114/116-skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad parterem pod pomieszczeniem nr p114/116 – pomieszczenie biurowe skrzydło zachodnie (oznaczenie pomieszczeń

na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = (2,25 + 2,05)/2 = 2,15m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 5,35m = 5,62m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 2,15 = 11,4 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,80) \cdot 2,15 = 14,5 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 14,5 \cdot 5,62^2 = 57,3kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 kNm$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$57,3 kNm \leq 75,5 kNm$$

Warunek spełniony (76%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{11,4 \cdot 5,62^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 13,8mm$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 5620 = 22,5mm$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$13,8mm \leq 22,5mm$$

Warunek spełniony (61%)

4.9.5. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad parterem (pod pomieszczeniem p.100/101-część środkowa)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad parterem pod pomieszczeniem nr p100/101 – pomieszczenie biurowe część środkowa (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = (2,70 + 2,20)/2 = 2,45m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 6,80m = 7,14m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 2,45 = 13,0 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,80) \cdot 2,45 = 16,6 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 16,6 \cdot 7,14^2 = 105,5 kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 kNm$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R \\ 105,5 kNm \leq 75,5 kNm$$

Warunek niespełniony (140%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{13,0 \cdot 7,14^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 41,0 mm$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 7140 = 28,6 mm \\ u \leq u_{lim} \\ 41,0 mm \leq 28,6 mm$$

Warunek niespełniony (143%)

4.9.6. Sprawdzenie belek stropowych nad parterem (pomieszczenie antresola- część wschodnia)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych w stropie nad parterem pomieszczenie antresoli – pomieszczenie magazynowe biblioteka część wschodnia (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = (1,60 + 1,40)/2 = 1,50 m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 6,05 m = 6,35 m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403 cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234 cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (1,0 + 5,0) \cdot 1,50 = 9,0 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (1,2 + 6,5) \cdot 1,50 = 11,6 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 11,6 \cdot 6,35^2 = 58,3 \text{ kNm}$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$58,3 \text{ kNm} \leq 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek spełniony (77%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{9,0 \cdot 6,35^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 17,8 \text{ mm}$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 6350 = 25,4 \text{ mm}$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$17,8 \text{ mm} \leq 25,4 \text{ mm}$$

Warunek spełniony (70%)

4.10. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad I piętrzem

4.10.1. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad I piętrzem (pod помещением p.206-skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad I piętrzem pod помещением nr p206 – помещение biurowe skrzydło zachodnie (oznaczenie помещеи na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia patrz pkt. 4.9.1.:

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$100,8 \text{ kNm} \leq 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek niespełniony (133%)

Warunek stanu granicznego użytkowania belki

$$u \leq u_{lim}$$

$$35,2 \text{ mm} \leq 27,1 \text{ mm}$$

Warunek niespełniony (130%)

4.10.2. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad I piętrzem (pod помещением p.210/211-skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad I piętrzem pod помещением nr p210/211 – помещение biurowe skrzydło zachodnie (oznaczenie помещеи na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia patrz pkt. 4.9.2.:

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$90,1 \text{ kNm} \leq 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek niespełniony (119%)

Warunek stanu granicznego użytkowania belki

$$u \leq u_{lim}$$

$$28,1 \text{ mm} \leq 25,6 \text{ mm}$$

Warunek niespełniony (110%)

4.10.3. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad I piętrzem (pod pomieszczeniem p.207-skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad I piętrzem pod pomieszczeniem nr p112 – część korytarzu/pomieszczenie biurowe skrzydło zachodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = 2,10 \text{ m}$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 7,95 \text{ m} = 8,35 \text{ m}$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403 \text{ cm}^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234 \text{ cm}^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 2,10 = 11,1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,8) \cdot 2,10 = 14,2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 14,2 \cdot 8,35^2 = 123,6 \text{ kNm}$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$123,6 \text{ kNm} \leq 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek niespełniony (164%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{11,1 \cdot 8,35^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 65,6 \text{ mm}$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 8350 = 33,4 \text{ mm}$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$65,6 \text{ mm} \leq 33,4 \text{ mm}$$

Warunek niespełniony (196%)**4.10.4. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad I piętrzem (pod pomieszczeniem p.209/210-skrzydło zachodnie)**

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad I piętrzem pod pomieszczeniem nr p209/210 – pomieszczenie biurowe skrzydło zachodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = 2,10m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 5,35m = 5,62m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 2,10 = 11,1 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,80) \cdot 2,10 = 14,2 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 14,2 \cdot 5,62^2 = 56,0 kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 kNm$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$
$$56,0 kNm \leq 75,5 kNm$$

Warunek spełniony (74%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{11,1 \cdot 5,62^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 13,4mm$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 5620 = 22,5mm$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$13,4mm \leq 22,5mm$$

Warunek spełniony (59%)**4.10.5. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad I piętrzem (pod pomieszczeniem p.200/201-część środkowa)**

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad I piętrzem pod pomieszczeniem nr p200/201 – pomieszczenie biurowe część środkowa (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = (2,70 + 2,20)/2 = 2,45m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 6,84m = 7,18m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 2,45 = 13,0 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,80) \cdot 2,45 = 16,6 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 16,6 \cdot 7,18^2 = 106,8kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 kNm$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$106,8 kNm \leq 75,5 kNm$$

Warunek niespełniony (141%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{13,0 \cdot 7,18^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 41,9mm$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 7180 = 28,7mm$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$41,9mm \leq 28,7mm$$

Warunek niespełniony (146%)

4.10.6. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad I piętrzem (pod pomieszczeniem p.204/204a- skrzydło wschodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad I piętrzem pod pomieszczeniem nr p204/204a – pomieszczenie biurowe skrzydło wschodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = 2,60m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 6,00m = 6,30m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 2,60 = 13,8 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,80) \cdot 2,60 = 17,6 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 17,6 \cdot 6,30^2 = 106,8 kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 kNm$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$87,2 kNm \leq 75,5 kNm$$

Warunek niespełniony (115%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{13,8 \cdot 6,30^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 26,3 mm$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 6300 = 25,2 mm$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$26,3 mm \leq 25,2 mm$$

Warunek niespełniony (104%)

4.10.7. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad I piętrzem (pod pomieszczeniem p.202/203-skrzydło wschodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad I piętrzem pod pomieszczeniem nr p202/203 – pomieszczenie biurowe skrzydło wschodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = (2,1 + 2,3)/2 = 2,20 m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 6,00 m = 6,30 m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403 cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234 cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 2,20 = 11,7 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,80) \cdot 2,20 = 14,9 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 14,9 \cdot 6,30^2 = 73,8 \text{ kNm}$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$73,8 \text{ kNm} \leq 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek spełniony (98%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{11,7 \cdot 6,30^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 22,3 \text{ mm}$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 6300 = 25,2 \text{ mm}$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$22,3 \text{ mm} \leq 25,2 \text{ mm}$$

Warunek spełniony (88%)

4.11. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad II piętrem

4.11.1. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad II piętrem (pod pomieszczeniem p.307-skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad II piętrem pod pomieszczeniem nr p307 – pomieszczenie biurowe skrzydło zachodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = 2,60 \text{ m}$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 6,50 \text{ m} = 6,83 \text{ m}$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403 \text{ cm}^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234 \text{ cm}^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 2,60 = 13,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,80) \cdot 2,60 = 17,6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 17,6 \cdot 6,83^2 = 102,3 \text{ kNm}$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$102,3 \text{ kNm} \leq 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek niespełniony (135%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{13,8 \cdot 6,83^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 36,3 \text{ mm}$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 6830 = 27,3 \text{ mm}$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$36,3 \text{ mm} \leq 27,3 \text{ mm}$$

Warunek niespełniony (133%)

4.11.2. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad II piętrem (pod помещением p.313/314- skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad II piętrem pod помещением nr p313/314 – помещение biurowe skrzydło zachodnie (oznaczenie помещеиъ na rysunkach w заłączнику nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia patrz pkt. 4.10.2:

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$90,1 \text{ kNm} \leq 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek niespełniony (119%)

Warunek stanu granicznego użytkowania belki

$$u \leq u_{lim}$$

$$28,1 \text{ mm} \leq 25,6 \text{ mm}$$

Warunek niespełniony (110%)

4.11.3. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad II piętrem (pod помещением p.308- skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad II piętrem pod помещением nr p308 – часть korytarzu/помещение biurowe skrzydło zachodnie (oznaczenie помещеиъ na rysunkach w заłączнику nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia patrz pkt. 4.10.3.:

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$123,6 \text{ kNm} \leq 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek niespełniony (164%)

Warunek stanu granicznego użytkowania belki

$$u \leq u_{lim}$$

$$65,6mm \leq 33,4mm$$

Warunek niespełniony (196%)

4.11.4. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad II piętrzem (pod pomieszczeniem p.311/315- skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad II piętrzem pod pomieszczeniem nr p311/315 – pomieszczenie biurowe skrzydło zachodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia patrz pkt. 4.10.4.:

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$56,0 \text{ kNm} \leq 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek spełniony (74%)

Warunek stanu granicznego użytkowania belki

$$u \leq u_{lim}$$

$$13,4mm \leq 22,5mm$$

Warunek spełniony (59%)

4.11.5. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad II piętrzem (pod pomieszczeniem p.300/301- część środkowa)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad II piętrzem pod pomieszczeniem nr p300/301 – pomieszczenie biurowe część środkowa (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = (2,70 + 2,20)/2 = 2,45m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 7,06m = 7,41m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 2,45 = 13,0 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,80) \cdot 2,45 = 16,6 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 16,6 \cdot 7,41^2 = 113,8kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$113,8 \text{ kNm} \leq 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek niespełniony (151%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{13,0 \cdot 7,41^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 47,6 \text{ mm}$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 7410 = 29,7 \text{ mm}$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$47,6 \text{ mm} \leq 29,7 \text{ mm}$$

Warunek niespełniony (160%)**4.11.6. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad II piętrzem (pod помещением p.304/305- skrzydło wschodnie)**

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad II piętrzem pod помещением nr p304/305 – помещение би́уровое skrzydło wschodnie (oznaczenie помеще́ний na rysunkach w за́łączнику nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = 2,60 \text{ m}$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 6,20 \text{ m} = 6,51 \text{ m}$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403 \text{ cm}^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234 \text{ cm}^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 2,60 = 13,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,80) \cdot 2,60 = 17,6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 17,6 \cdot 6,51^2 = 93,1 \text{ kNm}$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$93,1 \text{ kNm} \leq 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek niespełniony (123%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{13,8 \cdot 6,51^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 30,0 \text{ mm}$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 6510 = 26,0mm$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$30,0mm \leq 26,0mm$$

Warunek niespełniony (115%)

4.11.7. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad II piętrzem (pod pomieszczeniem p.302/303- skrzydło wschodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad II piętrzem pod pomieszczeniem nr p302/303 – pomieszczenie biurowe skrzydło wschodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = (2,0 + 2,4)/2 = 2,20m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 6,20m = 6,51m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 2,20 = 11,7 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,80) \cdot 2,20 = 14,9 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 14,9 \cdot 6,51^2 = 78,8kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 kNm$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$78,8 kNm \leq 75,5 kNm$$

