

Stadium:

**EKSPERTYZA TECHNICZNA
NOŚNOŚCI STROPÓW**
w związku z
ARANŻACJĄ GALERII SZTUKI STAROŻYTNEJ



zamawiający:

NIZIO DESIGN INTERNATIONAL
ul. Inżynierska 3/4, 03-410 Warszawa

Autorzy:

mgr inż. Henryk J. Bachliński
Rzeczoznawca Budowlany
C.R.Rz.B poz. 47 /07/R /C

mgr inż. Tomasz Kowal
nr upr. K-209/02

mgr inż. Jacek Narewski
nr upr. MAZ/0147/POOK/04

Warszawa, wrzesień 2014

Spis treści

1	KOPIA UPRAWNIENÍ I ZAŚWIADCZENIA O PRZYNALEŻNOŚCI DO OKRĘGOWEJ IZBY INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA.....	3
2	OPIS TECHNICZNY.....	9
2.1	DANE OGÓLNE.....	9
2.1.1	Przedmiot opracowania.....	9
2.1.2	Lokalizacja	9
2.1.3	Cel i zakres opracowania.....	9
2.2	PODSTAWA OPRACOWANIA.....	9
2.2.1	Podstawa opracowania	9
2.2.2	Istniejąca dokumentacja i literatura	9
2.2.3	Podstawy prawne, publikacje, normy	10
2.2.4	Wykaz zastosowanych programów obliczeniowych	11
2.3	OPIS KONSTRUKCJI BUDYNKU	12
2.3.1	Opis ogólny budynku	12
2.3.2	Układ konstrukcyjny stropów w zakresie przedmiotowej ekspertyzy	12
2.4	OPIS PRZEPROWADZONYCH PRAC BADAWCZYCH.....	14
2.4.1	Odkrywki.....	14
2.4.2	Pomiar krzywizny stopów.....	14
2.4.3	Badania z wykorzystaniem detektora Profometer PM-600/PM-630 i BOSCH.....	16
2.4.4	Badania sklerometryczne	18
2.5	SZCZEGÓŁOWY OPIS ROZPONZANIEJ KONSTRUKCJI	19
2.5.1	Strop S1 nad magazynem ceramiki i sztuki starożytnej (pomieszczenia 24, 24a i część 23)..	20
2.5.2	Strop S2 nad magazynem sztuki starożytnej (pomieszczenia 25) wierzch ~+1.35	22
2.5.3	Strop S3 nad magazynem sztuki starożytnej (pom. 25a) wierzch -1.08	24
2.5.4	Strop S4 nad magazynem tkanin (pom. 31 i 32).....	26
2.5.5	Strop S5 nad magazynem szkła (pom.33).....	27
2.5.6	Strop S6 nad magazynem tkanin, korytarzem/schody oraz nad pomieszczeniem technicznym (pomieszczenie 33).....	28
2.6	OBLICZENIA STATYCZNE.....	29
2.6.1	Strop S1 nad magazynem ceramiki i sztuki starożytnej (pomieszczenia 24, 24a i część 23)..	29
2.6.2	Strop S2 nad magazynem sztuki starożytnej (pomieszczenia 25) wierzch ~+1.35	34
2.6.3	Strop S3 nad magazynem sztuki starożytnej (pom. 25a) wierzch -1.08	37
2.6.4	Strop S4 nad magazynem tkanin (pom. 31 i 32).....	44
2.6.5	Strop S5 nad magazynem szkła (pom.33).....	51
2.6.6	Strop S6 nad magazynem tkanin, korytarzem/schody oraz nad pomieszczeniem technicznym (pomieszczenie 33).....	55
3	WNIOSKI.....	56
4	DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA	60
5	ZAŁĄCZNIKI	74
5.1	Z1 Wyniki badań sklerometrycznych.....	74
5.2	Załącznik Z3- kopia tabeli obciążeń użytkowych z "Kalendarza Przeglądu Budowlanego na rok 1938" - Warszawa 1938.....	76
6	RYSUNKI	77
	ET-01 - Rysunek inwentaryzacji i odkrywek. Rzuty, przekroje.....	77
	ET-02 - Rysunek wzmocnień. Rzuty, przekroje.	77

1 KOPIA UPRAWNIEN I ZAŚWIADCZENIA O PRZYNALEŻNOŚCI DO OKRĘGOWEJ IZBY INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA



**GŁÓWNY INSPEKTOR
NADZORU BUDOWLANEGO**

DOA/INN/601/26/07

Warszawa, 2007-11-15

DECYZJA

Na podstawie art. 88 a pkt 3 lit. „b” ustawy z 7 lipca 1994 roku Prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118 z późn. zm.) oraz art. 104 § 1 i § 2 ustawy z 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (tekst jednolity Dz. U. z 2000 r., Nr 98 poz. 1071 z późn. zm.),

HENRYK JACEK BACHLIŃSKI
magister inżynier budownictwa lądowego

ustanowiony na mocy decyzji

wydanej przez Krajową Komisję Kwalifikacyjną Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa

w dniu 5.10.2007 r., znak: KK-0056-0009/07

Nr RZE/X/046/07

Rzeczoznawcą Budowlanym

w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

obejmującej projektowanie

oraz

w specjalności konstrukcyjno-inżynierskiej

obejmującej kierowanie robotami budowlanymi

został wpisany
DO CENTRALNEGO REJESTRU RZECZOZNAWCÓW BUDOWLANYCH
pod pozycją 47/07/R/C

Decyzja niniejsza jako uwzględniająca w całości żądania strony, zgodnie z art. 107 § 4 Kpa nie wymaga uzasadnienia.

