

EKSPERTYZA TECHNICZNA

**OKREŚLAJĄCA ODPORNOŚĆ POŻAROWĄ ELEMENTÓW
KONSTRUKCYJNYCH KOMPLEKSU BUDYNKÓW AKADEMII KULTURY
FIZYCZNEJ IM. BRONISŁAWA CZECHA W KRAKOWIE
AL. JANA PAWŁA II 78, 31-571 KRAKÓW**

BUDYNEK KOMORY KLIMATYCZNEJ

Opracował:
mgr inż. Daniel Guzierowicz
Nr upr. MAP/0267/POOK/08

Kraków, kwiecień 2026r

SPIS TREŚCI

Spis treści.....	2
1.1. Podstawa opracowania	3
1.2. Cel i zakres opracowania	3
1.3. Opis konstrukcji budynku (budynek komory klimatycznej)	3
1.3.1. Elementy prefabrykowane	4
1.3.1.1. Płyty dachowe korytkowe	4
2. PIWNICA	5
2.1. STROP NAD PIWNIĄ	5
2.2. ELEMENTY KONSTRUKCYJNE PIWNI	6
3. PARTER	9
3.1. STROP NAD PARTEREM	9
3.2. ELEMENTY KONSTRUKCYJNE PARTERU	10
3.3. PRZEWIĄZKA	14

1.1. Podstawa opracowania

- Inwentaryzacja architektoniczna kompleksu budynków naukowo-dydaktycznych Akademii Kultury Fizycznej im. Bronisława Czecha w Krakowie opracowania przez „Tektonika Architekci”
- Archiwalna dokumentacja budowlana „Wyższa Szkoła Wychowania Fizycznego – Kraków” opracowana przez Miastoprojekt – Budynek komory klimatycznej – Kraków, październik 1974r.
- Instrukcja ITB 409/2005 Projektowanie elementów żelbetowych i murowych z uwagi na odporność ogniową
- W. Starosolski „Wybrane zagadnienia projektowania konstrukcji żelbetowych ze względu na odporność ogniową”
- Woźniak G., Turkowski P., Projektowanie konstrukcji z betonu z uwagi na warunki pożarowe według Eurokodu 2, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2013.
- PN-EN 15037-1 Belkowo-pustakowe systemy stropowe
- PN-EN 1168 Stropy z prefabrykowanych płyt kanałowych
- PN-EN 1991-1-2: 2006. Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-2: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania na konstrukcje w warunkach pożaru.
- PN-EN 1992-1-2: 2008. Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu – Część 1-2: Reguły ogólne – Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe.
- Wizja lokalna na terenie przedmiotowej inwestycji,
- Oględziny makroskopowe istniejących elementów konstrukcyjnych,
- Branżowe normy obciążeniowe i projektowe.
- Literatura techniczna związana z niniejszym opracowaniem.

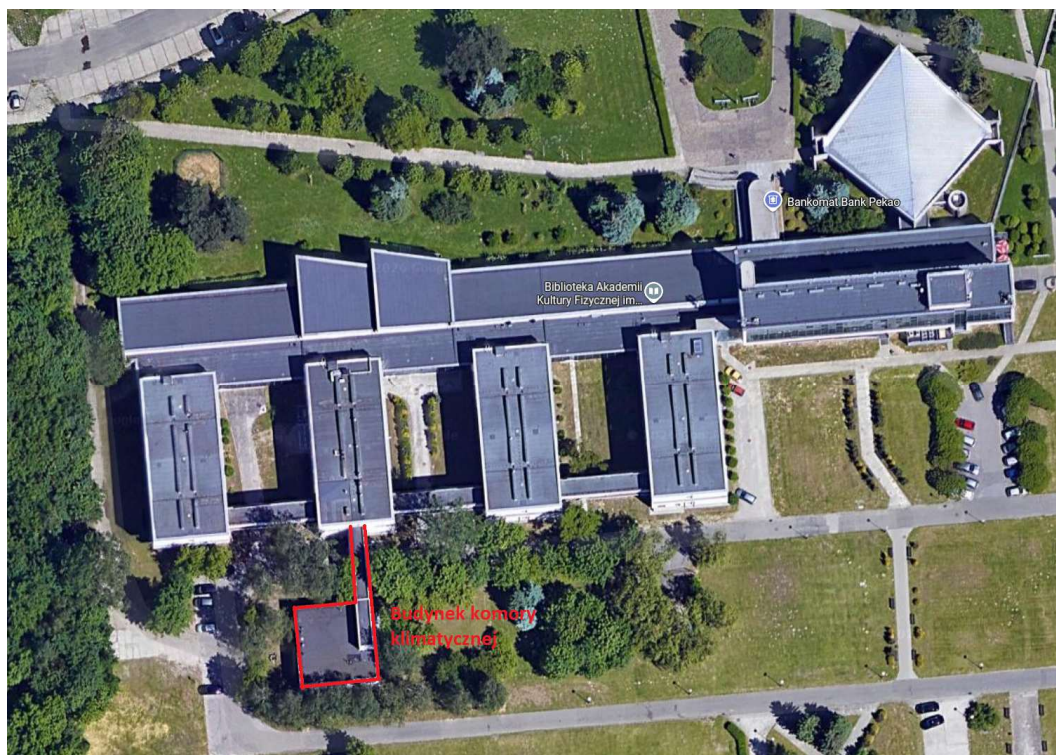
1.2. Cel i zakres opracowania

Niniejsze opracowanie stanowi ocenę odporności pożarowej elementów budynku komory klimatycznej zlokalizowanych na terenie kompleksu naukowo-dydaktycznego Akademii Kultury Fizycznej im. Bronisława Czecha w Krakowie. Celem opracowania jest uzyskanie wymaganego przepisami stanu ochrony przeciwpożarowej z uwzględnieniem okoliczności, że mamy do czynienia z budynkiem istniejącym, którego powstanie datuje się na lata 70-te ubiegłego wieku.

1.3. Opis konstrukcji budynku (budynek komory klimatycznej)

Obiekt usytuowany jest w Krakowie przy al. Jana Pawła II 78. Budynek znajduje się na dz. nr 7/27 obr. 52 Nowa Huta. Przedmiotowa działka ograniczona jest od strony północnej - al. Jana Pawła II, wschodniej - ul Nowohucką, od strony południowo-zachodniej – terenami rekreacyjno - parkowymi. Teren działki jest ogrodzony. Główne wejście na działkę znajduje się od północnej strony całego kompleksu.

Istniejące części kampusu oznaczone jako budynek komory klimatycznej, usytuowane są od strony południowej kompleksu i połączone bezpośrednio z pawilonem nr III. Zakres poszczególnych segmentów przedstawiono w części rysunkowej oraz poniższej grafice.



Fot.1 Usytuowanie budynku komory klimatycznej (źródło . Google maps)

Przedmiotowy budynek posiadają częściowe podpiwniczenie oraz jedną kondygnację nadziemną użytkową, uzupełnioną o nadbudówkę której rozwinięciem jest przewiązka, będąca łącznikiem z budynkiem pawilonu III. Obecnie obiekt pełni funkcje dydaktyczną – Akademii Kultury Fizycznej, w obiekcie zainstalowana została komora termoklimatyczna.

Obiekt o konstrukcji mieszanej: częściowo żelbetowej/betonowej monolitycznej, częściowo prefabrykowanej z wypełnieniem w formie ścian z pustaków typu „Siporeks”. Stropy gęstożebrowe typu DZ-3, przekrycie dachu z płyt korytkowych.

Fundamenty żelbetowe: stopy pod słupami oraz ławy pod ścianami ciągłymi.

Konstrukcja łącznika: stalowo - żelbetowa.

Komunikacje pionową zapewnia monolityczna klatka schodowa.

Stropodach wentylowany, cześć nośna – strop DZ-3 na którym wymurowano ażurowe ścianki z cegły dziurawki, służące do oparcia pokrycia dachowego z płyt korytkowych formujących odpowiednie spadki.

1.3.1. Elementy prefabrykowane

Elementy prefabrykowane użyte do budowy obiektu opisane są w Katalogach Elementów Wielkopłytych dla typowych budynków szkolnych. Szczegółowe specyfikacje można odnaleźć w Katalogach budownictwa KB1-31. – elementy konstrukcji budynków opracowanych przez Centralny Ośrodek Badawczo – Projektowy Budownictwa Ogólnego.