Warunek niespełniony (104%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{11,7 \cdot 6,51^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 25,4mm$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 6510 = 26,0mm$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$25,4mm \leq 26,0mm$$

Warunek spełniony (98%)

4.12. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad III piętrzem

4.12.1. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad III piętrzem (pod помещением p.406- skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad III piętrzem pod помещением nr p406 – помещение би́уровое skrzydło zachodnie (oznaczenie помеще́ний na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = 2,60m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 6,55m = 6,88m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 2,60 = 13,8 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,80) \cdot 2,60 = 17,6 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 17,6 \cdot 6,88^2 = 103,9 kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 kNm$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$103,9 kNm \leq 75,5 kNm$$

Warunek niespełniony (138%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{13,8 \cdot 6,88^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 37,4mm$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 6880 = 27,5mm$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$37,4mm \leq 27,5mm$$

Warunek niespełniony (136%)

4.12.2. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad III piętrzem (pod помещением p.409/410- skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad III piętrzem pod помещением nr p409/410 – помещение би́уровое skrzydło zachodnie (oznaczenie помеще́ний na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = 2,70m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 6,15m = 6,46m$ - rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403cm^3$ - wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234cm^4$ - moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 2,70 = 14,3 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,80) \cdot 2,70 = 18,3 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 17,6 \cdot 6,46^2 = 95,1 kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 kNm$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$
$$95,1 kNm \leq 75,5 kNm$$

Warunek niespełniony (126%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{14,3 \cdot 6,46^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 30,2mm$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 6460 = 25,8mm$$
$$u \leq u_{lim}$$
$$30,2mm \leq 25,8mm$$

Warunek niespełniony (117%)

4.12.3. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad III piętrzem (korytarz przy klatce schodowej - skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad III piętrzem część korytarzu/pomieszczenie biurowe skrzydło zachodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia patrz pkt. 4.10.3, 4.11.3:

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$
$$123,6 kNm \leq 75,5 kNm$$

Warunek niespełniony (164%)

Warunek stanu granicznego użytkowania belki

$$u \leq u_{lim}$$

$$65,6mm \leq 33,4mm$$

Warunek niespełniony (196%)

4.12.4. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad III piętrzem (pod помещением p.411-skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad III piętrzem pod помещением nr p411 – помещение biurowe skrzydło zachodnie (oznaczenie помещеи on na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia patrz pkt. 4.10.4, 4.11.4:

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$56,0 \text{ kNm} \leq 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek spełniony (74%)

Warunek stanu granicznego użytkowania belki

$$u \leq u_{lim}$$

$$13,4mm \leq 22,5mm$$

Warunek spełniony (59%)

4.12.5. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad III piętrzem (pod помещением p.400/401- część środkowa)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad III piętrzem pod помещением nr p400/401 – помещение biurowe część środkowa (oznaczenie помещеи on na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = (2,70 + 2,20)/2 = 2,45m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 7,00m = 7,35m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 2,45 = 13,0 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,80) \cdot 2,45 = 16,6 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 16,6 \cdot 7,35^2 = 111,8kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$111,8 \text{ kNm} \leq 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek niespełniony (148%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{13,0 \cdot 7,35^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 46,0 \text{ mm}$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 7350 = 29,4 \text{ mm}$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$46,0 \text{ mm} \leq 29,4 \text{ mm}$$

Warunek niespełniony (156%)

4.12.6. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad III piętrzem (pod pomieszczeniem p.405-skrzydło wschodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad III piętrzem pod pomieszczeniem nr p405 – pomieszczenie biurowe skrzydło wschodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia patrz pkt. 4.11.6:

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$93,1 \text{ kNm} \leq 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek niespełniony (123%)

Warunek stanu granicznego użytkowania belki

$$u \leq u_{lim}$$

$$30,0 \text{ mm} \leq 26,0 \text{ mm}$$

Warunek niespełniony (115%)

4.12.7. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad III piętrzem (pod pomieszczeniem p.402-skrzydło wschodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad III piętrzem pod pomieszczeniem nr p402 – pomieszczenie biurowe skrzydło wschodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = 2,10 \text{ m}$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 6,20 \text{ m} = 6,51 \text{ m}$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403 \text{ cm}^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234 \text{ cm}^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 2,10 = 11,1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,80) \cdot 2,10 = 14,2 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 14,2 \cdot 6,51^2 = 75,2 kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 kNm$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$75,2 kNm \leq 75,5 kNm$$

Warunek spełniony (100%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{11,1 \cdot 6,51^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 24,3 mm$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 6510 = 26,0 mm$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$24,3 mm \leq 26,0 mm$$

Warunek spełniony (94%)

4.12.8. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad III piętrzem (pod помещением p.403-skrzydło wschodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad III piętrzem pod помещением nr p403– помещение би́уровое skrzydło wschodnie (oznaczenie помеще́ний na rysunkach w за́łączнику nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 240 (profil rosyjski)
- $a = 1,60 m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 6,20 m = 6,51 m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 325 cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 3903 cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,3 + 2,0) \cdot 1,60 = 8,5 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (3,96 + 2,80) \cdot 1,60 = 10,8 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 10,8 \cdot 6,51^2 = 57,3 kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 325 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 60,9 kNm$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$
$$57,3 \text{ kNm} \leq 60,9 \text{ kNm}$$

Warunek spełniony (94%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{8,5 \cdot 6,51^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 3903 \cdot 10^{-8}} = 24,8 \text{ mm}$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 6510 = 26,0 \text{ mm}$$
$$u \leq u_{lim}$$

$$24,8 \text{ mm} \leq 26,0 \text{ mm}$$

Warunek spełniony (95%)

4.13. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad IV piętrzem

4.13.1. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad IV piętrzem (pod pomieszczeniem p.501b-skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad IV piętrzem pod pomieszczeniem nr p501b – pomieszczenie mieszkanie skrzydło zachodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 240 (profil rosyjski)
- $a = (1,47 + 1,35)/2 = 1,41 \text{ m}$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 6,55 \text{ m} = 6,88 \text{ m}$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 325 \text{ cm}^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (4,80 + 2,1) \cdot 1,41 = 9,7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Obciążenie od słupka więźby dachowej (rozłożone na dwie belki)

$$P = 0,5 \cdot 1,72 \cdot \left(\frac{6,55}{2}\right) \cdot 1,41 = 4,0 \text{ kN}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 + 0,25 \cdot P \cdot l_o = 0,125 \cdot 9,7 \cdot 6,88^2 + 0,25 \cdot 4 \cdot 6,88 = 64,4 \text{ kNm}$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 325 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 60,9 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$
$$64,4 \text{ kNm} \leq 60,9 \text{ kNm}$$

Warunek niespełniony (106%)

4.13.2. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad IV piętrzem (pod pomieszczeniem p.501a-skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad IV piętrzem pod pomieszczeniem nr p501a – pomieszczenie mieszkalne skrzydło zachodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 240 (profil rosyjski)
- $a = (1,74 + 1,82)/2 = 1,78m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 6,20m = 6,51m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 325cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (4,80 + 2,10) \cdot 1,78 = 12,3 \frac{kN}{m^2}$$

Obciążenie od słupka więźby dachowej (rozłożone na dwie belki)

$$P = 0,5 \cdot 1,72 \cdot \left(\frac{6,20}{2}\right) \cdot 1,78 = 4,7 kN$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 + 0,25 \cdot P \cdot l_o = 0,125 \cdot 12,3 \cdot 6,51^2 + 0,25 \cdot 4,7 \cdot 6,51 = 72,7 kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 325 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 60,9 kNm$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$72,7 kNm \leq 60,9 kNm$$

Warunek niespełniony (119%)

4.13.3. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad IV piętrzem (pod pomieszczeniem 501 - skrzydło zachodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad IV piętrzem pod pomieszczeniem nr p.501 pomieszczenie biurowe skrzydło zachodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = (2,20 + 2,10)/2 = 2,15m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 7,95m = 8,35m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (4,0 + 2,0) \cdot 2,15 = 12,9 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (4,8 + 2,8) \cdot 2,15 = 16,3 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 16,3 \cdot 8,35^2 = 142,3 \text{ kNm}$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$142,3 \text{ kNm} \leq 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek niespełniony (188%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{12,9 \cdot 8,35^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 76,0 \text{ mm}$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 8350 = 33,4 \text{ mm}$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$76,0 \text{ mm} \leq 33,4 \text{ mm}$$

Warunek niespełniony (227%)

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = 2,10 \text{ m}$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 5,35 \text{ m} = 5,62 \text{ m}$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403 \text{ cm}^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234 \text{ cm}^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (4,0 + 2,0) \cdot 2,10 = 12,6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (4,8 + 2,80) \cdot 2,10 = 16,0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 16,0 \cdot 5,62^2 = 63,0 \text{ kNm}$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$63,0 \text{ kNm} \leq 75,5 \text{ kNm}$$

Warunek spełniony (83%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{12,6 \cdot 5,62^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 15,2mm$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 5620 = 22,5mm$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$15,2mm \leq 22,5mm$$

Warunek spełniony (67%)

4.13.4. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad IV piętrzem (pod pomieszczeniem p.500a/500b- część środkowa)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad IV piętrzem pod pomieszczeniem nr p500a/500b – pomieszczenie biurowe część środkowa (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = (2,70 + 2,20)/2 = 2,45m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 7,05m = 7,40m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (4,0 + 2,0) \cdot 2,45 = 14,7 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (4,8 + 2,80) \cdot 2,45 = 18,6 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 18,6 \cdot 7,40^2 = 127,5kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 kNm$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$127,5 kNm \leq 75,5 kNm$$

Warunek niespełniony (169%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{14,7 \cdot 7,40^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 53,6mm$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 7400 = 29,6mm$$

$$u \leq u_{lim}$$

$$53,6mm \leq 29,6mm$$

Warunek niespełniony (181%)**4.13.5. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad IV piętrzem (pod pomieszczeniem p.500e-skrzydło wschodnie)**

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad IV piętrzem pod pomieszczeniem nr p500e – pomieszczenie biurowe skrzydło wschodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 280 (profil rosyjski)
- $a = (2,45 + 2,50)/2 = 2,48m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 6,20m = 6,51m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 491cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (4,80 + 2,80) \cdot 2,48 = 18,8 \frac{kN}{m^2}$$

Obciążenie od słupka więźby dachowej (na jedną belkę)

$$P = 1,72 \cdot \left(\frac{6,20}{2}\right) \cdot 2,48 = 13,2 kN$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 + 0,25 \cdot P \cdot l_o = 0,125 \cdot 18,8 \cdot 6,51^2 + 0,25 \cdot 13,2 \cdot 6,51 = 121,3 kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 491 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 91,9 kNm$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R \\ 121,3 kNm \leq 91,9 kNm$$

Warunek niespełniony (132%)**4.13.6. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad IV piętrzem (pod pomieszczeniem p.500d-skrzydło wschodnie)**

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad IV piętrzem pod pomieszczeniem nr p500d – pomieszczenie biurowe skrzydło wschodnie (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 260 (profil rosyjski)
- $a = 2,30m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 6,20m = 6,51m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 403cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej
- $I_x = 5234cm^4$ – moment bezwładności belki stalowej