Niniejsza decyzja jest ostateczna. W związku z powyższym, w oparciu o art. 12 ust. 7 ustawy Prawo budowlane stanowi podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie.

Strona może w terminie 14 dni od daty doręczenia decyzji wystąpić, na podstawie art. 127 § 3 Kpa oraz stosownie do uchwały Naczelnego Sądu Administracyjnego z dnia 9 grudnia 1996 r., sygn. akt OPS 4/96, z wnioskiem o ponowne rozpatrzenie sprawy.

Otrzymują:

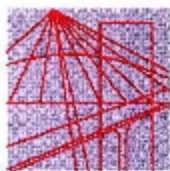
1. Pan Henryk Jacek Bachliński
Al. Niepodległości 60/62 m 17
02-626 Warszawa
2. Krajowa Komisja
Kwalifikacyjna PIIB
3. aaMPI



z upoważnienia
GŁÓWNEGO INSPEKTORA NADZORU BUDOWLANEGO
NACZELNIK WYDZIAŁU KONTROLI I ZWERYFIKACJI
ADMINISTRACJI ARCHITEKTURY I BUDOWNICTWA

Grzegorz Figiel

~~Za zgodność z oryginałem~~



MAZOWIECKA
OKRĘGOWA
I Z B A
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Warszawa, 14 grudnia 2011

Zaświadczenie

Pan **HENRYK JACEK BACHLIŃSKI**

miejsce zamieszkania:

al. NIEPODLEGŁOŚCI 60/62 m 17

02-626 WARSZAWA

jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

o numerze ewidencyjnym: MAZ/BO/4214/02

i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne

od dnia: 1 stycznia 2012 r. do dnia: 31 grudnia 2012 r.

MAZOWIECKA OKRĘGOWA IZBA
INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA
Z-ca PRZEWODNICZĄCEGO
mgr inż. Jerzy Kotowski

Biuro: ul. 1 Sierpnia 36B, 02-134 Warszawa, tel. 22 868 35 35, 22 868 35 81, 22 868 35 82, fax 22 868 35 49, www.maz.pilb.org.pl e-mail: biuro@maz.pilb.org.pl
NIP 525-22-58-203. Dział Członkowski: tel. 22 878 04 11, 22 826 11 05, fax 22 300 99 00. Dział Szkoleń: tel. 22 828 34 10, 22 868 35 50
Komisja Kwalifikacyjna: tel. 22 878 04 03, 22 878 04 04, fax 22 826 28 67 w. 153

Za zgodność z oryginałem



WOJEWODA PODKARPACKI

35-959 Rzeszów, skr. poczt. 297

ul. Grunwaldzka 15

R.XII.A.-7131/69/02

Rzeszów, 2002 - 11-08

**DECYZJA
O NADANIU UPRAWNIENÍ BUDOWLANYCH**

Na podstawie art. 13 ust. 1 pkt 1, ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 i ust. 3 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane /tekst jednolity: Dz. U. Nr 106 poz. 1126 z 2000r. z późn. zm./ oraz art.62 ustawy z dnia 15 grudnia 2000r o samorządach zawodowych architektów , inżynierów budownictwa oraz urbanistów / Dz.U.Nr.5 poz.42 z 2001r. i zm. Dz.U. Nr.23 poz.221 z 2002r./ oraz § 4 ust. 2 i § 9 ust.1 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz. U. Nr 8 poz. 38 z 1995r. z późn. zm./ i art. 104 Kodeksu postępowania administracyjnego /tekst jednolity: Dz. U. Nr 98 poz. 1071 z 2000 r./, po ustaleniu, że spełnione zostały warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan TOMASZ KOWAL

magister inżynier

(kierunek studiów - budownictwo)

ur. 12 kwietnia 1974r. w Lubaczowie

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

Nr ewid. K - 209/02

**do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej**

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego w Warszawie, za pośrednictwem Wojewody Podkarpackiego, w terminie 14 dni od daty jej otrzymania.

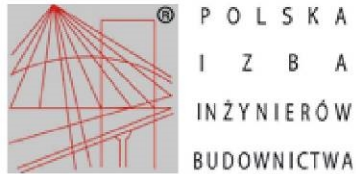
Otrzymują:

1. Pan mgr inż. Tomasz Kowal
ul. Wojska Polskiego 21
37-600 Lubaczów
2. a/a



Z up. WOJEWODY PODKARPACKIEGO
[Signature]
mgr inż. arch. Władysław Woźniak
Z-C.A. DYREKTORA WYDZIAŁU
ROZWOJU REGIONALNEGO
ARCHITEKT WOJEWÓDZKI

Za zgodność z oryginałem



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAZ-DD7-RKR-PNJ *

Pan TOMASZ ANDRZEJ KOWAL o numerze ewidencyjnym MAZ/BO/8363/03
adres zamieszkania ul. STRAŻACKA 4 m. 39, 05-850 OŻARÓW MAZOWIECKI
jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2014-10-01 do 2015-09-30.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2014-09-23 roku przez:

Mieczysław Grodzki, Przewodniczący Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci
elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są
równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

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



Za zgodność z oryginałem



sygn. akt. MAZ/7131/158/04/K

Warszawa, dn. 25.06.2004 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 11 ust. 1 i art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz. U. z 2001 r. nr 5 poz. 42, z póź. zm.), art. 12 ust. 1 pkt. 1 i pkt. 5 oraz ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt. 1 i ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2000 r. nr 106 poz. 1126 z póź. zm.) art. 2 ust. 1 ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o zmianie ustawy – Prawo Budowlane (Dz. U. Nr 93, poz. 888) oraz § 4 ust. 2, § 5 ust. 3d w związku z ust. 3a pkt. 1 i 3b pkt. 1. § 2 ust. 1 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. 1995 r. nr 8 poz. 38, z póź. zm.), Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa działająca w składzie orzekającym: 1/ Ryszard Chaciński, 2/ Krzysztof Latoszek, 3/Leszek Ganowicz stwierdza, że:

Pan Jacek Narewski
magister inżynier
urodzony dnia 6 maja 1974 roku w Ostrowi Mazowieckiej, syn Jana

uzyskał
UPRAWNIENIA BUDOWLANE
nr MAZ/0147/POOK/04

**do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno – budowlanej**

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 Kodeksu postępowania administracyjnego odstępuje się od uzasadnienia decyzji.

Szczegółowy zakres nadanych uprawnień został opisany na odwołanie niniejszej decyzji.

POUCZENIE

1 Zgodnie z art. 12 ust. 7 ustawy – Prawo budowlane, podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru, prowadzonego przez Głównego Inspektora nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.

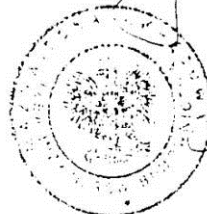
2. Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

Skład Orzekający

1/ mgr inż. Ryszard Chaciński
2/ mgr inż. Krzysztof Latoszek
3/ mgr inż. Leszek Ganowicz

Przewodniczący
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
Prof. dr hab. inż. Kazimierz Szulborski

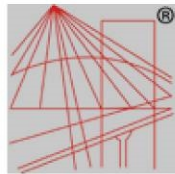
.....



Przewodniczący
Mazowieckiej Okręgowej Izby
Inżynierów Budownictwa
mgr inż. Wiesław Olechnowicz

.....

Za zgodność z oryginałem



P O L S K A
I Z B A
I N Ż Y N I E R Ó W
B U D O W N I C T W A

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAZ-A83-4E6-B7Q *

Pan JACEK NAREWSKI o numerze ewidencyjnym MAZ/BO/1233/04
adres zamieszkania ul. NADBUŻNA 63, ZAWISTY NADBUŻNE, 07-320 MAŁKINIA
jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2014-10-01 do 2015-09-30.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2014-09-23 roku przez:

Mieczysław Grodzki, Przewodniczący Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci
elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są
równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

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



Za zgodność z oryginałem

2 OPIS TECHNICZNY

2.1 DANE OGÓLNE

2.1.1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest ekspertyza techniczna dotycząca konstrukcji budynku Muzeum Narodowego. Opracowanie powstało w związku z nową aranżacją galerii sztuki starożytnej.

2.1.2 Lokalizacja

Przedmiotowy budynek zlokalizowany jest przy Al. Jerozolimskich 3, 00-495 Warszawa. Przedmiotowa aranżacja sztuki galerii starożytnej zlokalizowana jest w skrzydle numer 3.

2.1.3 Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest określenie nośności stropów w zakresie planowanej nowej ekspozycji. Zakres opracowania dotyczy stropów nad piwnicą w skrzydle numer 3 (dokładny zakres patrz załączony rzut) pomieszczenia numer 23, 24, 24A, 25, 25A 31, 32 oraz 33.

2.2 PODSTAWA OPRACOWANIA

2.2.1 Podstawa opracowania

- Umowa o wykonanie opinii technicznej zawarta w dniu 04.09.2014 w Warszawie pomiędzy **Nizio Design International Mirosław Nizio a U.B.i P. „Bachliński”**.

2.2.2 Istniejąca dokumentacja i literatura

- I. ANEX do ekspertyzy technicznej z sierpnia 2013r. dotyczącej oceny nośności stropu pomiędzy galerią Faras, a magazynem malarstwa polskiego w gmachu głównym muzeum narodowego opracowany przez biuro DESCON (mgr inż. Stefan Kowalski) - Warszawa styczeń 2014
- II. Opinia techniczna nośności stropu nad piwnicą w skrzydle 2 w budynku Muzeum Narodowego w Warszawie pod kątem usytuowania nowej ekspozycji w pomieszczeniach Galerii Sztuki Średniowiecznej - opracowana przez Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowo-Usługowe "Bobas" Andrzej Barański w grudniu 2012
- III. Projekt wykonawczy wzmocnienia stropu w poziomie parteru w skrzydle numer 3 Gmachu Głównego Muzeum Narodowego w Warszawie - opracowana przez Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowo-Usługowe "Bobas" Andrzej Barański w lipcu 2012
- IV. Inwentaryzacja w postaci elektronicznej - rzuty i przekroje opracowana przez biuro projektowe WARCENT w 1982 roku.
- V. Archiwalny projekt stropu Kleina i schodów opracowanie około 1948 rok