1.3.1.1. Płyty dachowe korytkowe

Płyty dachowe korytkowe stosowane są w budownictwie ogólnym w budynkach realizowanych metodami tradycyjnymi i uprzemysłowionymi, przy rozpiętości podpór w osiach do 300 cm . Płyty korytkowe produkowane są w dwóch wersjach:

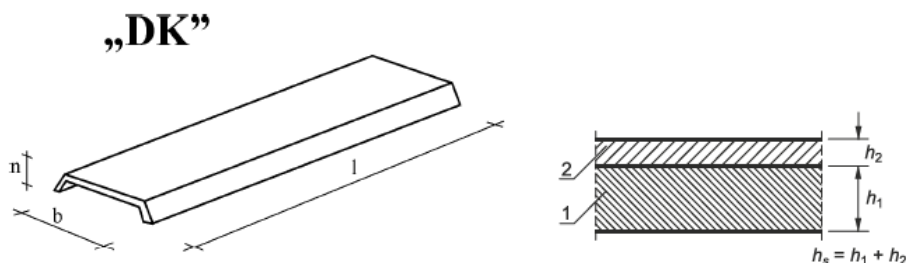
płyty korytkowe otwarte – „DK”

płyty korytkowe – „DKZ”.

Produkuję się je z betonu klasy B–15 zbrojonego stalą St0, St3SX i 34GS. W fazie eksploatacyjnej płyty liczone są na obciążenie 200 daN/m² poza ciężarem własnym. Minimalna długość oparcia płyt na podporze – 4 cm /pł. zamknięte/ i 5,5 cm /pł. otwarte/.

Nr w Katalogu Budownictwa : KB1 – 31.6.3/6/ , KB1 – 31.6.3/14/ .

Grubość płyciny 30mm – po uwzględnieniu szlichty cementowej grubości 35mm łączna grubość elementy ze względu na szczelności i izolacyjność ogniową - 65mm. Grubość żebra 40mm, przy uwzględnieniu występowania żeber podwójnych łączna grubość 80mm.



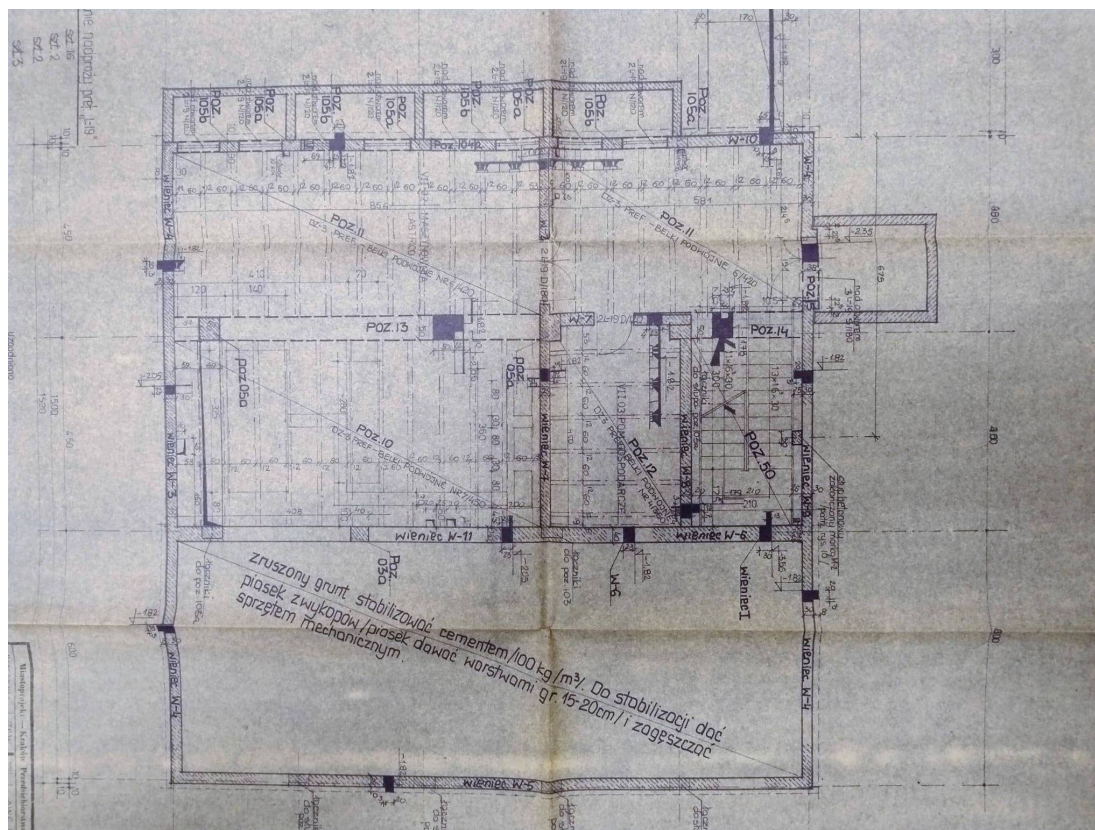
Dachowa płyt korytkowa

Z tablic „Instrukcja ITB 409/2005” oraz katalogu KB1 – 31.6.3/6/ , KB1 – 31.6.3/14/ odczytano klasy odporności ogniowej elementu **REI30**.

2. PIWNICA

2.1. STROP NAD PIWNICĄ

Strop nad piwnicą gęstożebrowy DZ-3 wykonany na podwójnych belkach prefabrykowanych. Układ belek żeber i rygli przedstawiono na poniższej grafikach:



Fot.2 Strop nad piwnicą typu DZ-3.

Założenia dotyczące stropów gęstożebrowych opisanych w PN-EN 15037-1 :

- wysokość żebrowych stropów $60\text{mm} < h < 500\text{mm}$; $h=200\text{mm}$ - warunek spełniony
- rozstaw żebrowych stropów $b < 100\text{cm}$; $b=64\text{cm}$ - warunek spełniony

Typ stropu	Klasa odporności ogniowej
Systemy stropowe z nadbetonem konstrukcyjnym układanym na budowie (rys. 27):	
– z pustakami z tworzyw sztucznych*	REI 30
– z pustakami betonowymi lub ceramicznymi,	REI 30
– z pełnymi blokami betonowymi lub ceramicznymi	REI 60
Systemy stropowe ze złożoną warstwą nadbetonu (rys. 28)	REI 30
Systemy stropowe z częściową warstwą nadbetonu (np. podłogi pływające) – rys. 29	REI 30
Systemy stropowe z belkami samonośnymi (rys. 30):	
– z pustakami z tworzyw sztucznych*,	REI 15
– z pustakami konstrukcyjnymi	REI 30
* W świetle obecnej wiedzy, dotyczącej zachowania pod działaniem ognia, te systemy stropowe stosuje się wyłącznie nad pomieszczeniami podlegającymi kontroli ciągłej. Wyższą klasę odporności ogniowej można uzyskać przez nałożenie tynku gipsowego na dolną powierzchnię stropu.	

Tabl.1 Klasy odporności ogniowej gęstożebrowych systemów stropowych wg PN-EN 15037-1

Zgodnie z wartościami wskazanymi w powyższej tabeli klasa odporności stropu wynosi REI30. W związku z brakiem mechanicznych systemów mocowań tynków (np. siatka stalowa Ledóchowskiego), tynki cementowo-wapienne nie powinny być traktowane jako materiał zwiększający odporność ogniową konstrukcji żelbetowych

Odporność pożarowa stropu DZ-3:

- Strop DZ-3 REI30

2.2. ELEMENTY KONSTRUKCYJNE PIWNIC

Płyty biegów schodowych oraz spoczniki wykonano jako płyty żelbetowe monolityczne grubości 13cm. Dla zbrojenia dolnego $\varnothing 12\text{mm}$ odległość środka ciężkości zbrojenia od lica belki

$$a = 15\text{mm} + 6\text{mm} = 21\text{mm}.$$

Wytrzymałość ogniowa jest zdeterminowana przez wielkość otuliny biegów schodowych. Zgodnie z poniższą tabelą, odporność ogniowa biegów schodowych jest zredukowana do R60.

Standardowa odporność ogniowa	Minimalne wymiary [mm]			
	grubość płyty h_s [mm]	odległość osiowa a		
		jednokierunkowe	dwukierunkowe	
			$l_y / l_x \leq 1,5$	$1,5 < l_y / l_x \leq 2$
REI 30	60	10	10	10
REI 60	80	20	10	15
REI 90	100	30	15	20
REI 120	120	40	20	25
REI 180	150	55	30	40
REI 240	175	65	40	50
l_x i l_y są przesłami dwukierunkowo zbrojonej płyty (dwa kierunki pod kątem prostym), przy czym l_y jest dłuższym przesłami. Dla płyt sprężonych należy zwiększyć odległość osiową zgodnie z punktem 3.4. Odległość osiowa a dla płyt dwukierunkowo zbrojonych odnosi się do płyt podpartych na wszystkich czterech krawędziach. W przeciwnym razie należy je traktować jako płyty rozpięte w jednym kierunku.				