Wartość charakterystyczna obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (4,0 + 2,0) \cdot 2,30 = 13,8 \frac{kN}{m^2}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (4,8 + 2,80) \cdot 2,30 = 17,5 \frac{kN}{m^2}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 17,5 \cdot 6,51^2 = 92,6 kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 403 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 75,5 kNm$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R \\ 92,6 kNm \leq 75,5 kNm$$

Warunek niespełniony (123%)

Ugięcie belki od wartości charakterystycznej obciążenia

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l_o^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{13,8 \cdot 6,51^4}{205 \cdot 10^6 \cdot 5234 \cdot 10^{-8}} = 30,1 mm$$

Graniczna wartość ugięcia belki w stropie otynkowanym

$$u_{lim} = \frac{1}{250} \cdot l_o = \frac{1}{250} \cdot 6510 = 26,0 mm \\ u \leq u_{lim} \\ 30,1 mm \leq 26,0 mm$$

Warunek niespełniony (116%)

4.13.7. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad IV piętrzem (pod помещением p.500c-skrzydło wschodnie)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad IV piętrzem pod помещением nr p500c– помещение би́ровое skrzydło wschodnie (oznaczenie помеще́ний na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 280 (profil rosyjski)
- $a = 2,68 m$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 6,20 m = 6,51 m$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 491 cm^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (4,80 + 2,80) \cdot 2,68 = 20,4 \frac{kN}{m^2}$$

Obciążenie od słupka więźby dachowej (na jedną belkę)

$$P = 1,72 \cdot \left(\frac{6,20}{2}\right) \cdot 2,68 = 14,3 kN$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 + 0,25 \cdot P \cdot l_o = 0,125 \cdot 18,8 \cdot 6,51^2 + 0,25 \cdot 14,3 \cdot 6,51 \\ = 131,2 kNm$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 491 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 91,9 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$131,2 \text{ kNm} \leq 91,9 \text{ kNm}$$

Warunek niespełniony (143%)

4.14. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad V piętrzem

4.14.1. Sprawdzenie belek stropowych stropu Kleina nad V piętrzem (poddasze – część środkowa)

Poniżej wykonano sprawdzenie belek stalowych stropu Kleina w stropie nad V piętrzem poddasze nieużytkowe część środkowa (oznaczenie pomieszczeń na rysunkach w załączniku nr 1).

Dane przyjęte do sprawdzenia:

- Belka stalowa I 280 (profil wg PN)
- $a = (1,92 + 2,00)/2 = 1,96\text{m}$ - rozstaw belek
- $l_o = 1,05 \cdot l_s = 1,05 \cdot 7,21\text{m} = 7,57\text{m}$ – rozpiętość obliczeniowa belki
- $W_x = 542\text{cm}^3$ – wskaźnik wytrzymałości przekroju belki stalowej

Wartość obliczeniowa obciążenia belki

$$(q + p) \cdot a = (4,8 + 1,68) \cdot 1,96 = 12,7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Obciążenie od słupka więźby dachowej (rozłożone na dwie/trzy belki)

$$P = \frac{1}{3} \cdot 1,72 \cdot \left(\frac{7,21}{2}\right) \cdot 1,96 = 4,0 \text{ kN}$$

Moment zginający belki

$$M_o = 0,125 \cdot (q + p) \cdot a \cdot l_o^2 + 0,25 \cdot P \cdot l_o = 0,125 \cdot 12,7 \cdot 7,57^2 + 0,25 \cdot 4,0 \cdot 7,57 = 98,6 \text{ kNm}$$

Nośność obliczeniowa belki

$$M_R = \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d = 1,07 \cdot 542 \cdot 10^{-6} \cdot 175 \cdot 10^3 = 101,5 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności belki

$$M_o \leq M_R$$

$$98,6 \text{ kNm} \leq 101,5 \text{ kNm}$$

Warunek spełniony (97%)

4.15. Podsumowanie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych

Wykonano obliczenia sprawdzające w zakresie:

- Określenia oddziaływań, obciążeń stałych i zmiennych wraz z kombinatoryką obciążeń stropów;
- Obliczenia płyt Kleina stropy między kondygnacyjne budynku i stropu odcinkowego (strop nad piwnicą skrzydło zachodnie);
- Obliczenia wybranych belek stalowych stropów Kleina i stropu odcinkowego na stan graniczny nośności i użytkowania.

Zgodnie z normą PN-82/B-02003 wartości charakterystyczne obciążeń technologicznych równomiernie rozłożonych dla pokoi biurowych i gabinetów naukowych powinny wynosić $2,0 \text{ kN/m}^2$ (200 kg/m^2), dla przestrzeni komunikacyjnych – korytarzy $2,5 \text{ kN/m}^2$ (250 kg/m^2), dla magazynów

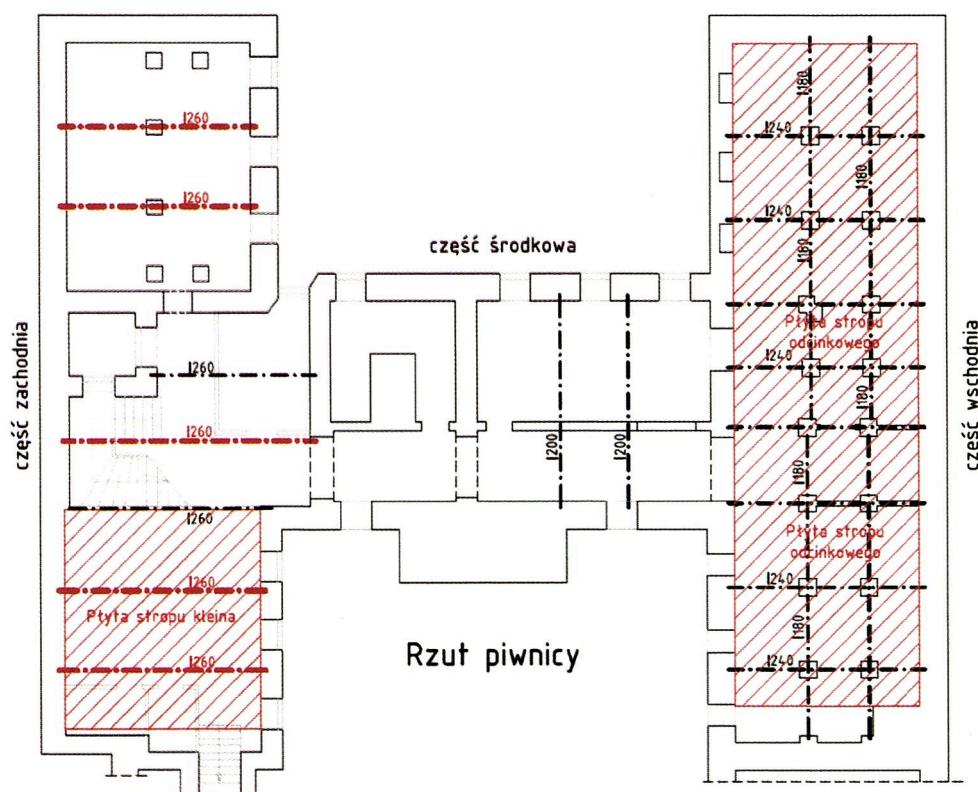
archiwów i bibliotek wartość obciążeń należy ustalać indywidualnie lecz nie mniej niż $5,0 \text{ kN/m}^2$ (500 kg/m^2).

Na podstawie przeprowadzonych analiz obliczeniowych w pkt. od 4.1 do 4.14 dla obciążeń zmiennych (użytkowych) wynikających z obecnego użytkowania (obciążenia użytkowe wg norm serii PN-B) stwierdzono przekroczenia stanów granicznych nośności i użytkowania dla:

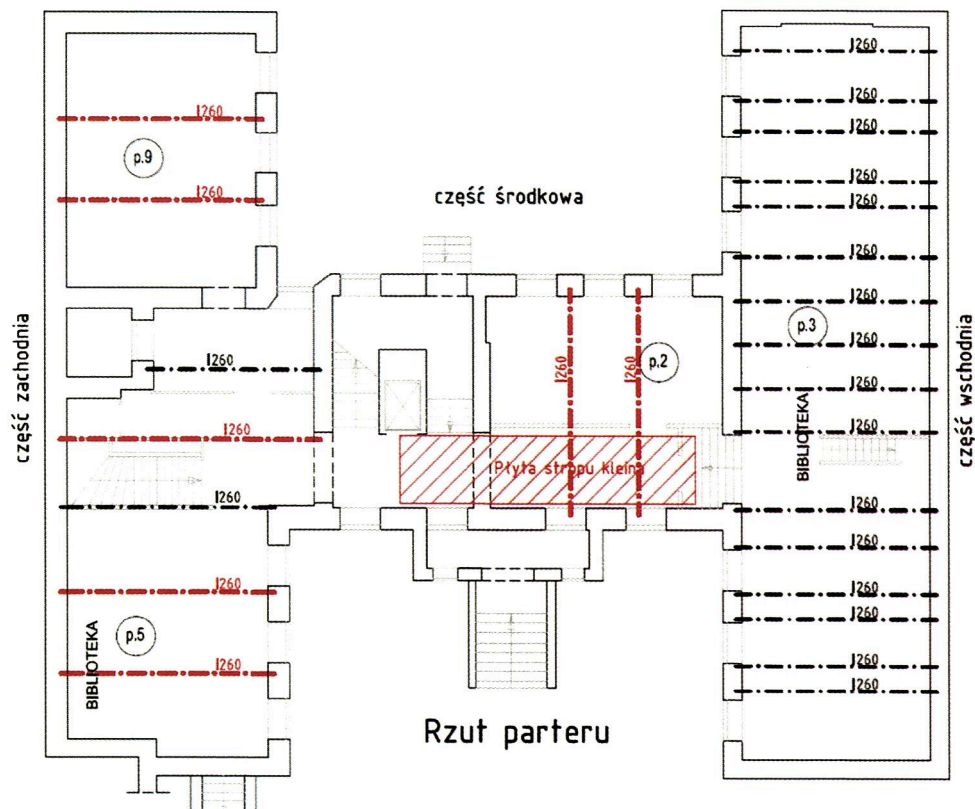
- Płyt stropu odcinkowego pod pomieszczeniem nr p3 użytkowanego jako biblioteka
- Płyt stropów Kleina w korytarzach (przestrzenie komunikacyjne)
- Płyt stropów Kleina na parterze po pomieszczeniem nr 5 użytkowanego jako biblioteka
- Belek stalowych stropów Kleina międzykondygnacyjnych

Należy również zaznaczyć że przy uwzględnieniu dodatkowych obciążeń od ścianek działowych przekroczenia (wytężenia) stanów granicznych analizowanych elementów konstrukcji stropów będą większe.