EKSPERTYZA TECHNICZNA	Muzeum Narodowe
<p>VI.</p> <p>VII.</p> <p>VIII.</p>	<p>Projekt Przebudowy wnętrza i aranżacja galerii sztuki starożytnego Egiptu w dziale starożytności Muzeum Narodowego w Warszawie przy Al. Jerozolimskich 3 - architektura: arch. mgr Andrzej Figlarz, konstrukcja: Ryszard Wilk - Warszawa 1999 rok</p> <p>Kalendarz Przeglądu Budowlanego TOM I pod redakcją inż. I. Lufta na rok 1938 Warszawa Wydawnictwo Stowarzyszenia Zawodowego Przemysłowców Budowlanych R.P.</p> <p>Kalendarz Przeglądu Budowlanego TOM II pod redakcją inż. I. Lufta na rok 1939 Warszawa Wydawnictwo Stowarzyszenia Zawodowego Przemysłowców Budowlanych R.P.</p>
<p>2.2.3 Podstawy prawne, publikacje, normy</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ustawa z 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane Dz. U. z 2003 r. nr 207, poz. 2016 (tekst jednolity) z późniejszymi zmianami, • Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U.02.75.690) z późn. zmianami, (na podstawie art. 7, ust. 2, pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994r.- Prawo budowlane), • „Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych”. Wyd. Ministerstwo Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa oraz Instytut Techniki Budowlanej, <p>Obliczenia statyczne wykonano przyjmując obciążenia zgodnie z następującymi normami:</p> <ul style="list-style-type: none"> • PN-82/B-02000 - Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości • PN-82/B-02001 - Obciążenia budowli. Obciążenia stałe • PN-82/B-02003 - Obciążenia budowli. Obciążenie zmienne technologiczne • PN-80/B-02010 - Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia śniegiem wraz ze zmianą PN-80/B-02010/Az1:październik 2006 • PN-77/B-02011 - Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia wiatrem • PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie. • PB-03002:2007 Konstrukcje murowe. Projektowanie i obliczanie. • PN-EN 338:2004 Elementy drewniane • PN-B-03150:2000 Konstrukcje drewniane. Projektowanie i obliczanie. • PN-B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie. 	
strona 10	

2.2.4 Wykaz zastosowanych programów obliczeniowych

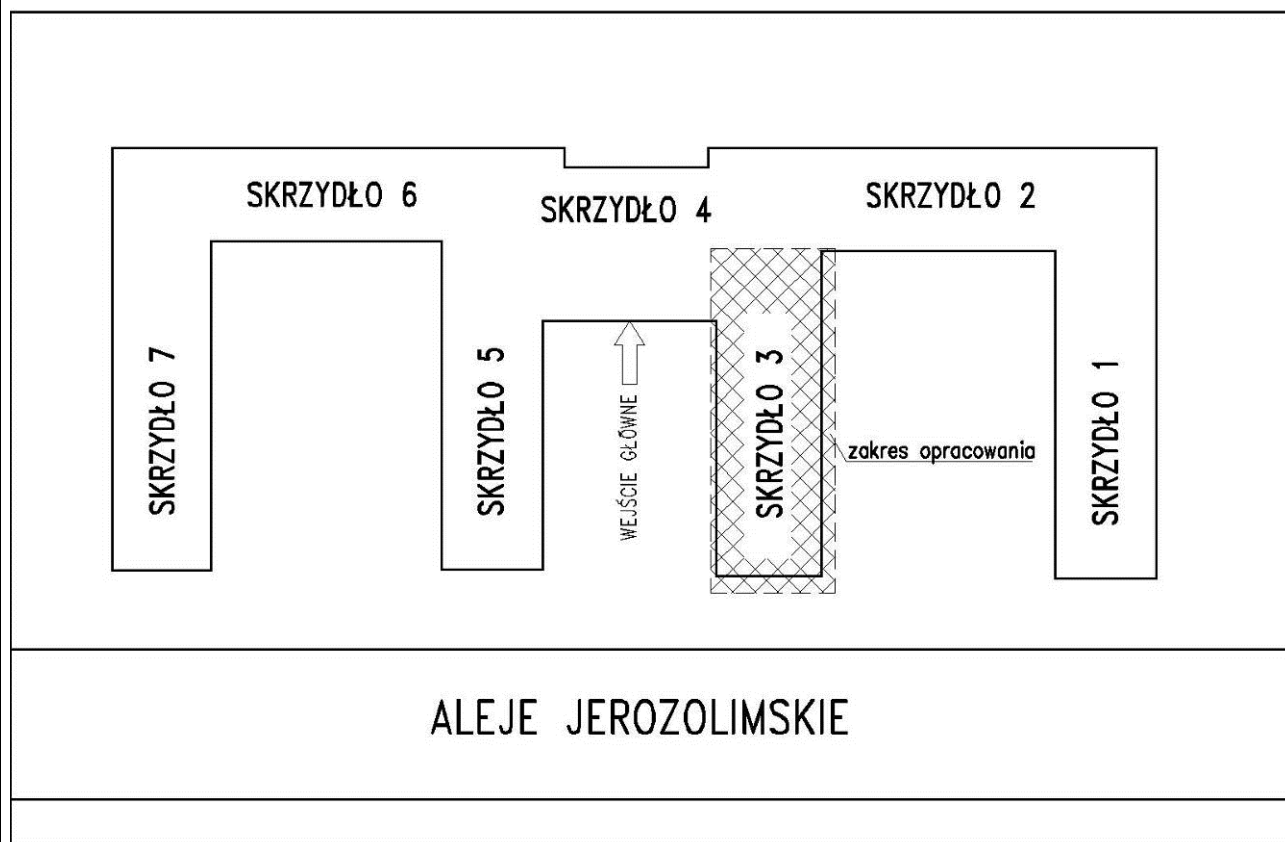
- PAKIET KALKULATORÓW firmy SPECBUD – zestawienie obciążeń, kalkulator elementów - Strop Ackermana, Kalkulator elementów stalowych, Kalkulator elementów żelbetowych
- ABC PŁYTA 6.14 - firmy PRO-SOFT z Gliwic - analiza stropów żelbetowych