- Biegi schodowe i spocznik min. R60

Przegrody zewnętrzne w części podziemnej wykonano jako betonowe monolityczne wylewane na budowie.

Ściany wewnętrzne oraz ściany klatki schodowej wykonane jako betonowe monolityczne grubości 25cm. Zgodnie z wytycznymi zawartymi w (1) poniższe wartości dotyczą również ścian betonowych niezbrojonych. Dla ścian wewnętrznych nagrzewanie w sytuacji pożarowej z dwóch stron, dla ścian zewnętrznych z jednej strony.

Standardowa odporność ogniowa	Minimalne wymiary [mm]			
	$\mu_{fi}^* = 0,35$		$\mu_{fi}^* = 0,7$	
	ściana nagrzewana z jednej strony	ściana nagrzewana z dwóch stron	ściana nagrzewana z jednej strony	ściana nagrzewana z dwóch stron
REI 30	100/10	120/10	120/10	120/10
REI 60	110/10	120/10	130/10	140/10
REI 90	120/20	140/10	140/25	170/25
REI 120	150/25	160/25	160/35	220/35
REI 180	180/40	200/45	210/50	270/55
REI 240	230/55	250/55	270/60	350/60
* Definicję μ_{fi} podano w rozdziale 4.2.2, wzór (10).				

Lokalnie w rejonie osi 2 wsparcie dla płyty stropowych i biegu schodowego stanowi belka żelbetowa (poz. 13,14) o wymiarach 50x73cm uciągłona ze stropem i ścianami.

Na podstawie analizy dokumentacji archiwalnej stwierdza się że spełniony jest warunek:
W przypadku wymaganej odporności ogniowej R90 lub wyższej, pole przekroju zbrojenia górnego nad podporą pośrednią na odcinku $0,3l_{eff}$ od osi podpory w obie strony, nie może być mniejsze niż:

$$A_{s,req(x)} = A_{s,req(0)} (1 - (2,5x/l_{eff}))^1$$

Dla

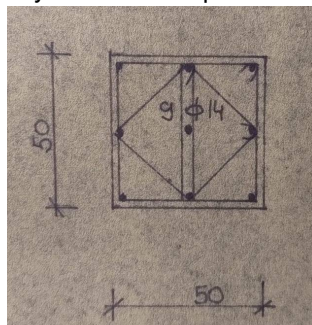
$$x=0,3l_{eff} \rightarrow A_{s,req} = 0,25A_{s,req0}$$

$$x=0,2l_{eff} \rightarrow A_{s,req} = 0,5A_{s,req0}$$

Z tablic odczytano min. odporność pożarową elementu (dla zbrojenia dolnego $\varnothing 18\text{mm}$ odległość środka ciężkości zbrojenia od lica belki $a = 10\text{mm} + 6\text{mm} + \frac{1}{2} \cdot 18 = 25\text{mm}$. Z interpolacji wyznaczono odporność pożarową belki na poziomie R120.

Śłupy żelbetowe:

Wyznaczenie odporności pożarowej słupa metodą „A”;



Fot.3 Przekrój poprzeczny słupa żelbetowe (poz. 05a)

$$\text{Zbrojenie słupa } 9\varnothing 14\text{mm} \rightarrow A_s = 9 \times 1,54\text{cm}^2 = 13,86\text{cm}^2$$

¹ Instrukcja ITB 409/2005 Projektowanie elementów żelbetowych i murowych z uwagi na odporność ogniową

Pole przekroju betonowego 50cmx50cm → $A_c = 50\text{cm} \times 50\text{cm} = 2500\text{cm}^2$

Odległość od lica elementu do osi zbrojenia → $a = (\text{otulina strzemienia}) 10\text{mm} + (\text{średnica strzemion}) \varnothing 6\text{mm} + (\text{zbrojenie główne}) 0,5 \times \varnothing 14\text{mm} = 23\text{mm}$

współczynnik redukcji obciążenia obliczeniowego w sytuacji pożarowej przyjęto: $\mu_{fi} = 0,50$

Analizę obliczeniową, dla metody A:

- długość efektywna słupa $l_{0,fi} < 3,0\text{m}$
- mimośród $e = M_{0,Ed,fi} / N_{0,Ed,fi} < e_{\max}$
- pole powierzchni zbrojenia $A_s < 0,04A_c$,

Dla słupa w piwnicy:

$l_{0,fi} = 0,5l = 0,5 \times 3,96\text{m} = 1,98\text{m}$ (przyjęto 2,0m)

Korzystając z zależności:

$$R = 120 \left(\frac{R_{\eta,fi} + R_a + R_l + R_b + R_n}{120} \right)^{1,8}$$

$$R = 83 \left[1,00 - \mu_{fi} \frac{(1 + \omega)}{(0,85 / \alpha_{cc}) + \omega} \right],$$

$$R_a = 1,60 (a - 30),$$

$$R_l = 9,60 (5 - l_{0,fi}),$$

$$R_b = 0,09 b',$$

$$R_n = 0 \text{ dla } n = 4 \text{ (tylko pręty narożne),}$$

$$R_n = 12 \text{ dla } n > 4,$$

a – odległość osiowa dla podłużnych prętów stalowych [mm], $25\text{ mm} \leq a \leq 80\text{ mm}$,

$l_{0,fi}$ – według opisu do wzoru (14); $2\text{ m} \leq l_{0,fi} \leq 6\text{ m}$, dla $l_{0,fi} < 2\text{ m}$ bezpiecznie jest przyjmować $l_{0,fi} = 2\text{ m}$,

b' – równy $2A_c / (b + h)$ dla prostokątnych przekrojów poprzecznych lub średnicy dla kołowych przekrojów poprzecznych $200\text{ mm} \leq b' \leq 400\text{ mm}$, $h \leq 1,5 b$,

ω – stopień zbrojenia w warunkach temperatury normalnej $\omega = A_s f_{yd} / A_c f_{cd}$,

α_{cc} – współczynnik wytrzymałości betonu na ściskanie (wg PN-EN 1992-1-1).

$$\omega = \frac{A_s f_{yd}}{A_c f_{cd}}$$

Beton $R_w = 170\text{atm}$ → $f_{ck} = 17,0\text{MPa}$

Stal $Q_r = 2500\text{atm}$ → $f_{yk} = 250\text{MPa}$

$$\omega = (13,86 \times 250 / 1,15) / (2500 \times 17 / 1,4) = 3013 / 30357 = 0,099$$

współczynnik redukcji obciążenia obliczeniowego w sytuacji pożarowej oszacowano:

$\mu_{fi} = 0,50$

$$R_{\eta,fi} = 83 \times [1 - 0,5 \times ((1 + 0,099) / (0,85 / 1) + 0,099)] = 83 \times [1 - 0,5 \times (1,099 / 0,95)] = 83 \times 0,422 = 35,0$$

$$R_a = 1,6 \times (a - 30) = 1,6 \times (23 - 30) = -11,2$$

$$R_l = 9,6 \times (5 - l_{0,fi}) = 9,6 \times (5 - 2,0) = 28,8$$

$$R_b = 0,09 \times b' = 0,09 \times (2 \times 250000 / (500 + 500)) = 0,09 \times (500000 / 1000) = 0,09 \times 500 = 45$$

$$R_n = 12 \text{ dla } n > 4$$

$$R = 120 \times [(R_{\eta,fi} + R_a + R_l + R_b + R_n) / 120]^{1,8} = 120 \times [(35,0 - 11,2 + 28,8 + 45 + 12) / 120]^{1,8}$$

$$R = 120 \times [109,6 / 120]^{1,8} = 120 \times 0,91^{1,8} = 120 \times 0,84 = \underline{\underline{101\text{min}}}$$

Odporność pożarowa elementów konstrukcyjnych piwnicy wynosi:

- Ściany betonowe monolityczne min.REI120
- Słupy żelbetowe min.R101

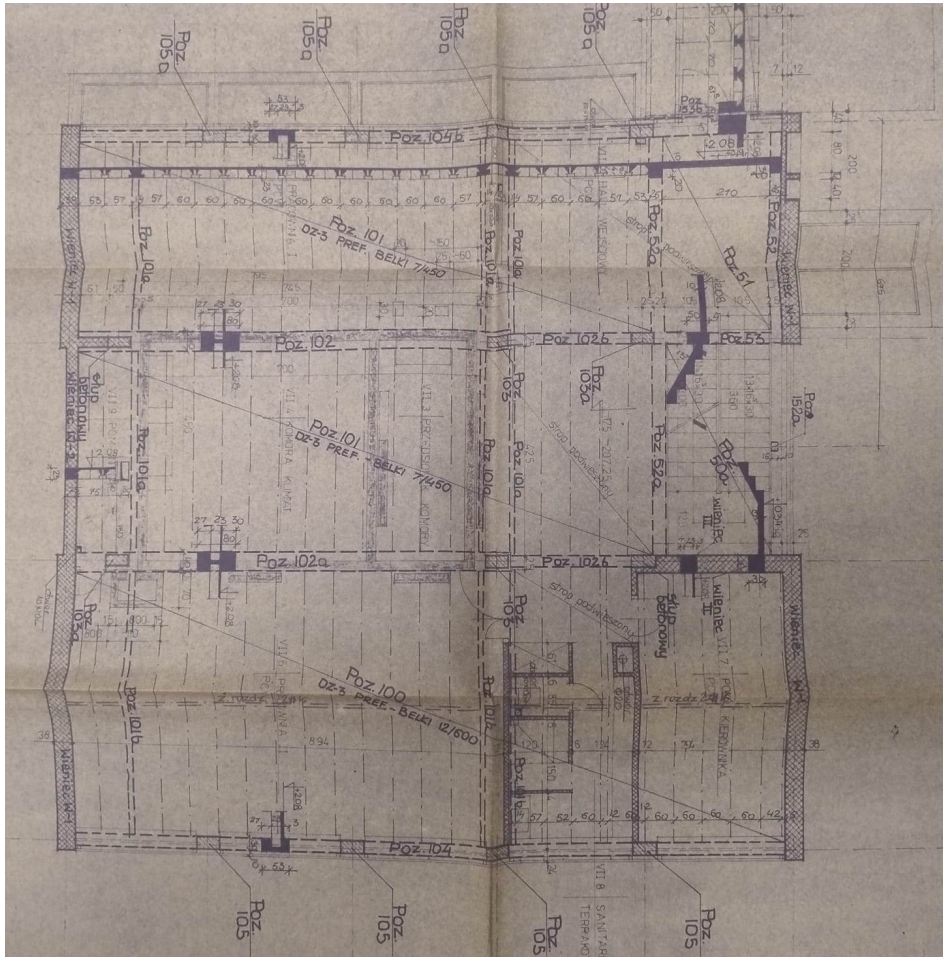
- Biegi schodowe monolityczne

min.R60

3. PARTER

3.1. STROP NAD PARTEREM

Strop nad parterem gęstożebrowy DZ-3 wykonany na podwójnych belkach prefabrykowanych. Układ belek żeber i rygli przedstawiono na poniższej grafikach:



Fot.4 Strop nad parterem typu DZ-3.

Założenia dotyczące stropów gęstożebrowych opisanych w PN-EN 15037-1 :

- wysokość żeber stropowych $60\text{mm} < h < 500\text{mm}$; $h=200\text{mm}$ - warunek spełniony
- rozstaw żeber $< 100\text{cm}$; $b=64\text{cm}$ - warunek spełniony

Typ stropu	Klasa odporności ogniowej
Systemy stropowe z nadbetonem konstrukcyjnym układanym na budowie (rys. 27):	
– z pustakami z tworzyw sztucznych*,	REI 30
– z pustakami betonowymi lub ceramicznymi,	REI 30
– z pełnymi blokami betonowymi lub ceramicznymi	REI 60
Systemy stropowe ze złożoną warstwą nadbetonu (rys. 28)	REI 30
Systemy stropowe z częściową warstwą nadbetonu (np. podłogi pływające) – rys. 29	REI 30
Systemy stropowe z belkami samonośnymi (rys. 30):	
– z pustakami z tworzyw sztucznych*,	REI 15
– z pustakami konstrukcyjnymi	REI 30
* W świetle obecnej wiedzy, dotyczącej zachowania pod działaniem ognia, te systemy stropowe stosuje się wyłącznie nad pomieszczeniami podlegającymi kontroli ciągłej. Wyższą klasę odporności ogniowej można uzyskać przez nałożenie tynku gipsowego na dolną powierzchnię stropu.	

Tabl.1 Klasy odporności ogniowej gęstożebrowych systemów stropowych wg PN-EN 15037-1

Zgodnie z wartościami wskazanymi w powyższej tabeli klasa odporności stropu wynosi REI30. W związku z brakiem mechanicznych systemów mocowań tynków (np. siatka stalowa Ledóchowskiego), tynki cementowo-wapienne nie powinny być traktowane jako materiał zwiększający odporność ogniową konstrukcji żelbetowych.

Zadaszenie wykonano z płyt korytkowych, żelbetowych, prefabrykowanych w układzie poprzecznym. Płyty korytkowe o wymiarach 60x300cm, 60x240cm. Płyty korytkowe opierają się na ażurowych ściankach wymurowanych z cegły. Ścianki ażurowe wymurowano na stropach gęstożebrowych typu DZ-3

Przy uwzględnieniu gładzi cementowej gr. 3,5cm odporność pożarowa płyt korytkowych wynosi 30min.

Odporność pożarowa strop nad parterem

- Strop DZ-3 **min.REI30**
- Dla poszycia z płyty korytkowych **min.REI30**

3.2. ELEMENTY KONSTRUKCYJNE PARTERU

Płyty biegów schodowych oraz spoczniki wykonano jako płyty żelbetowe monolityczne grubości 13cm. Dla zbrojenia dolnego Ø12mm odległość środka ciężkości zbrojenia od lica belki $a = 15\text{mm} + 6\text{mm} = 21\text{mm}$.

Wytrzymałość ogniowa jest zdeteminowana przez wielkość otuliny biegów schodowych. Zgodnie z poniższą tabelą, odporność ogniowa biegów schodowych jest zredukowana do R60 (ze względu na ograniczenia dotyczące otuliny prętów zbrojenia głównego).

Standardowa odporność ogniowa	Minimalne wymiary [mm]			
	grubość płyty h_s [mm]	odległość osiowa a		
		jednokierunkowe	dwukierunkowe	
			$l_y / l_x \leq 1,5$	$1,5 < l_y / l_x \leq 2$
REI 30	60	10	10	10
REI 60	80	20	10	15
REI 90	100	30	15	20
REI 120	120	40	20	25
REI 180	150	55	30	40
REI 240	175	65	40	50

l_x i l_y są przesłami dwukierunkowo zbrojonej płyty (dwa kierunki pod kątem prostym), przy czym l_y jest dłuższym przesłem.
Dla płyt sprężonych należy powiększyć odległość osiową zgodnie z punktem 3.4.
Odległość osiowa a dla płyt dwukierunkowo zbrojonych odnosi się do płyt podpartych na wszystkich czterech krawędziach. W przeciwnym razie należy je traktować jako płyty rozpięte w jednym kierunku.

- Biegi schodowe i spocznik min. REI60

Słupy żelbetowe 50x25 (w osi 2,3) :

Wyznaczenie odporności pożarowej słupa metodą „A”;

Zbrojenie słupa 6Ø14mm → $A_s = 6 \times 1,54 \text{ cm}^2 = 9,24 \text{ cm}^2$

Pole przekroju betonowego 25cmx50cm → $A_c = 25 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} = 1250 \text{ cm}^2$

Odległość od lica elementu do osi zbrojenia → $a = (\text{otulina strzemienia}) 10 \text{ mm} + (\text{średnica strzemion}) \text{Ø}6 \text{ mm} + (\text{zbrojenie główne}) 0,5 \times \text{Ø}14 \text{ mm} = 23 \text{ mm}$

współczynnik redukcyjny obciążenia obliczeniowego w sytuacji pożarowej przyjęto: $\mu_{fi} = 0,50$

Analizę obliczeniową, dla metody A:

- długość efektywna słupa $l_{0,fi} < 3,0 \text{ m}$
- mimośród $e = M_{0,Ed,fi} / N_{0,Ed,fi} < e_{\max}$
- pole powierzchni zbrojenia $A_s < 0,04 A_c$,

Dla słupa kondygnacji parteru:

$l_{0,fi} = 0,5l = 0,5 \times 3,96 \text{ m} = 1,98 \text{ m}$ (przyjęto 2,0m)

Korzystając z zależności:

$$R = 120 \left(\frac{R_{\eta,fi} + R_a + R_l + R_b + R_n}{120} \right)^{1,8}$$

$$R = 83 \left[1,00 - \mu_{fi} \frac{(1 + \omega)}{(0,85 / \alpha_{cc}) + \omega} \right],$$

$$R_a = 1,60 (a - 30),$$

$$R_l = 9,60 (5 - l_{0,fi}),$$

$$R_b = 0,09 b',$$

$$R_n = 0 \text{ dla } n = 4 \text{ (tylko pręty narożne),}$$

$$R_n = 12 \text{ dla } n > 4,$$

a – odległość osiowa dla podłużnych prętów stalowych [mm], $25 \text{ mm} \leq a \leq 80 \text{ mm}$,