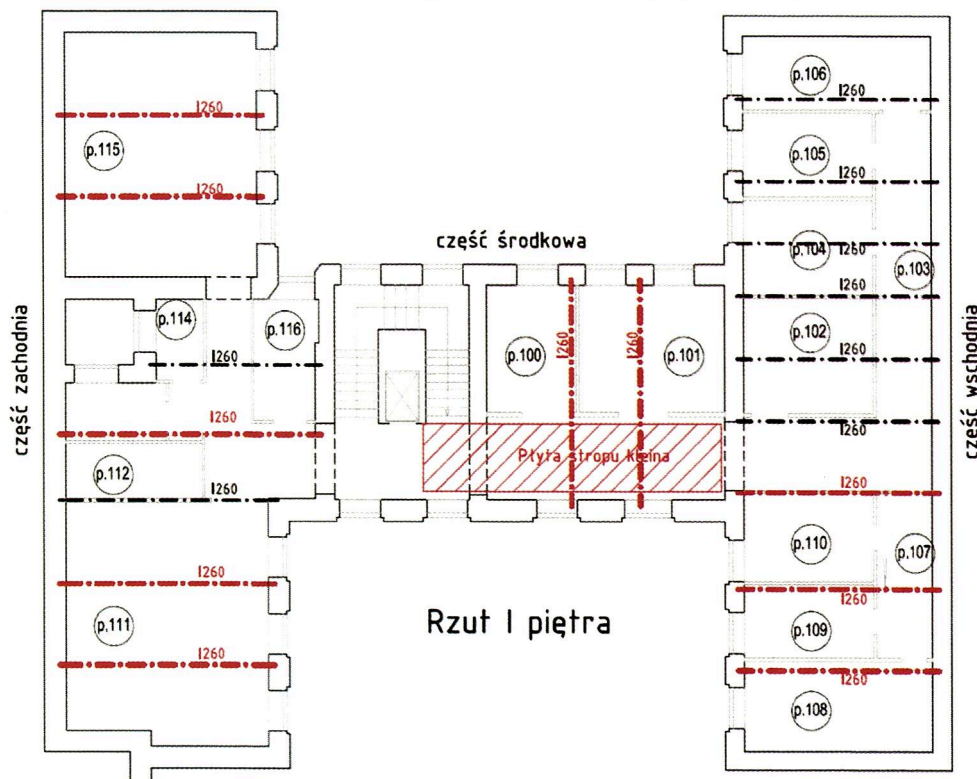
Lokalizację elementów w których stwierdzono przekroczenie stanów granicznych schematycznie wskazano kolorem czerwonym na rysunkach nr od 9 do 14 rzutów kondygnacji budynku.



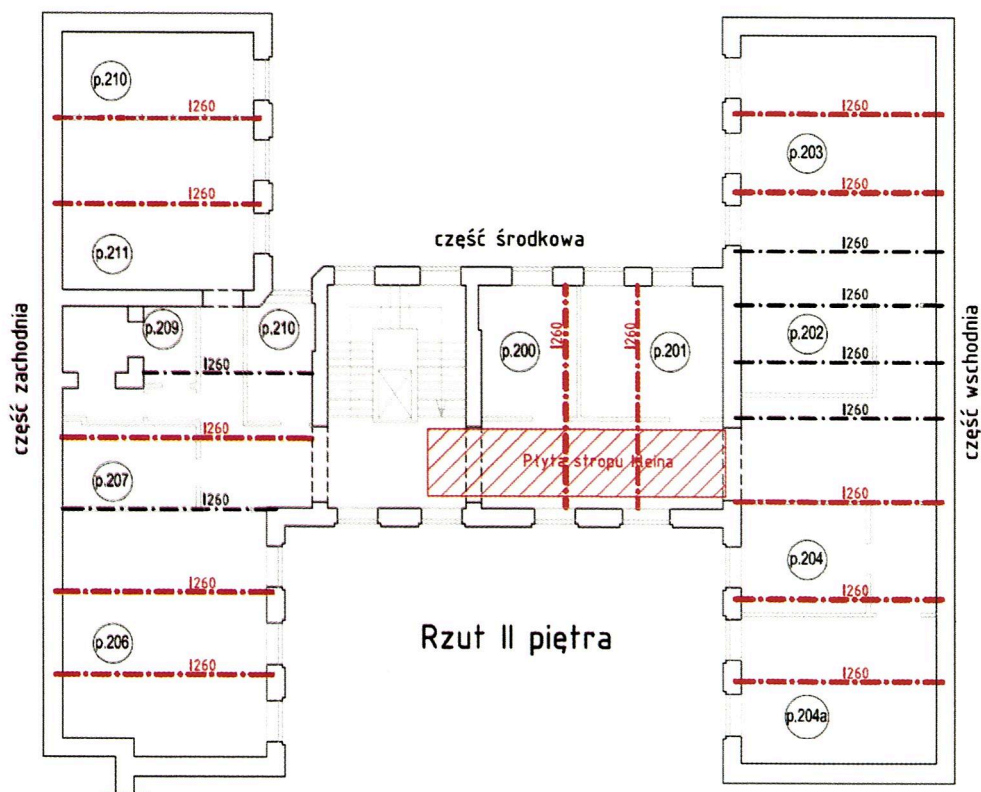
Rys. nr 9. Rzut piwnicy (kolorem czerwonym wskazano elementy konstrukcji dla których stwierdzono przekroczenie stanów granicznych nośności/użytkowania)



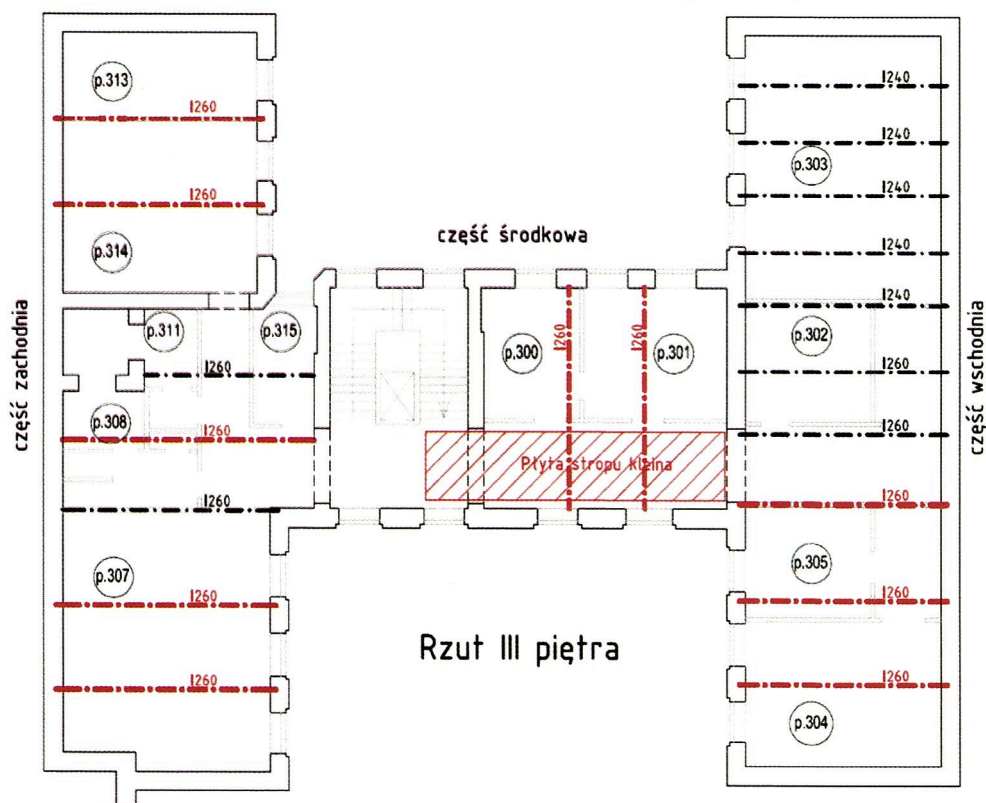
Rys. nr 10. Rzut parteru (kolorem czerwonym wskazano elementy konstrukcji dla których stwierdzono przekroczenie stanów granicznych nośności/użytkowania)



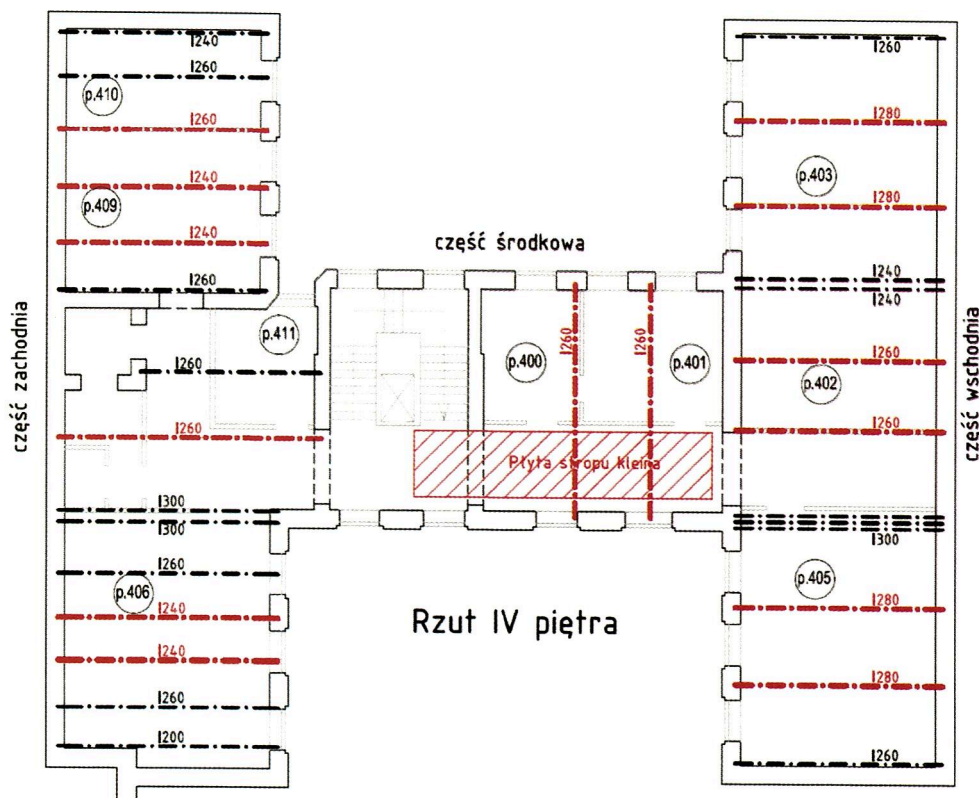
Rys. nr 11. Rzut I piętra (kolorem czerwonym wskazano elementy konstrukcji dla których stwierdzono przekroczenie stanów granicznych nośności/użytkowania)



Rys. nr 12. Rzut II piętra (kolorem czerwonym wskazano elementy konstrukcji dla których stwierdzono przekroczenie stanów granicznych nośności/użytkowania)



Rys. nr 13. Rzut III piętra (kolorem czerwonym wskazano elementy konstrukcji dla których stwierdzono przekroczenie stanów granicznych nośności/użytkowania)



Rys. nr 14. Rzut IV piętra (kolorem czerwonym wskazano elementy konstrukcji dla których stwierdzono przekroczenie stanów granicznych nośności/użytkowania)

5. ANALIZA I OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU WRAZ ZE WSKAZANIEM POTENCJALNYCH PRZYCZYN WYSTĘPUJĄCYCH NIEPRAWIDŁOWOŚCI

W ramach analizy i oceny stanu technicznego budynku Muzeum i Instytutu Polskiej Akademii Nauk podczas wizji lokalnych w czerwcu i lipcu 2020r. przeprowadzono badania wizualne, pomiary, skany stropów, odkrywki elementów konstrukcji, inwentaryzację występujących nieprawidłowości.