2.3 OPIS KONSTRUKCJI BUDYNKU

2.3.1 Opis ogólny budynku

Budynek powstał w latach 1927-38: kamień węgielny został wmurowany 15 czerwca 1927, jego uroczyste otwarcie odbyło się 18 czerwca 1938 roku. Budynek składa się z 7 segmentów: 3 segmenty (2,4,6) równoległe do Al. Jerozolimskich, 4 pozostałe (1,3,5,7) prostopadłe. Budynek podpiwniczony posiadający 2-4 kondygnacji nadziemnych plus poddasze. Budynek w zakresie części przedmiotowego segmentu 3 został przebudowany na początku lat 50.

Układ konstrukcyjny tradycyjny uwzględniający realia okresu w którym powstawał. Stropy o przeważającej konstrukcji żelbetowej - płytowo-belkowe lub kasetonowe, lokalnie stropy żelbetowe typu Ackermana oraz stropy ceglano-stalowe typu Kleina. Elementy pionowe w postaci ścian murowanych z cegły pełnej i dziurawki oraz ściany i słupy żelbetowe. Fundamenty prawdopodobnie w postaci ław i stóp żelbetowych, pod ścianami prawdopodobnie zastosowano fundamenty ceglane z odsadzkami. Dach w spadku w postaci tradycyjnej więźby drewnianej opieranej na konstrukcji stalowej.

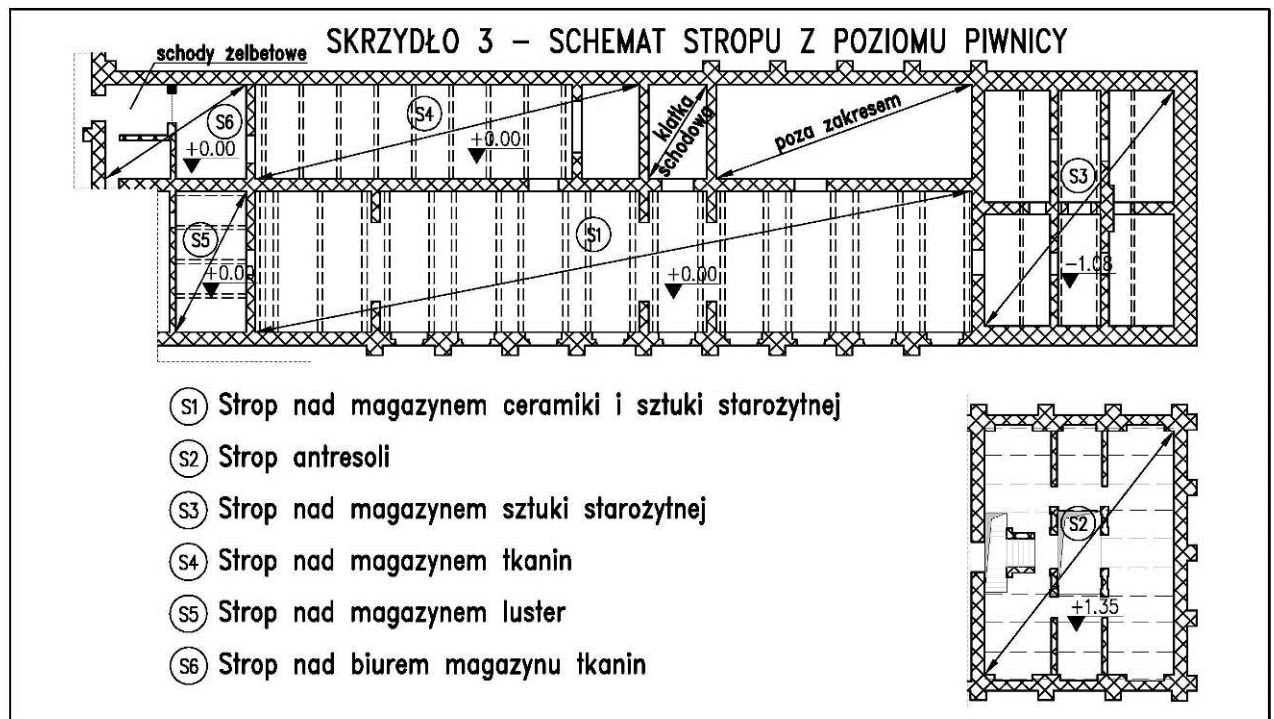


rys.1. Schemat rzutu budynku Muzeum Narodowego wraz z lokalizacją zakresu opracowania