$l_{0,fi}$ – według opisu do wzoru (14); $2 \text{ m} \leq l_{0,fi} \leq 6 \text{ m}$, dla $l_{0,fi} < 2 \text{ m}$ bezpiecznie jest przyjmować $l_{0,fi} = 2 \text{ m}$,

b' – równy $2A_c / (b + h)$ dla prostokątnych przekrojów poprzecznych lub średnicy dla kołowych przekrojów poprzecznych $200 \text{ mm} \leq b' \leq 400 \text{ mm}$, $h \leq 1,5 b$,

ω – stopień zbrojenia w warunkach temperatury normalnej $\omega = A_{s,fd} / A_c f_{cd}$,

α_{cc} – współczynnik wytrzymałości betonu na ściskanie (wg PN-EN 1992-1-1).

$$\omega = \frac{A_s f_{yd}}{A_c f_{cd}}$$

Beton $R_w = 170 \text{ atm} \rightarrow f_{ck} = 17,0 \text{ MPa}$

Stal $Q_r = 2500 \text{ atm} \rightarrow f_{yk} = 250 \text{ MPa}$

$$\omega = (9,24 \cdot 250 / 1,15) / (1250 \cdot 17 / 1,4) = 2009 / 15179 = 0,132$$

współczynnik redukcji obciążenia obliczeniowego w sytuacji pożarowej oszacowano:

$$\mu_{fi} = 0,50$$

$$R_{n,fi} = 83 \cdot [1 - 0,5 \cdot ((1 + 0,132) / ((0,85/1) + 0,132))] = 83 \cdot [1 - 0,5 \cdot (1,132 / 0,982)] = 83 \cdot 0,423 = 35,2$$

$$R_a = 1,6 \cdot (a - 30) = 1,6 \cdot (23 - 30) = -11,2$$

$$R_l = 9,6 \cdot (5 - l_{0,fi}) = 9,6 \cdot (5 - 2,0) = 28,8$$

$$R_b = 0,09 \cdot b \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0,09 \cdot (2 \times 125000 / (250 + 500)) = 0,09 \cdot (250000 / 750) = 0,09 \cdot 333 = 30$$

$$R_n = 12 \text{ n} > 4$$

$$R = 120 \times [(R_{n,fi} + R_a + R_l + R_b + R_n) / 120]^{1,8} = 120 \times [(35,2 - 11,2 + 28,8 + 30 + 12) / 120]^{1,8}$$

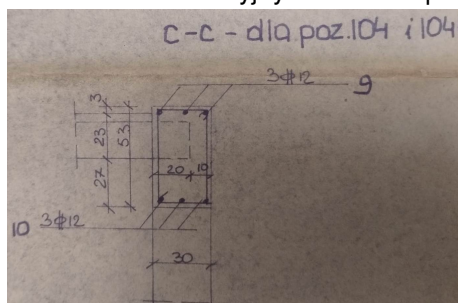
$$R = 120 \times [94,8 / 120]^{1,8} = 120 \times 0,79^{1,8} = 120 \times 0,654 = \underline{\underline{78 \text{ min}}}$$

Słupy żelbetowe 50x25 (w osi 1,4) :

Słupy żelbetowe 30x50 w ścianie zewnętrznej, nagrzewanie z jednej strony. Z tablic odczytano klasę odporności pożarowej na poziomie R120.

Belka żelbetowa 30x53 poz. 104,104b

W osiach konstrukcyjnych 1 oraz 4 podparcie stropu stanowi belka żelbetowa 30x53cm.



Fot.5 Przekrój poprzeczny belki żelbetowej 104, 104b.

$$A_{s,req(x)} = A_{s,req(0)} (1 - (2,5x/l_{eff}))$$

Dla

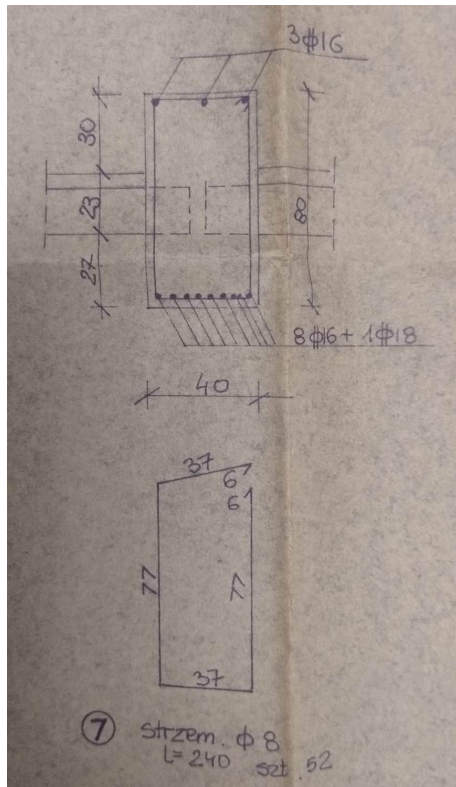
$$x = 0,3l_{eff} \rightarrow A_{s,req} = 0,25A_{s,req0}$$

$$x = 0,2l_{eff} \rightarrow A_{s,req} = 0,5A_{s,req0}$$

Zbrojenie dolne 3#12mm, odległość osi zbrojenia do lica belki $a = 15 \text{ mm} + 0,5 \cdot 12 \text{ mm} = 21 \text{ mm}$, belka ciągła. Z interpolacji wyznaczono odporność pożarową belki na poziomie R90 (ograniczenie związane z grubością otuliny).

Belka żelbetowa 40x80 poz. 102,102a

W osiach konstrukcyjnych 2 oraz 3 podparcie stropu stanowi belka żelbetowa 40x80cm.



Fot.6 Przekrój poprzeczny belki żelbetowej 102, 102a.

$$A_{s,req(x)} = A_{s,req(0)} (1 - (2,5x/l_{eff}))$$

Dla

$$x=0,3l_{eff} \rightarrow A_{s,req} = 0,25A_{s,req0}$$

$$x=0,2l_{eff} \rightarrow A_{s,req} = 0,5A_{s,req0}$$

Zbrojenie dolne: 8#16mm+1#18mm, odległość osi zbrojenia do lica belki $a=15mm+0,5*16mm=23mm$, belka ciągła. Z interpolacji wyznaczono odporność pożarową belki na poziomie R90 (ograniczenie związane z wielkością otuliny).

Ściany murowane z gazobetonu:

Ściany w osiach A oraz F wykonano z pustaków gazobetonowych grubości 38cm oraz 25cm.

Tablica 16. Minimalna grubość ścian nośnych z bloków autoklawizowanego betonu komórkowego z uwagi na wymagania w klasie REI

	Minimalna grubość ściany [mm] dla uzyskania klasyfikacji ogniowej					
	REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	REI 180	REI 240
Grupa I						
$\alpha = 1,0$	100	100	140	180	210	240
$\alpha = 0,6$	100	100	100	130 (120)	160	200

Z tablic odczytano min. odporność pożarową ścian na poziomie REI120.

Odporność pożarowa elementów konstrukcyjnych parteru wynosi:

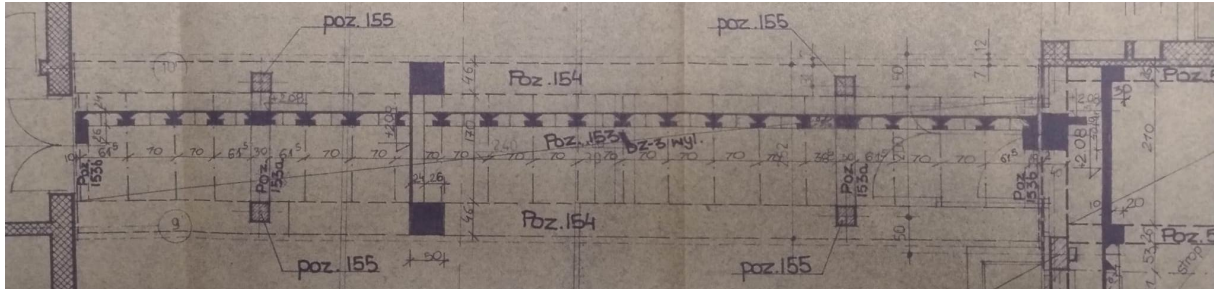
- Słupy w osiach 1,4 min.R120
- Słupy w osiach 2,3 min.R90
- Ściany z gazobetonu min. REI120