Ponadto wykonano obliczenia sprawdzające statyczno-wytrzymałościowe w zakresie:

- Określenia oddziaływań, obciążeń stałych i zmiennych wraz z kombinatoryką obciążeń stropów;
- Obliczenia płyt Kleina stropów międzykondygnacyjnych budynku i stropu odcinkowego (strop nad piwnicą skrzydło zachodnie) – stan graniczny nośności;
- Obliczenia wybranych belek stalowych stropów Kleina i stropu odcinkowego - stan graniczny nośności i użytkowania.

Zasadniczymi stwierdzonymi nieprawidłowościami są:

- Brak monolitycznego połączenia ścian nośnych ze stropami budynku, brak wieńców w murach na poszczególnych kondygnacjach budynku;
- Brak połączenia (powiązania murów) ściany w narożniku południowo-zachodnim z uwagi na rozebranie oficyny sąsiedniego budynku nr 66;

- Płyty stropów ceramiczno-stalowych tj. odcinkowego oraz Kleina mają niewystarczającą nośność. W wyniku analiz obliczeniowych płyty te mogą być użytkowane przy obciążeniu użytkowym zmiennym do $2,0 \text{ kN/m}^2$ (200 kg/m^2). W pomieszczeniach przeznaczonych jako archiwa, biblioteki obciążenia zmienne wynoszą min. $5,0 \text{ kN/m}^2$, a w przestrzeniach komunikacyjnych korytarzach $2,5 \text{ kN/m}^2$ (200 kg/m^2);
- Belki stalowe stropów międzykondygnacyjnych w budynku wskazane na rysunkach od 9 do 14 oraz obliczone w pkt. od 4.8 do 4.14 mają niewystarczającą nośność do obciążeń wynikających z obecnego użytkowania. W pkt. od 4.8 do 4.14 wykazano znaczne przekroczenia stanów granicznych nośności i użytkowania belek stropowych;
- Korozja powierzchniowa./wzrówna belek stalowych stropu odcinkowego w stropie nad piwnicą pod pomieszczeniem nr p3 biblioteka;
- Przecieki i zawilgocenia ścian i posadzek podziemia budynku.

Przyczynami występujących nieprawidłowości są:

- Zarysowania i pęknięcia ścian spowodowane są niewielką sztywnością przestrzenną budynku, która wynika z braku wieńców oraz brakami przewiązań murów ścian szczytowych i działowych. Zarysowania powstały na skutek nierównomiernego osiadania przedmiotowego budynku. Ściana szczytowa wschodnia ma szczególnie niekorzystne warunki stateczności. Pomimo zamontowania kotew i ściągow w ścianie wschodniej nie jest ona dostatecznie zespolona z budynkiem. Ściana ta jest wolnostojąca o długości ok. 24,6m i wysokości ok. 27,0m punktowo podparta przez kotwy i ściągi. Ścianki działowe na wyższych kondygnacjach nie usztywniają ściany wschodniej z uwagi na brak przewiązań i wykonane przy ścianie otworów drzwiowych. Za dosztywnienie tej ściany nie można uznać również stropów Kleina ze względu na ich niewystarczającą nośność. Ponadto na ścianie oparte są podciąg na których wykonano nośne ściany o grubości 41cm przez co ściana szczytowa została mimośrodowo obciążona dużymi siłami.
- Zarysowania/pęknięcia pionowe ściany południowej bocznej oficyny południowo-zachodniej powstały na skutek braku powiązań w murze narożnika południowo-zachodniego z uwagi na rozebrania oficyny sąsiedniego budynku przy ul. Wilczej 66. Pionowe pęknięcia muru na całej wysokości budynku w narożniku południowo-zachodnim, bocznej oficyny północno-zachodniej spowodowane zostało przez nierównomierne osiadanie ściany zachodniej i wewnętrznej ściany działowej.
- Przy obecnie występującym obciążeniu płyty stropów stalowo-ceramicznych w odniesieniu do rozpiętości, ich nośność jest niewystarczająca. Przy tak dużych rozpiętościach płyt do 2,6-3,0m jakie występują w przedmiotowym budynku obciążenia technologiczne oraz od ścianek działowych powinny być przekazywane bezpośrednio na belki stalowe;
- Na podstawie przeprowadzonych analiz obliczeniowych w pkt. od 4.8 do 4.14 dla obciążeń zmiennych (użytkowych) wynikających z obecnego użytkowania stwierdzono przekroczenia stanów granicznych nośności i użytkowania belek stalowych stropów ceramiczno-stalowych typu Kleina. Zgodnie z normą PN-82/B-02003 wartości

charakterystyczne obciążeń technologicznych równomiernie rozłożonych dla pokoi biurowych i gabinetów naukowych powinny wynosić $2,0 \text{ kN/m}^2$ (200 kg/m^2), dla przestrzeni komunikacyjnych – korytarzy $2,5 \text{ kN/m}^2$ (250 kg/m^2), dla magazynów archiwów i bibliotek wartość obciążeń należy ustalać indywidualnie lecz nie mniej niż $5,0 \text{ kN/m}^2$ (500 kg/m^2). Należy również zaznaczyć że przy uwzględnieniu dodatkowych obciążeń od ścianek działowych przekroczenia (wytężenia) stanów granicznych analizowanych elementów konstrukcji stropów będą większe;

- Z powodu zbyt dużej wilgotności powietrza w pomieszczeniach podziemia (spowodowanego przeciekami po opadach atmosferycznych) belki stropu nad piwnicą uległy korozji powierzchniowej/wżerowej;
- Przecieki i zawilgocenia ścian i posadzek podziemia budynku spowodowane jest brakiem lub niewystarczającą izolacją przeciwwodną/wilgociową ww. elementów. Po opadach atmosferycznych woda przedostaje się do wnętrza pomieszczeń podziemia.

Inwentaryzację występujących nieprawidłowości wraz z dokumentacją fotograficzną zamieszczono w pkt. 3.3 niniejszego opracowania. Stwierdzono nieprawidłowości występują w znacznej ilości w większości elementów budynku.

Na podstawie przeprowadzonych: badań wizualnych, pomiarów, odkrywek, inwentaryzacji, analizy dokumentacji, a także kontrolnych analiz obliczeniowych statyczno-wytrzymałościowych stwierdza się, że aktualny stan techniczny jest zły.

Z uwagi na niekorzystne oddziaływanie występujących nieprawidłowości na ogólny stan techniczny budynku oraz jego użytkowników należy usunąć przyczyny ich występowania i przywrócić odpowiedni standard użytkowania budynku.

6. WNIOSKI I ZALECENIA W ZAKRESIE DALSZEGO POSTĘPOWANIA Z BUDNKIEM

Na podstawie przeprowadzonych badań wizualnych, pomiarów, odkrywek, inwentaryzacji nieprawidłowości, analiz dokumentacji obiektu oraz kontrolnych obliczeń statyczno-wytrzymałościowych elementów konstrukcji można sformułować następujące wnioski i zalecenia:

- Stan techniczny Muzeum i Instytutu Polskiej Akademii Nauk **jest zły** i obecnie **może zagrażać bezpieczeństwu użytkowania budynku**;
- Weryfikacja obliczeniowa elementów konstrukcji stropów (płyt i belek stropów stalowo-ceramicznych) budynku w pkt. 4. wykazała **brak spełnienie warunków stanów granicznych nośności i użytkowania**;
- W analizach obliczeniowych uwzględniono współczynniki bezpieczeństwa wymagane przez normy serii PN-B. Wartości sił wewnętrznych obliczone dla charakterystycznych wartości obciążeń stałych nie przekraczałyby nośności ustalonych dla średnich parametrów materiałowych. To tłumaczy dlaczego do tej pory w budynku nie wystąpiły poważne stany awaryjne. Jednak konstrukcja nośna budynku nie gwarantuje należytego, wymaganego przez współczesne normy, poziomu niezawodności - prawdopodobieństwo wystąpienia awarii jest wysokie. Należy podkreślić, że długi czas użytkowania budynku i wynikające z niego ubytki korozyjne, dodatkowo zwiększają to prawdopodobieństwo;
- Analiza i ocena stanu technicznego przedstawiono w pkt. 5;

- Na podstawie weryfikacji rozwiązań przedstawionych w dokumentacji technicznej, opisu technicznego, inwentaryzacji nieprawidłowości oraz powyższej analizy z uwzględnieniem zawartych w niej uwag, ocenia się że elementy konstrukcji budynku Muzeum i Instytutu Polskiej Akademii Nauk przy ul. Wilczej 64 w Warszawie, **nie spełniają wymagań z zakresu bezpieczeństwa konstrukcji określonych w Polskich Normach serii PN-B oraz warunków rozporządzenia ministra infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 nr 75 poz. 690, Dz. U. 2019 poz. 1605)**, co oznacza, że do czasu usunięcia nieprawidłowości tj. wykonania niezbędnych wzmocnień **budynek powinien zostać wyłączony z użytkowania**;
- Zakres prac naprawczych powinien obejmować min.: wzmocnienie płyt i belek nośnych stropów stalowo-ceramicznych lub ich wymianę; naprawę zarysowań ścian nośnych i działowych w budynku; wykonanie izolacji przeciwwilgociowej/wodnej podziemia budynku;
- Wzmocnienie belek stropowych można wykonać poprzez zwiększenie ich parametrów wytrzymałościowych (wskaźnika wytrzymałości przekrojów i momentu bezwładności) np. poprzez przyspawania płaskowników lub przekroi stalowych do półek belek. Można również rozważyć wprowadzenie dodatkowych podpór w celu zmniejszenia rozpiętości płyt i belek stropowych przed tym należy zbadać nośność podłoża gruntowego i zaprojektować dodatkowe stropy fundamentowe. Ponadto można zmniejszyć obciążenie ścianami działowymi poprzez ich wyburzenie i wykonanie lekkich systemowych ścianek gipsowo-kartonowych;
- W miejscach zarysowań ścian należy skuć tynki w celu identyfikacji czy zarysowania występują w tynkach czy również zarysowaniom uległy elementy murowe. Spękania ścian należy naprawić. Dla zapewnienia właściwego scalenia struktury muru przy spękaniach przelotowych należy np. zastosować technologię przebrojenia ścian np. przy użyciu prętów o konstrukcji spiralnej wykonanej z nierdzewnej stali austenitycznej lub kotew ze stali nierdzewnej, lub wykonać przemurowanie ściany w miejscach zarysowań. Spękane, zarysowane oraz uszkodzone zawilgoceniem tynki należy skuć i wykonać nowe;
- Z uwagi na lokalne nieprawidłowości związane z zawilgoceniem ścian, posadzek podziemia budynku należy wykonać hydroizolację pionową i poziomą części podziemnej obiektu. Hydroizolację pionową można wykonać za pomocą: izolacji bitumicznej; mas bitumicznych; materiałów mineralnych ewentualnie metodą iniekcji kurtynowej przy użyciu żeli poliuretanowych lub akrylowych. Hydroizolację poziomą murów ceglanych można wykonać metodą hydrofobową (metoda grawitacyjna) która polega na nawierceniu najczęściej dwurzędu otworów o głębokości $\frac{3}{4}$ grubości muru i nasączeniu ich odpowiednim preparatem. Hydroizolację poziomą można również wykonać metodą iniekcji niskociśnieniowej w technologii producentów materiałów;
- Wykonać izolację termiczną stropu poddasza w celu zapewnienie wymagań izolacyjności cieplnej;
- Z uwagi na wiek obiektu, stan techniczny, zakres występujących nieprawidłowości, zaleca się wykonać analizę ekonomiczną napraw;

- Naprawy muszą być przeprowadzone po uprzednim opracowaniu dokumentacji projektowej;
- Niezależnie od wybranej technologii, materiały stosowane do napraw powinny mieć odpowiednie dokumenty uprawniające do wprowadzenia do obrotu i stosowania w budownictwie. Prace remontowe powinny być wykonywane przez wyspecjalizowanego pracowników wykonawcy, pod ścisłym nadzorem technicznym ze strony inspektora nadzoru, kierownika budowy, projektanta i Inwestora oraz technologicznym producenta materiałów zgodnie z przepisami bhp i p. poż.