2.3.2 Układ konstrukcyjny stropów w zakresie przedmiotowej ekspertyzy

Planowana nowa aranżacja galerii starożytnej obejmuje pomieszczenia zlokalizowane na parterze oraz lokalnie (końcówka skrzydła 3 od strony Al. Jerozolimskich) w zakresie "niskiej" piwnicy zlokalizowanej pod stropem antresoli. Przeprowadzone wizje lokalne i badania wykazały na następujące rodzaje stropów w poszczególnych pomieszczeniach:

- **strop S1 pomieszczenia: 24, 24a i część 23 (nad magazynem ceramiki i sztuki starożytnej)** - strop belkowo-płytowy o przekroju belek 30x52cm i grubości płyty 12cm. Grubość warstw stropowych w tym zakresie wynosi 12cm i są to warstwy lekkie: lokalnie polepa/gruz, legary drewniane, deskowanie i parkiet drewniany.
- **strop S2 pomieszczenie 25 (nad pomieszczeniem sztuki starożytnej) wierzch ~+1.35** - strop Kleina z płytą typu ciężkiego na belkach stalowych I180-220. Warstwy w postaci polepy, legarów, deskowania i parkietu - całkowita grubość warstw wraz ze stropem ~32cm
- **Strop S3 pomieszczenie 25a(nad magazynem sztuki starożytnej)** - strop belkowo-płytowy - belki o przekroju 20x47cm, płyta grubości 12cm. Warstwy posadzkowe o grubości 3-4cm w postaci wylewki i parkietu
- **Strop S4 pomieszczenia 31 i 32 (nad magazynem tkanin)** strop belkowo-płytowy o przekroju belek 20x48cm i grubości płyty 12cm. Grubość warstw stropowych w tym zakresie wynosi 11-12cm i są to warstwy lekkie: lokalnie polepa/gruz, legary drewniane, deskowanie i parkiet drewniany.
- **Strop S5 część pomieszczenia 23(nad magazynem luster)**- strop belkowo-płytowy o przekroju belek 24x45cm i grubości płyty 12cm. Grubość warstw stropowych w tym zakresie wynosi 11-12cm i są to warstwy lekkie: lokalnie polepa/gruz, legary drewniane, deskowanie i parkiet drewniany.
- **Strop S6 pomieszczenie 33 (nad magazynem tkanin, korytarzem/schody oraz nad pomieszczeniem technicznym)**- strop typu Ackermana grubość całkowita stropu 26cm. Grubość warstw stropowych w tym zakresie wynosi 11-16cm i są to warstwy lekkie: lokalnie polepa/gruz, legary drewniane, deskowanie i parkiet drewniany.



2.4 OPIS PRZEPROWADZONYCH PRAC BADAWCZYCH

Z uwagi na brak większości dokumentacji archiwalnej budynku Muzeum niezbędne było wykonanie szeregu prac badawczych pozwalających na określenie nośności stropów w przedmiotowym zakresie. Specyfika pomieszczeń polegająca na występowaniu cennych eksponatów wrażliwych na zapylenie drgania itd. spowodowało, że starano się zminimalizować ilość prac "brudnych" w tych pomieszczeniach. Zastosowano badania z wykorzystaniem metod "czystych" tj. wykrywanie zbrojenia detektorem firmy Proceq - Profometer PM-600/PM-630, detektora BOSCH Wallscaner D-tect150 oraz magnesu neodymowego. Dodatkowo dokonano analizy obecnego odkształcenia stropów poprzez pomiary z wykorzystaniem niwelatora iłaty niwelacyjnej. W miejscach newralgicznych wykonano odkrywki konstrukcji (zbrojenie, rodzaj stropu itd.). W celu określenia obecnego układu warstw podłogowych dokonano lokalnych odkrywek poprzez usunięcie fragmentu parkietu i jego podkonstrukcji.

Określone wg powyższych metod informacje dotyczące konstrukcji stropów pozwoliły na wykonanie obliczeń sprawdzających nośność stropów.

2.4.1 Odkrywki

Z uwagi na ograniczenia wynikające z obecności eksponatów w magazynach ilość odkrywek wykonywanych od spodu stropu ograniczono do minimum - zamiennie stosowano skanowanie detektorem Profometer i detektorem Bosch. W pomieszczeniach nad stropem nie było w zasadzie ograniczeń w wykonywaniu odkrywek.

W celu określenia grubości warstw podłogowych, rodzaju stropu i zastosowanego zbrojenia wykonano szereg odkrywek. Grubość poszczególnych warstw podłogowych określano poprzez przewiercanie warstw z poziomu podłogi. Rozpoznanie zakresu stropu Ackermana w zakresie magazynu tkanin dokonano poprzez przewiercanie stropu aż do znalezienia kanałów pustaków Ackermana. Określenie wielkości belek stalowych stropów Kleina wykonano za pomocą wiercenia w licu pólki o pomiar bezpośredni. Układ warstw stropu Kleina wykonano poprzez ich przewiercenie. Grubość płyt stropów belkowo-płytowych określano poprzez ich przewiercenie.