- belka żelbetowe
- Biegi schodowe monolityczne

min. R90
min.REI60

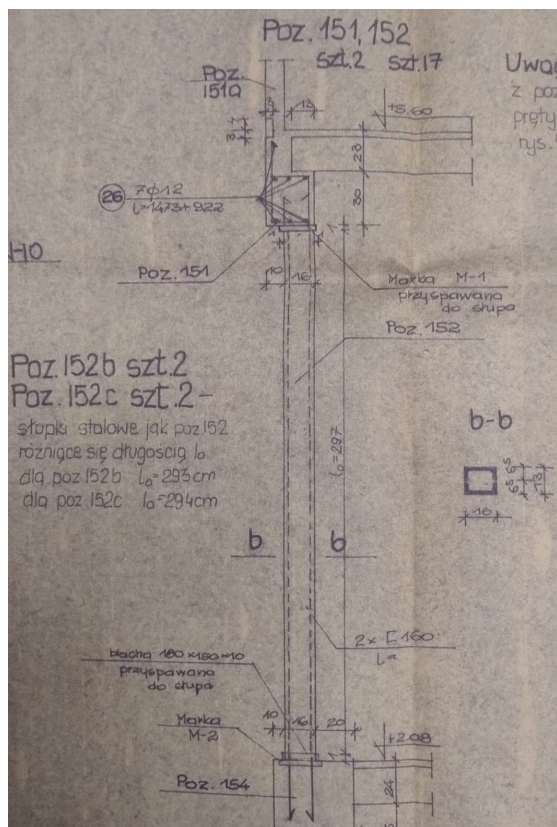
3.3. PRZEWIAZKA

Przewiązka zapewnia komunikację poziomą z pawilonem nr III (wg oznaczeń w części rysunkowej). W poziomie parteru konstrukcję nośną wykonano w formie 4 słupów żelbetowych monolitycznych o przekroju 30x30cm o odporności ogniowej R60. Słupy zwieńczono belkami żelbetowymi 46x50cm o R90 oraz stropem gęstożebrowym DZ-3, grubości 23cm.



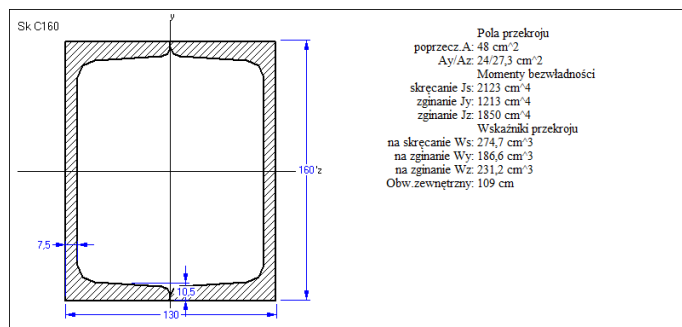
Fot.7 Rzut stropu nad parterem przewiązki

W poziomie I piętra konstrukcja nośna stalowa, wykonana z słupów stalowych złożonych z ceowników gorącowalcowanych 2xC160 zespawanych środnikami tworząc profil prostokątny zamknięty.



Fot.8 Słup stalowy przewiązki 2xC160

Współczynnik redukcyjny obciążenia obliczeniowego w sytuacji pożarowej przyjęto: $\mu_{fi}=0,50$



Wartość temperatury krytycznej :

$$\theta_{a,cr} = 39,19 \ln \left[\frac{1}{0,9674 \mu_0^{3,833}} - 1 \right] + 482 \quad \Theta_{a,kr} := 39,19 \ln \left(\frac{1}{0,9674 \cdot \mu_0^{3,833}} - 1 \right) + 482 \quad \Theta_{a,kr} = 584,7$$

Wyznaczenie wskaźnika ekspozycji przekroju – słup nagrzewany z czterech stron:

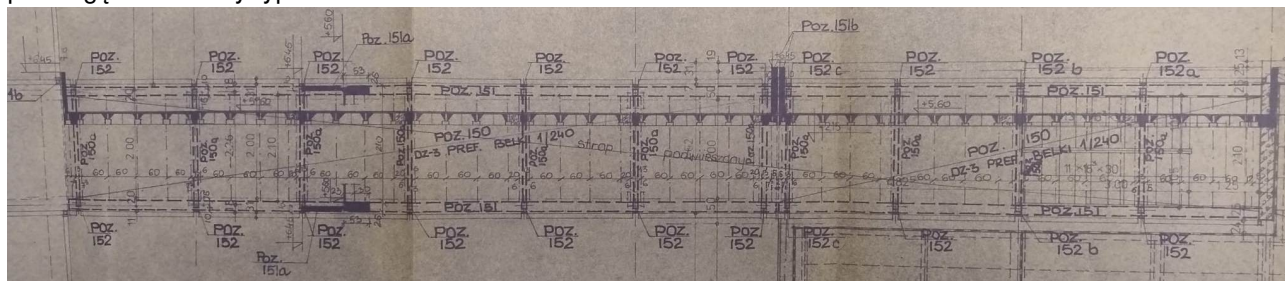
$$\frac{A_m}{V_c} = \frac{2 \cdot (130 \text{ mm} + 160 \text{ mm})}{48 \text{ cm}^2} \quad \frac{A_m}{V_c} = 120,8 \frac{1}{\text{m}}$$

Wyznaczenie czasu ekspozycji dla uzyskania przez element stalowy temperatury krytycznej:

$$t := 0,54 \cdot (\Theta_a - 50) \cdot (120,83)^{-0,6} \quad t = 16,3$$

Na podstawie przyjętych założeń klasa odporności pożarowej słupów stalowych wynosi **16min**.

Słupy stalowe podpierają belki podłużne żelbetowe 26x53cm, na których wykonano stropodach płaski gęstożebrowy typu DZ-3.



Fot.9 Rzut stropodachu przewiązki

Odporność pożarowa elementów konstrukcyjnych przewiązki wynosi:

- Stropodach DZ-3	min.REI30
- Belki stropodachu	min.R90
- Słupy stalowe przewiązki	min.R16
- Strop nad parterem DZ-3	min.REI30
- Belki stropu przewiązki	min.R90
- Strop przewiązki DZ-3	min.REI30
- Słupy pod przewiązką	min.R60