Kierownik Zakładu/weryfikacja:

KIEROWNIK
Zakładu Konstrukcji Budowlanych,
Geotechniki i Betonu

dr hab. inż. Artur Piekarczyk, prof. ITB

dr hab. inż. Artur Piekarczyk, prof. ITB

Z-ca Kierownika
Zakładu Konstrukcji Budowlanych, Geotechniki i Betonu

dr inż. Jarosław Szulc
dr inż. Jarosław Szulc

Autorzy opracowania:

S. I. Dudziak

dr inż. Sławomir Dudziak

A. Mazurek

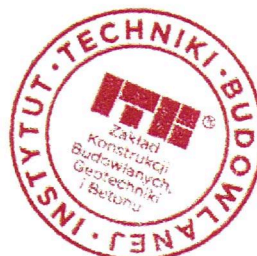
mgr inż. Aleksandra Mazurek

M. Pawłowski

mgr inż. Marian Pawłowski

Krzysztof Sztuka

mgr inż. Krzysztof Sztuka



ZAŁĄCZNIK NR 1 – DOKUMENTACJA RYSUNKOWA

Spis rysunków:

Rysunek nr 1 – Rzut Piwnicy

Rysunek nr 2 – Rzut Parteru

Rysunek nr 3 – Rzut I Piętra

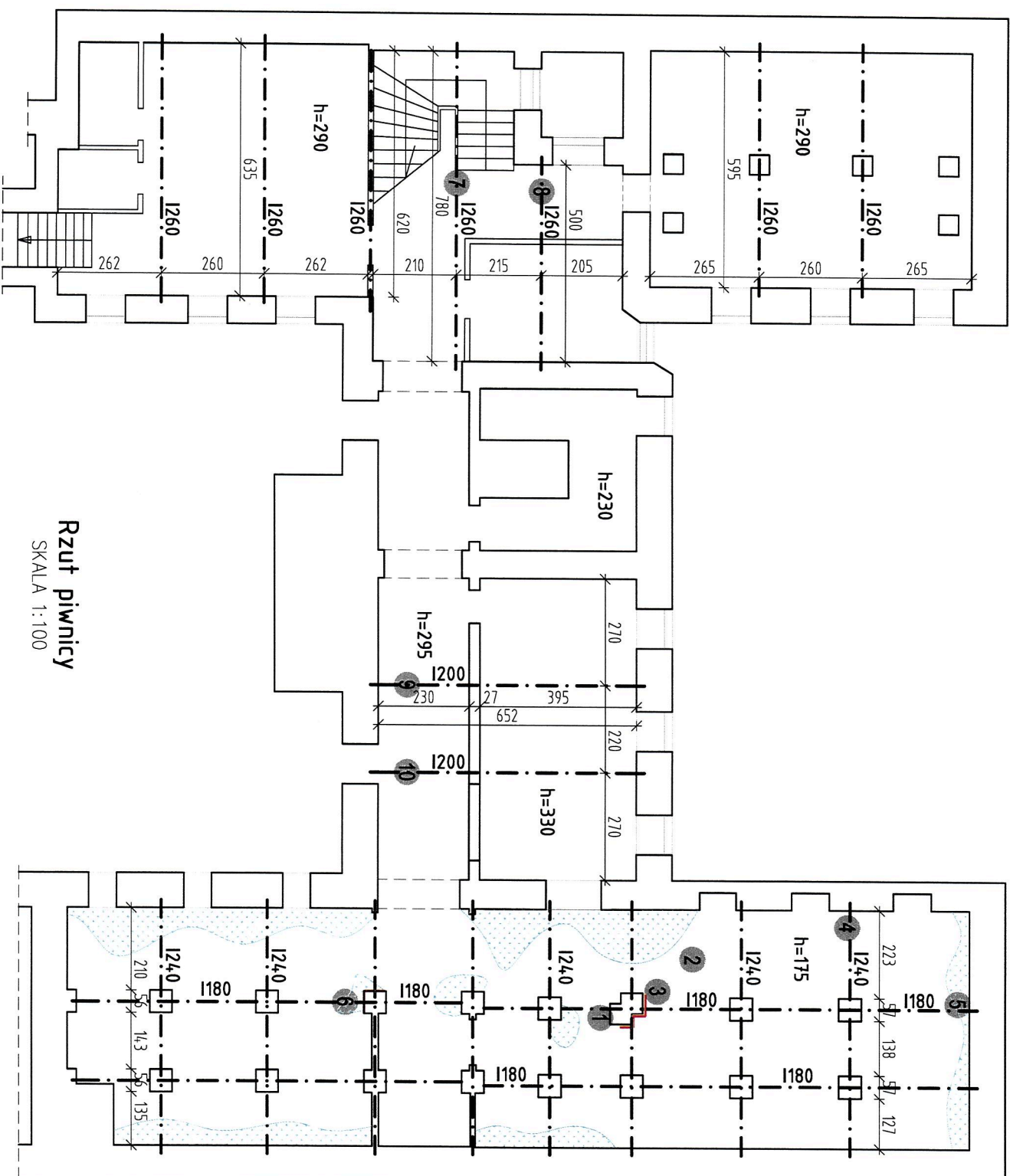
Rysunek nr 4 – Rzut II Piętra

Rysunek nr 5 – Rzut III Piętra

Rysunek nr 6 – Rzut IV Piętra

Rysunek nr 7 – Rzut V Piętra

Rysunek nr 8 – Rzut Poddasza

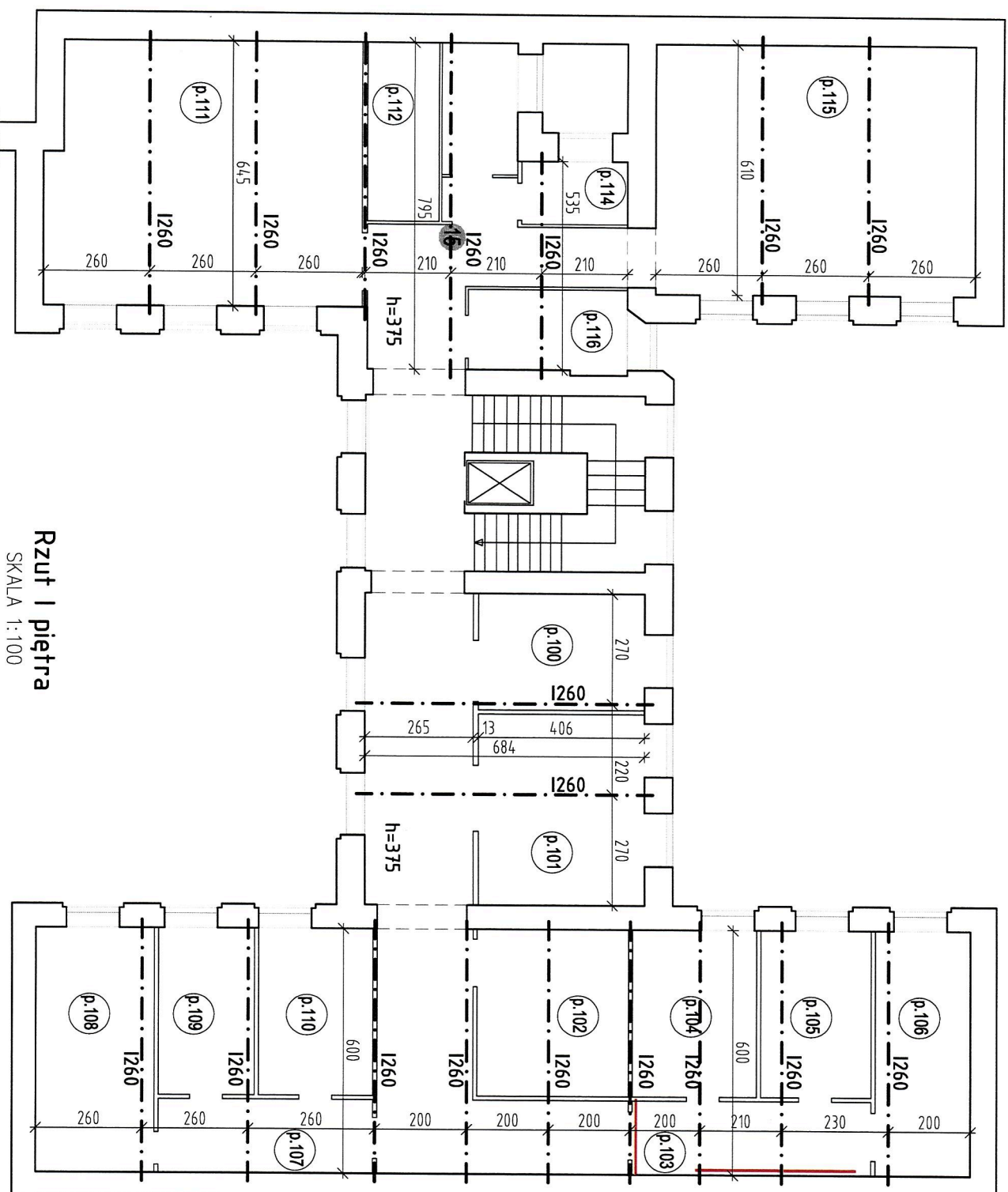


Rzut piwnicy
SKALA 1:100

LEGENDA	
	przecięki
	zarysowania sufitu
	zarysowania ścian
	miar rozwarłości rys
	ścigi
	zarysowania posadzki
	numer pomieszczenia
	numer odkrytki

Rysunek przedstawia stan sierpień 2020 r.