Wykonano również rozkucia otulin belek w celu określenia rodzaju i ilości prętów zbrojenia głównego.

2.4.2 Pomiar krzywizny stropów

W celu uzyskania dodatkowych informacji na temat konstrukcji stropów dokonano pomiaru ich krzywizny. Pomiary dokonano dla powierzchni dolnej (głównie spód belek) oraz na wierzchu (z poziomu podłogi). Celem pomiarów była próba określenia ewentualnych nadmiernych ugięć stropów. Należy jednak mieć na uwadze, że na mierzone krzywizny stropów składają się: dokładność wykonania elementów, dokładność wykonania wykończenia stropów (tynki, parkiet) oraz ugięcie stropów.

Pomiary były wykonywane przy wykorzystaniu niwelatora orazłaty niwelacyjnej. Dokładność pomiarów 1mm.

Odczyty były prowadzone w rejonach podpór i w rejonach spodziewanych największych ugięć (prześła). Ugięcie określano jako różnicę tych odczytów.



fot.1. Widok zestawu do określania krzywizny stropów.

2.4.3 Badania z wykorzystaniem detektora Profometer PM-600/PM-630 i BOSCH

W celu nieniszczącego określania zbrojenia poszczególnych elementów stropów zastosowano detektor *PROFOMETER PM-600/PM-630* firmy **Proceq**.

Urządzenie to umożliwia określenie ilości prętów zbrojeniowych, ich otulenie oraz dokonuje szacunkowego określenia średnicy. W celu wykalibrowania urządzenie dokonano próby określenia średnicy i otuliny prętów zbrojeniowych belki w rejonie wykonanej wcześniej odkrywki - badanie przeprowadzono w rejonie korytarza prowadzącego do magazynu tkanin.

Dane techniczne urządzenia:

- Zakres pomiaru grubości otuliny 185 mm \pm 1 do \pm 4 mm;
- Zakres szacowania średnicy pręta do 63 mm;
- Sonda pomiarowa wyposażona we wskaźniki LED oraz wózek;
- Wyświetlacz kolorowy, dotykowy o przekątnej 7”;



fot.2. Widok detektora Profometer PM-600/PM-630 szwajcarskiej firmy PROCEQ- widoczny monitor oraz sonda pomiarowa (po prawej).

Zamienie do detektora PROFOMETER stosowano detekcję z wykorzystaniem urządzenia BOSCH Wall scanner D-tect150. Urządzenie nie jest w stanie określić średnicy zbrojenia, ale określa otuliny i położenie i ilości prętów.



fot.3. Widok detektora BOSCH Wall scanner D-tect150

2.4.4 Badania sklerometryczne

Badania wytrzymałości betonu na ściskanie wykonano zgodnie z instrukcją ITB nr.210 „Instrukcja stosowania młotków Schmidta do nieniszczącej kontroli jakości betonu w konstrukcji” z roku 1977. Do badań użyto młotka Schmidta typu ”N” wyprodukowanego przez firmę „Proceq”. Wytrzymałość określana jest na podstawie pomiaru odskoku od powierzchni betonu ciężaru uderzającego z określoną siłą. Uzyskane informacje o jakości betonu dotyczą wyłącznie powierzchniowej warstwy betonu grubości od 3 do 10cm. Miejsca badań przygotowano zgodnie z instrukcją, czyli oczyszczono ze słabo przyczepionych cząstek betonu oraz wygładzono ręcznie za pomocą kamienia ściernego. W dwóch miejscach zastosowano szlifierkę mechaniczną ze względu na pokrycie powierzchni masą szpachlową a następnie wygładzono kamieniem ściernym. W każdym miejscu pomiarowym wykonano od 8 do 14 odczytów przy użyciu danego przyrządu. Odczyty w obrębie jednego miejsca pomiarowego, które różniły się o 5 jednostek nie zostały uwzględnione do wyników. Na podstawie otrzymanych wyników liczby odbicia przy zastosowaniu krzywej korelacji R-L (wytrzymałość na ściskanie-liczba odbicia) określono wytrzymałość na ściskanie betonu w poszczególnych miejscach pomiarowych konstrukcji. Otrzymane wartości wytrzymałości z badań sklerometrycznych porównano z wytrzymałością gwarantowaną betonu wg normy PN-B-03264:2002 i określono w przybliżeniu klasę betonu.



fot.4. Widok młotka schmidta typ N - numer.....

Wyniki badań sklerometrycznych zamieszczono w załączniku numer Z1.