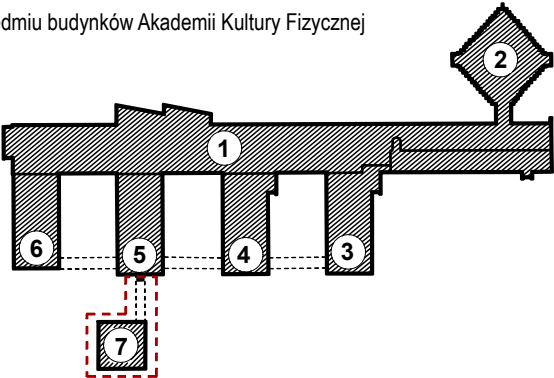
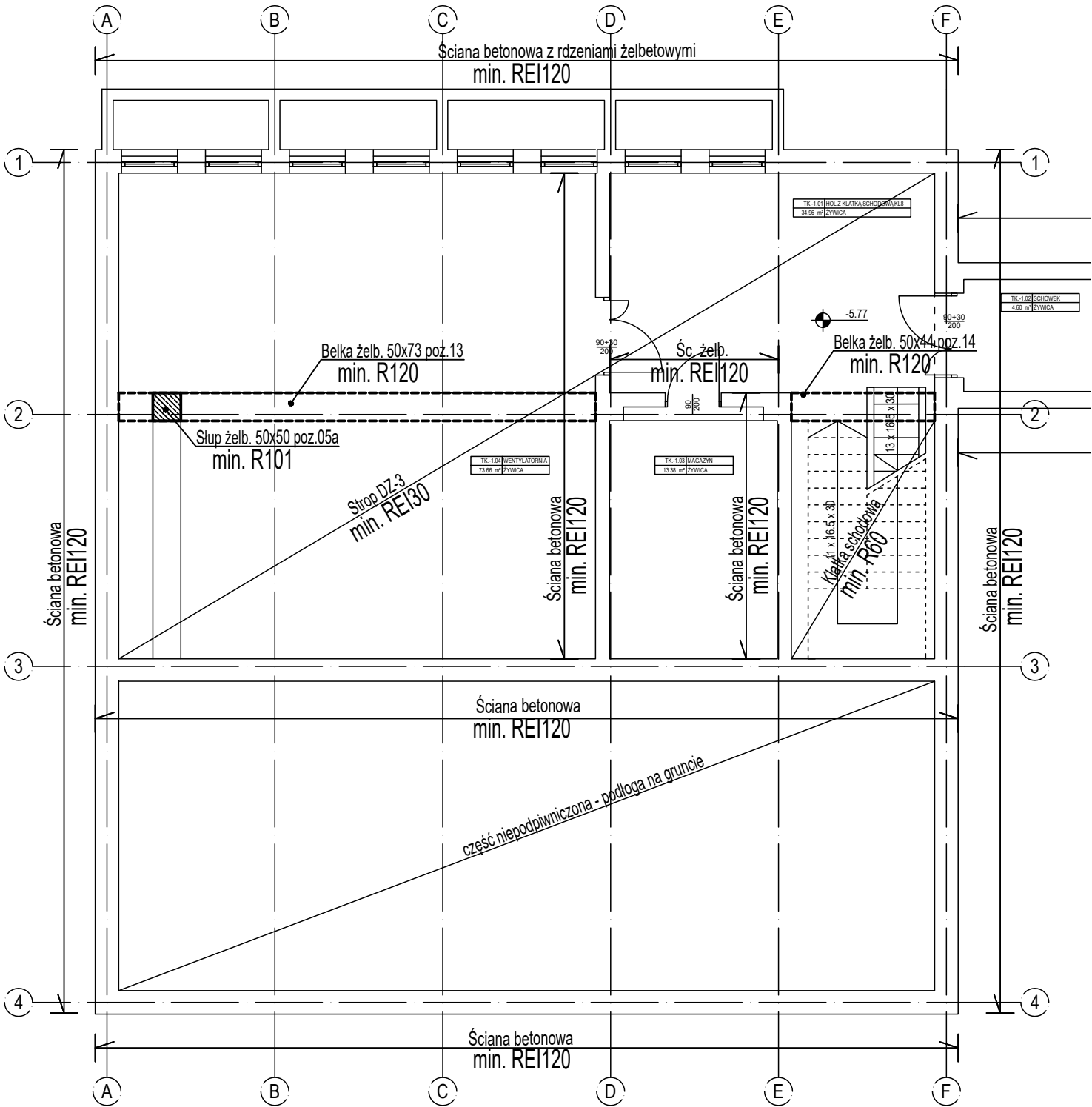
Zgodnie z zasadami i praktyką sporządzania dokumentacji dotyczącej budynków istniejących, niemożliwe jest podanie w dokumentacji całkowitego i jednoznacznego zakresu rozpoznania.

Brak dostępu do niektórych elementów konstrukcyjnych na etapie realizacji opracowania nie pozwolił na określenie stanu wszystkich elementów konstrukcyjnych. Niektóre decyzje projektowe

należy podjąć dopiero podczas realizacji robót, po demontażu warstw wykończeniowych. Podczas realizacji sprawy wyniki na budowie winny być zgłaszane do decyzji i rozwiązania branżowym inspektorom i do nadzoru autorskiego w trybie roboczym.

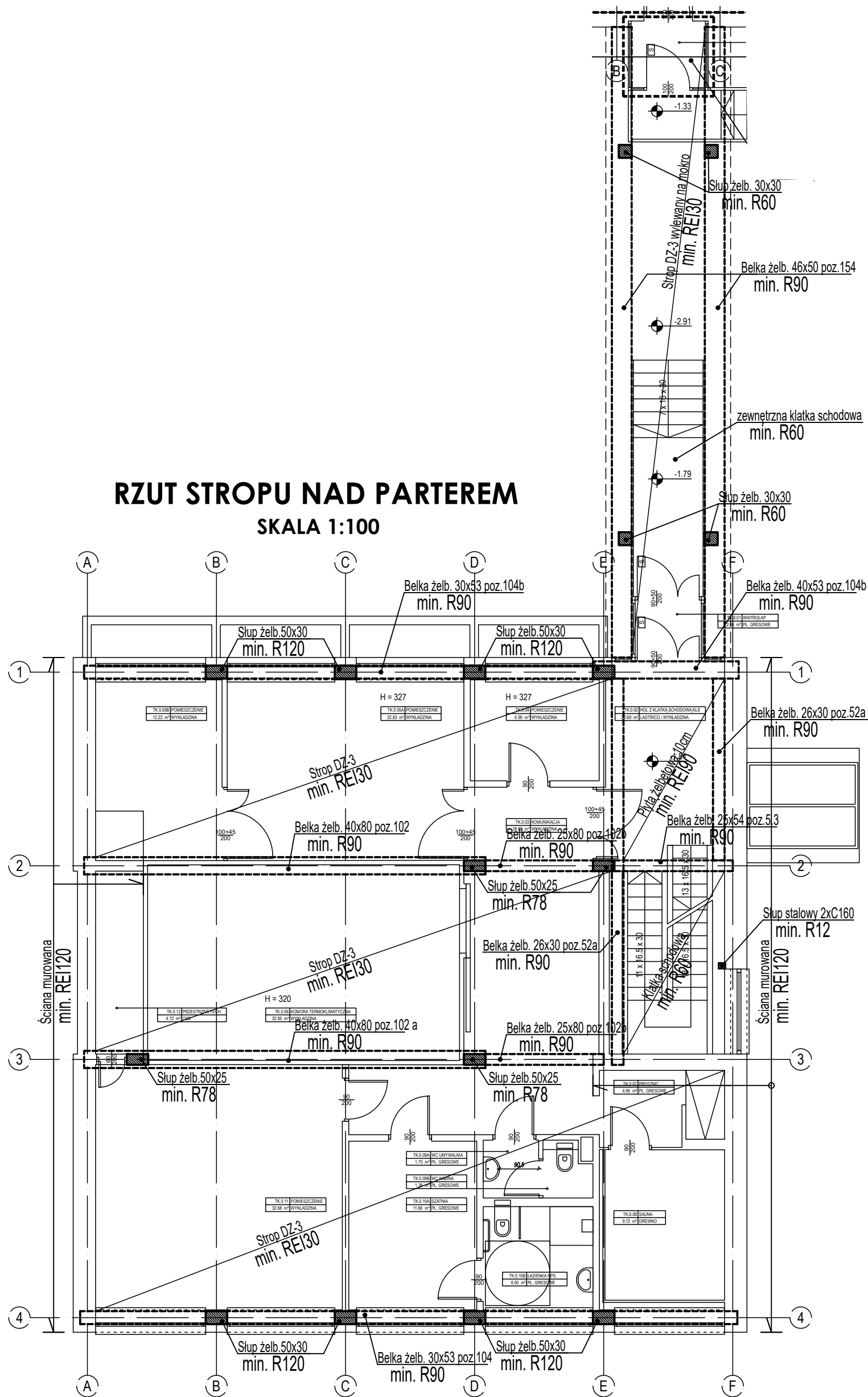
Sporządził:
mgr inż. Daniel Guzierowicz
Nr upr. MAP/0267/POOK/08

RZUT STROPU NAD PIWNICĄ
SKALA 1:100

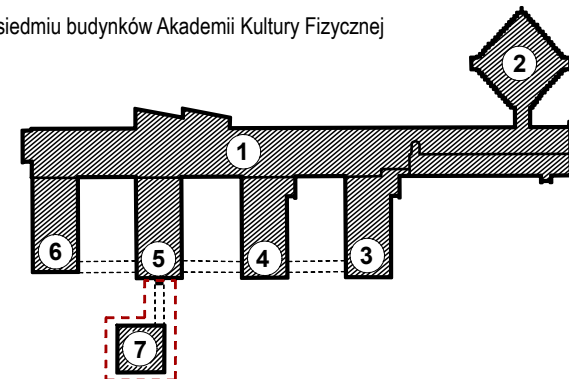


- Legenda:
- 1 - Budynek główny AKF
 - 2 - Aula
 - 3 - Pawilon I
 - 4 - Pawilon II
 - 5 - Pawilon III
 - 6 - Pawilon IV
 - 7 - Budynek komory termoklimatycznej
 - - Zakres opracowania

TEKTONIKA ARCHITEKCI Sp. z o.o. Sp. k. ul. Biskupia 14/10 tel./fax: 12 412 48 14				
AKADEMIA KULTURY FIZYCZNEJ im. Bronisława Czecha w Krakowie ul. Jana Pawła II 78, 31-571 Kraków			Faza proj: PK	
Prace przedprojektowe - wielobranżowa inwentaryzacja architektoniczna, wielobranżowa koncepcja, opracowanie programów funkcjonalno-użytkowych, ekspertyza p. poż., opinia geotechniczna, ekspertyzy konstrukcyjne itp. istniejącego kompleksu składającego się z połączonych: budynku głównego (część A i B), budynków pawilonów naukowo-dydaktycznych I-IV i budynku Auli w Krakowie przy al. Jana Pawła II 78 w zakresie rozbudowy, przebudowy oraz dostosowania do obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych i p. pożarowych.		Rysunek: KOMORA KLIMATYCZNA odporność pożarowa elementów konstrukcyjnych. Rzut strpu nad piwnicą		Nr rys: EK-KK-01
	KONSTRUKCJA	Nr uprawnień:	Podpis:	Skala: 1:100
	mgr inż. DANIEL GUZIEROWICZ	MAP/0267/POOK/08		Data:
				2026 KWIECIEŃ