Zlecenie:	01337020ZONCK Muzeum i Instytut Zoologii Polskiej Akademii Nauk Eksperytyza naukowo-techniczna do stanu technicznego budynku Muzeum i Instytutu Zoologii PAN przy ul. Włocław 64 w Warszawie
Wykonanie:	Instytut Techniki Budowlanej Zakład Konstrukcji Budowlanych, Geotechniki i Betonu ul. Filtrów 1 00-671 Warszawa www.itb.pl
Opracował:	mgr inż. Aleksandra Miazurek mgr inż. Krzysztof Szulka dr inż. Sławomir Dudek
Weryfikacja:	dr inż. Jarosław Szulc
Tytuł rysunku:	RZUT PIWNICY
Skala:	1:100
Data:	SIERPIEŃ 2020
Branda:	KONSTRUKCJA

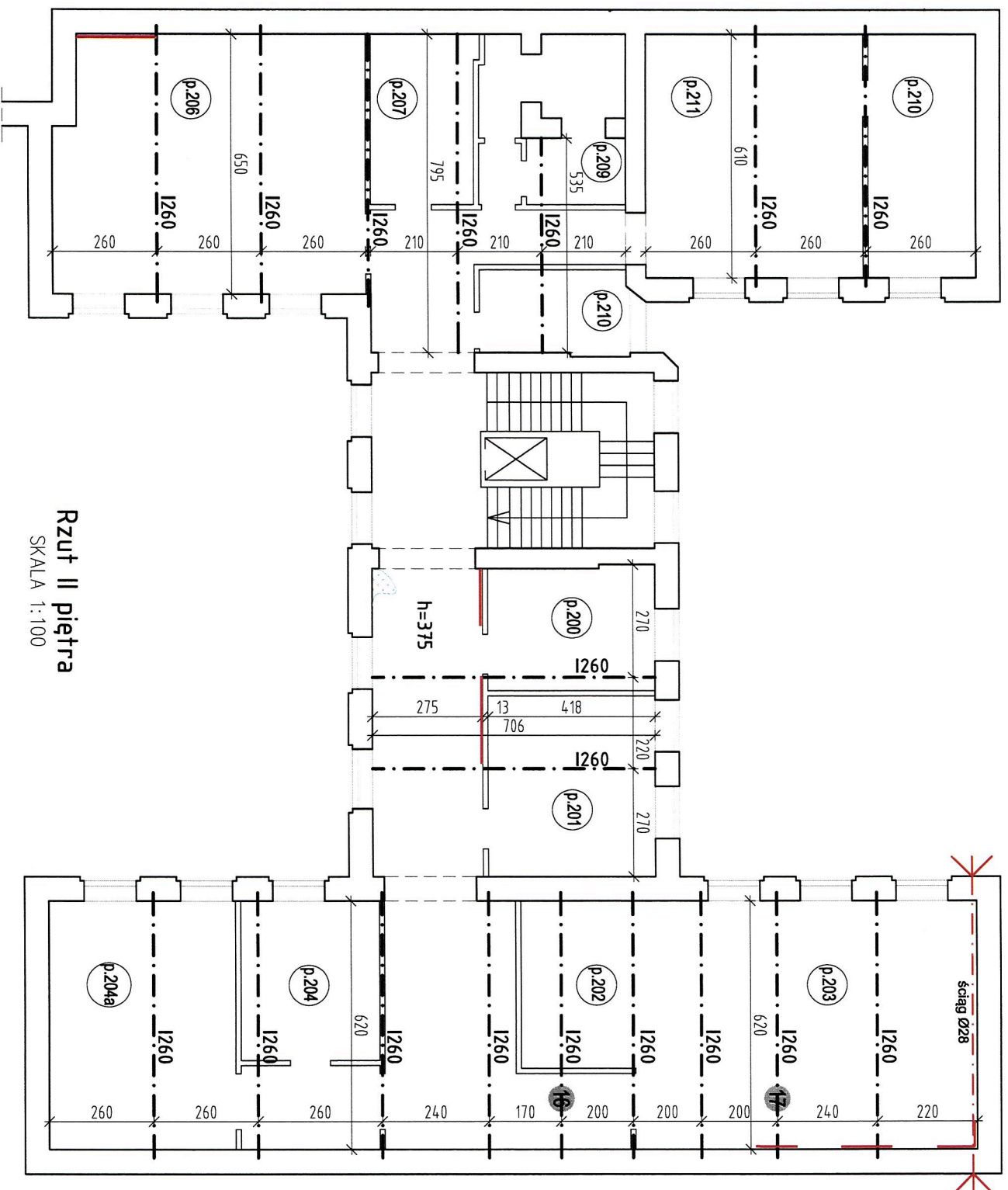


Rzut I piętra
SKALA 1:100

LEGENDA	
	przecięci
	zarysowania sufitu
	zarysowania ścian
	pomiar rozwartości rys
	zarysowania posadzki
	numer pomieszczenia
	numer odkrytki

Rysunek przedstawia stan sierpień 2020 r.

Złocenie:	0133/2020/2000X Muzeum i Instytut Zoologii Polskiej Akademii Nauk Eksponacja naukowo-techniczna do stanu bieżącego budynku Muzeum i Instytutu Zoologii PAN przy ul. Włocław 64 w Warszawie
Wykonanie:	Instytut Techniki Budowlanej Zakład Konstrukcji Budowlanych, Geotechniki i Betonu ul. Filtrów 1 00-611 Warszawa www.itb.pl
Opis:	Imię i Nazwisko: mgr inż. Aleksandra Mazurek mgr inż. Krzysztof Szulca dr inż. Sławomir Dudek dr inż. Janolaw Szulc
Weryfikacja:	dr inż. Janolaw Szulc
Tytuł rysunku:	RZUT I PIĘTRA
Skala:	1:100
Data:	SIERPIEŃ 2020
Brano:	KONSTRUKCJA

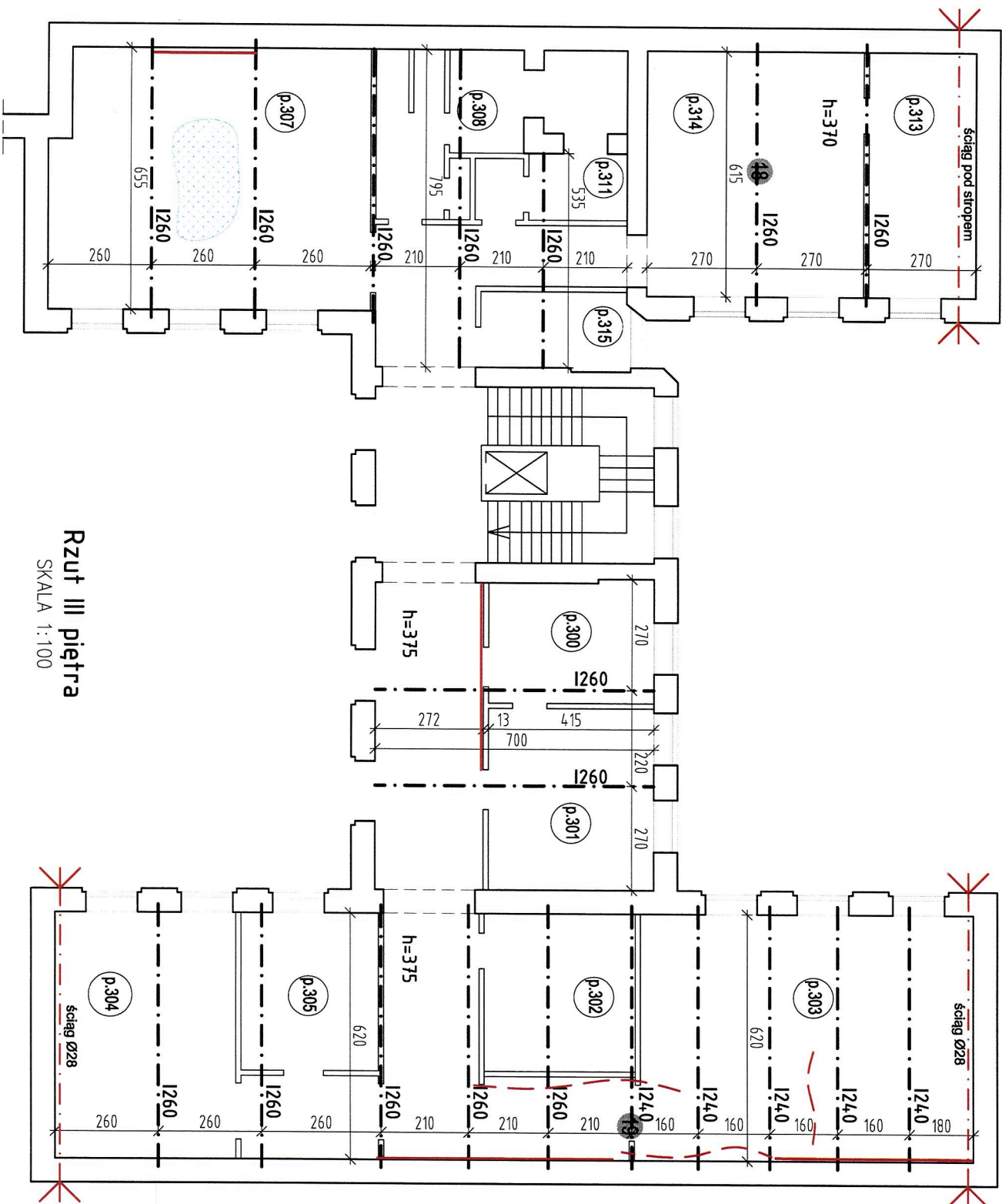


LEGENDA

-  przecięki
-  zarysowania sufitu
-  zarysowania ścian
-  pomiar rozważności rys
-  ściagi
-  zarysowania posadzki
-  numer pomieszczenia
-  numer odkrywkki

Rysunek przedstawia stan sierpień 2020 r.

Załącznik:		01331/2020NKC Mazowiecki Instytut Zoologii Polskiej Akademii Nauk Eksperymentalno-badawczyca dzia. służy badawczemu oddziałowi Mazowiecki Instytut Zoologii PAN przy ul. Włocław 64 w Warszawie
Opracował:		Instytut Techniki Budowlanej ul. Piłsudskiego 1 00-611 Warszawa www.itb.pl
Wzrostła:		Imię i Nazwisko: mgr inż. Aleksandra Mazurek mgr inż. Krzysztof Szulka dr inż. Sławomir Dudziak dr inż. Jarek Szwed
Tytuł rysunku:		RZUT II PIĘTRA
Skala:	Data:	Brak
1:100	SEPTEMBER 2020	KONSTRUKCJA

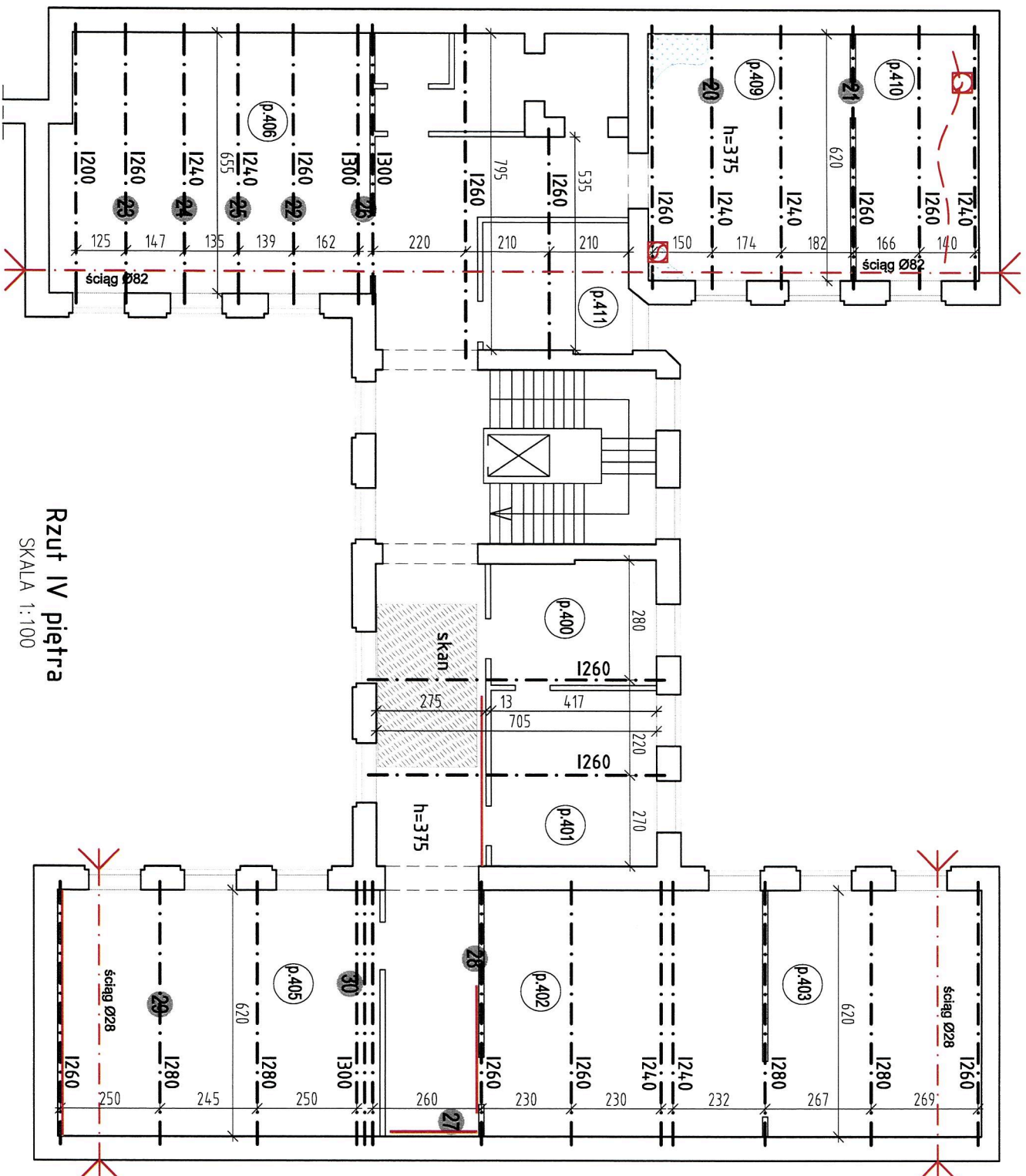


Rzut III piętra
SKALA 1:100

LEGENDA	
	przecięki
	zarysowania sufitu
	zarysowania ścian
	pomiar rozmiarłości rys
	zarysowania posadzki
	ściagi
	numer pomieszczenia
	numer odkrytki

Rysunek przedstawia stan sierpień 2020 r.

Zlecenie:	01337/20/ZOONCK Muzeum i Instytut Zoologii Polskiej Akademii Nauk Eksponacja naukowo-techniczna do stanu technicznego budynku Muzeum i Instytutu Zoologii PAN przy ul. Włocław 64 w Warszawie		
	Instytut Techniki Budowlanej Zakład Konstrukcji Budowlanych, Geotechniki i Betonu ul. Filipowa 1 00-611 Warszawa www.itb.pl		
Opracował:	mgr inż. Aleksandra Mazurek		
	mgr inż. Krzysztof Szulka		
	dr inż. Sławomir Dudziak		
Weryfikał:	dr inż. Jacek Szulc		
Tytuł rysunku:	RZUT III PIĘTRA		
Skala:	1:100	Data:	SIERPIEŃ 2020
		Strona:	KONSTRUKCJA

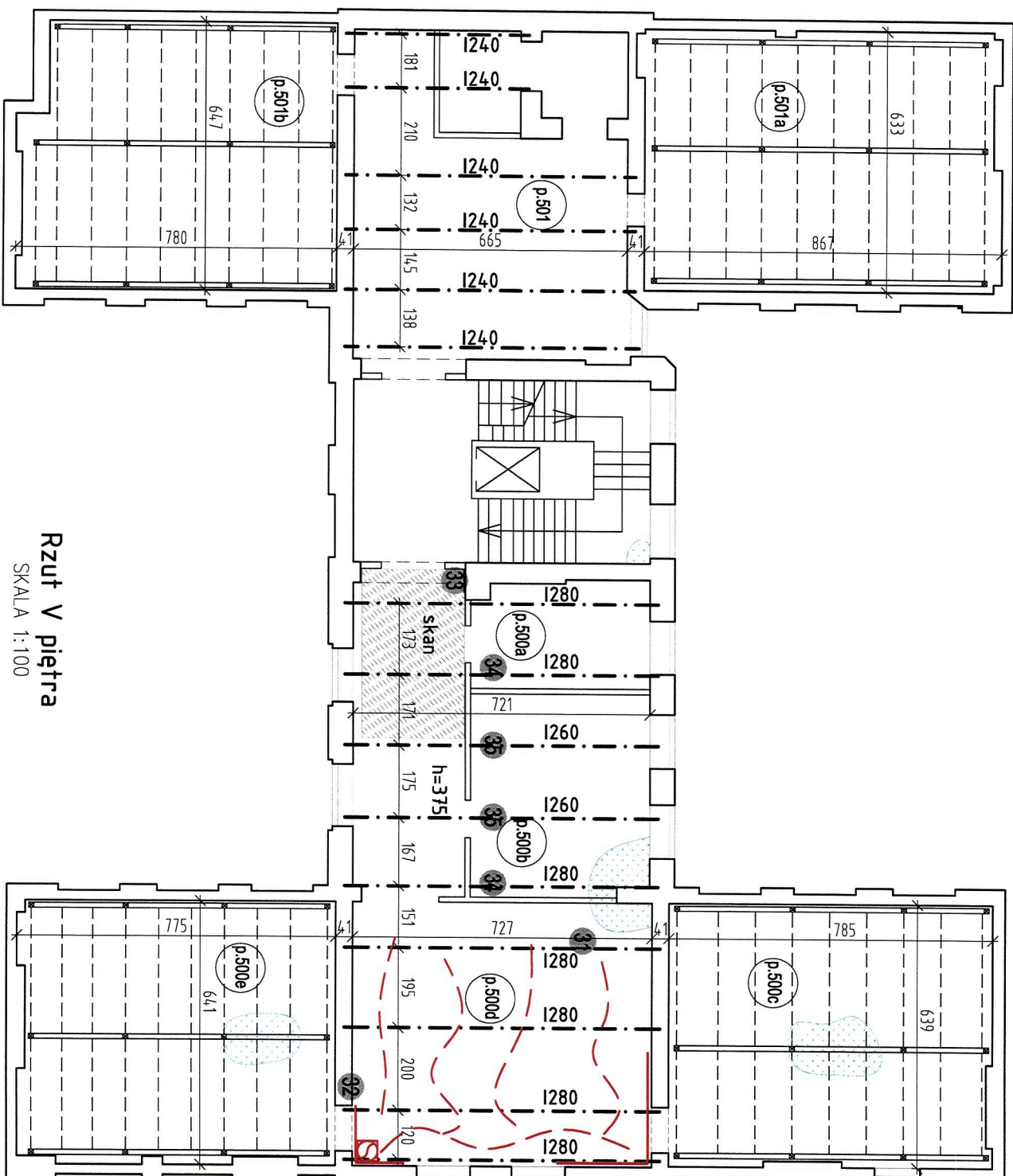


LEGENDA

-  przecięki
-  zarysowania sufitu
-  zarysowania ścian
-  pomiar rozwartości rys
-  ściagi
-  zarysowania posadzki
-  numer pomieszczenia
-  numer odkrywyki

Rysunek przedstawia stan sierpień 2020 r.

Zgłoszenie:	0133720/ZONZK Mazurka i Instytut Zoologii Państwemu Nauk Eksperymentu i Inżynierii Biologicznej dot. danego wykorzystania bioproduktów Mazurka i Instytutu Zoologii PAN przy ul. Włocławskiej 64 Warszawa
Logo:	
Opracował:	Instytut Techniki Budowlanej Zakład Konstrukcji Budowlanych, Geotechniki i Betonu ul. Piłsudskiego 1 00-881 Warszawa www.itb.pl
Miejsce:	Imię i Nazwisko: mgr inż. Aleksandra Mazurek mgr inż. Krzysztof Szalka dr inż. Sławomir Dudek
Weryfikacja:	dr inż. Jarosław Solik
Tytuł projektu:	RZUT IV PIĘTRA
Status:	Data:
1:100	SIERPIEN 2020
	KONSTRUKCJA



Rzut V piętra
SKALA 1:100

Rysunek przedstawia stan sierpień 2020 r.

LEGENDA	
	przecieki
	zarysowania sufitu
	zarysowania ścian
	miar rozmiarów rys
	ściagi
	zarysowania posadzki
	numer pomieszczenia
	numer odkrywk

Zlecenie:	01337/20/2000XZ Muzeum i Instytut Zoologii Polskiej Akademii Nauk Ekspertyza naukowo-techniczna dot. stanu technicznego budynku Muzeum i Instytutu Zoologii PAN przy ul. Wilcza 64 w Warszawie
Wykonanie:	Instytut Techniki Budowlanej Zakład Konstrukcji Budowlanych, Geodetnictwa i Bioru ul. Filłowa 1 00-611 Warszawa www.itb.pl
Opis:	Imię i Nazwisko: mgr inż. Aleksandra Mazurek
Opis:	mgr inż. Krzysztof Szlachta
Opis:	dr inż. Sławomir Dudziak
Opis:	dr inż. Jacek Szała
Tytuł rysunku:	RZUT V PIĘTRA
Skala:	1:100
Data:	SIERPIEŃ 2020
Brzuch:	KONSTRUKCJA



Rzut Poddasza
SKALA 1:100

LEGENDA

przecięki

zarysowania sufitu

zarysowania ścian

pomiar rozwarłości rys

ściagi

zarysowania posadzki

numer pomieszczenia

numer odkrywyki

Rysunek przedstawia stan sierpień 2020 r.

Złazenie:	0133720/ZONCK Museum i Inwenty Zoologii Państw Akademii Nauk Ekspertyza naukowo-techniczna do stanu technicznego budynku Muzeum i Inwenty Zoologii PAN przy ul. Włocław 64 w Warszawie
	Instytut Techniki Budowlanej Zakład Konstrukcji Budowlanych, Geotechniki i Betonu ul. Filharmonia 1 00-811 Warszawa www.itb.pl
Opracował:	mgr inż. Aleksandra Mazurek mgr inż. Krzysztof Szulka dr inż. Sławomir Dudek
Weryfikacja:	dr inż. Jacek Szulc
Tytuł rysunku:	RZUT PODDASZA
Skala:	1:100
Data:	SIERPIEŃ 2020
Strona:	KONSTRUKCJA