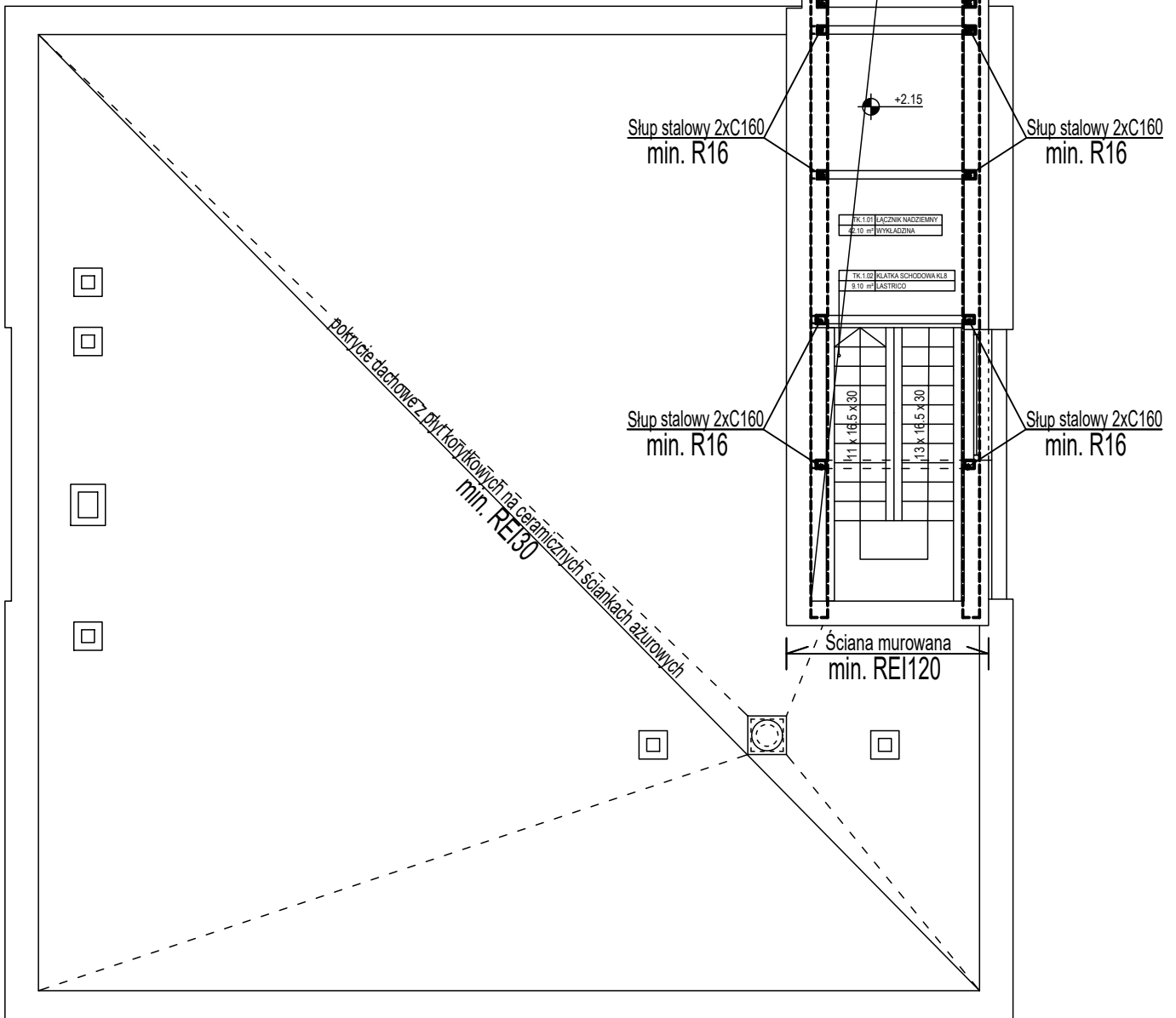
Kompleks siedmiu budynków Akademii Kultury Fizycznej



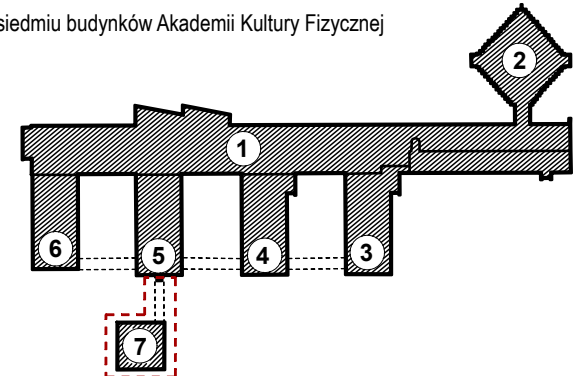
- Legenda:
- 1 - Budynek główny AKF
 - 2 - Aula
 - 3 - Pawilon I
 - 4 - Pawilon II
 - 5 - Pawilon III
 - 6 - Pawilon IV
 - 7 - Budynek komory termoklimatycznej
- Zakres opracowania

TEKTONIKA ARCHITEKCI Sp. z o.o. Sp. k. ul. Biskupia 14/10 tel./fax: 12 412 48 14				
AKADEMIA KULTURY FIZYCZNEJ im. Bronisława Czecha w Krakowie ul. Jana Pawła II 78, 31-571 Kraków			Faza proj: PK	
Prace przedprojektowe - wielobranżowa inwentaryzacja architektoniczna, wielobranżowa koncepcja, opracowanie programów funkcjonalno-użytkowych, ekspertyza p. poż., opinia geotechniczna, ekspertyzy konstrukcyjne itp. istniejącego kompleksu składającego się z połączonych: budynku głównego (część A i B), budynków pawilonów naukowo-dydaktycznych I-IV i budynku Auli w Krakowie przy al. Jana Pawła II 78 w zakresie rozbudowy, przebudowy oraz dostosowania do obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych i p. pożarowych.		Rysunek: KOMORA KLIMATYCZNA odporność pożarowa elementów konstrukcyjnych. Rzut strpu nad parterem		Nr rys: EK-KK-02
	KONSTRUKCJA	Nr uprawnień:	Podpis:	Skala: 1:100
	mgr inż. DANIEL GUZIEROWICZ	MAP/0267/P00K/08		Data: 2026 KWIECIEŃ

RZUT STROPU NAD ŁĄCZNIKIEM
SKALA 1:100



Kompleks siedmiu budynków Akademii Kultury Fizycznej



- Legenda:
- 1 - Budynek główny AKF
 - 2 - Aula
 - 3 - Pawilon I
 - 4 - Pawilon II
 - 5 - Pawilon III
 - 6 - Pawilon IV
 - 7 - Budynek komory termoklimatycznej
 - - Zakres opracowania

TEKTONIKA ARCHITEKCI Sp. z o.o. Sp. k. ul. Biskupia 14/10 tel./fax: 12 412 48 14				
AKADEMIA KULTURY FIZYCZNEJ im. Bronisława Czecha w Krakowie ul. Jana Pawła II 78, 31-571 Kraków			Faza proj: PK	
Prace przedprojektowe - wielobranżowa inwentaryzacja architektoniczna, wielobranżowa koncepcja, opracowanie programów funkcjonalno-użytkowych, ekspertyza p. poż., opinia geotechniczna, ekspertyzy konstrukcyjne itp. istniejącego kompleksu składającego się z połączonych: budynku głównego (część A i B), budynków pawilonów naukowo-dydaktycznych I-IV i budynku Auli w Krakowie przy al. Jana Pawła II 78 w zakresie rozbudowy, przebudowy oraz dostosowania do obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych i p. pożarowych.		Rysunek: KOMORA KLIMATYCZNA odporność pożarowa elementów konstrukcyjnych. Rzut strpu nad łącznikiem		Nr rys: EK-KK-03
	KONSTRUKCJA	Nr uprawnień:	Podpis:	Skala: 1:100
	mgr inż. DANIEL GUZIEROWICZ	MAP/0267/P00K/08		Data: 2026 KWIECIEŃ