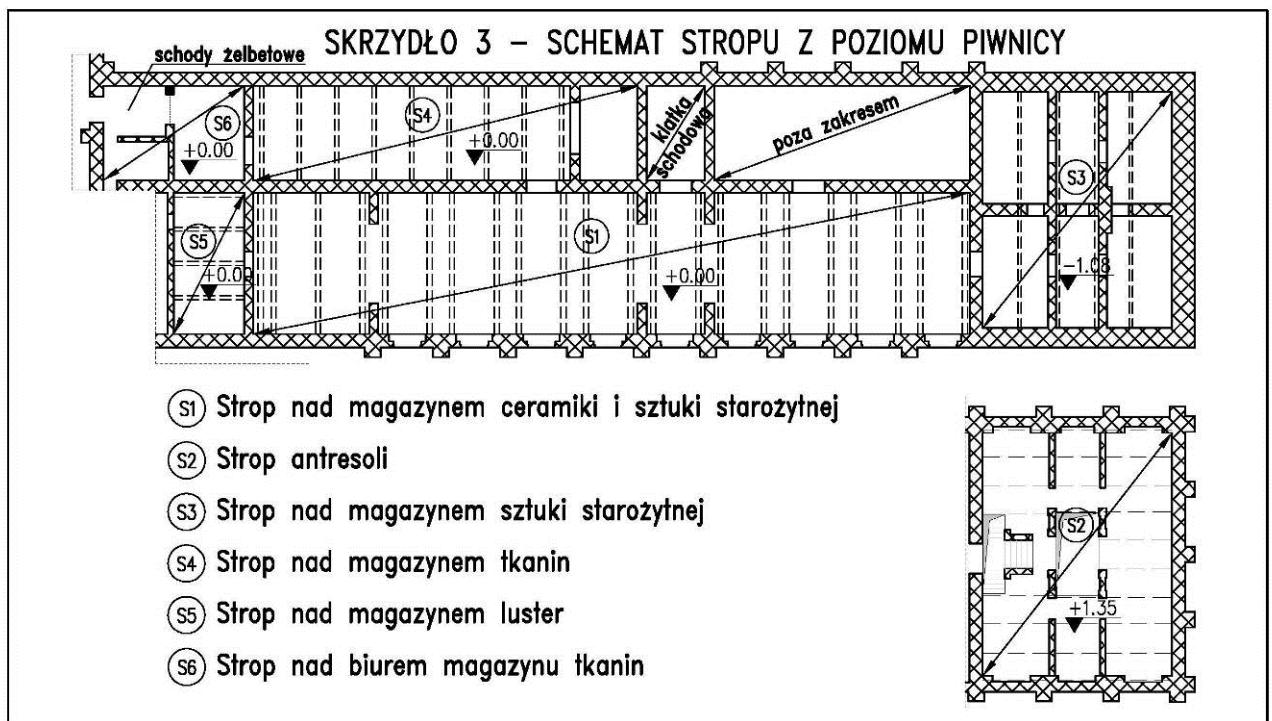
2.5 SZCZEGÓŁOWY OPIS ROZPONZNANEJ KONSTRUKCJI

W wyniku przeprowadzonych prac badawczych rozpoznano konstrukcję stropów w przedmiotowym zakresie. Opis konstrukcji poszczególnych stropów przeprowadzono dla poszczególnych pomieszczeń.

W celu jednoznacznego określania lokalizacji poszczególne stropy ponumerowano pod względem rodzaju ich konstrukcji i lokalizacji nadając numery od S1 do S6.

Klasę betonu wg badań sklerometrycznych oszacowano na B20. Rodzaj stali zbrojeniowej wg literatury z tamtego okresu [VII] przyjęto jako pręty gładkie ze stali przedniej o granicy plastyczności $s_d=1800-2000\text{kg/cm}^2$. Wg [VI] dopuszczalne w ww. stali naprężenia mogą być zwiększone o 15% jeżeli w obliczeniach uwzględni się działanie wiatru, zmiany temperatury i skurcz betonu.

Lokalizacja poszczególnych stropów wg poniższego szkicu.



2.5.1 Strop S1 nad magazynem ceramiki i sztuki starożytnej (pomieszczenia 24, 24a i część 23)

Strop o konstrukcji płytowo żebrowej. Rozpiętość jednoprzęsłowego stropu około 8.4m. Grubość płyty około 11-12cm, belki o przekroju 30x52cm w rozstawie osiowym 131 i 261cm. Zbrojenie dolne belek określone detektorem Profometer PM600/PM630 to 4 pręty o średnicy wg wskazań detektora 32-40mm. Do dalszych analiz przyjęto zbrojenie dolne Ø32mm - średnice zostały potwierdzone dodatkowo odkrywką zbrojenia (patrz fot.5). Zbrojenie dolne płyty stropowej (określone detektorem) to pręty Ø10-11mm w rozstawie 8-12cm. W odległości około 50cm od lica belki co 3 pręt był odginany nad podporę - czyli rozstaw prętów górnych około 30cm. Do dalszych analiz przyjęto pręty Ø8o10cm i górą co 30cm.

Przeprowadzone odkrywki warstw podłogowych na przedmiotowym stropie wykazały następujący układ (licząc od dołu stropu):

- tynk cementowo-wapienny 1.5-2cm
 - płyta żelbetowa 12cm
 - miejscami polepa lub gruz 2-3cm
 - pustka lub legary opierane na stropie wysokości około 40mm
 - deskowanie 40mm opierane na legarach
 - parkiet 22mm oparty na deskowaniu poprzez płytę pilśniową gr. ~5mm
- Całkowita grubość warstw wyniosła 11-12cm do wierzchu stropu.



fot.5. Widok spodu stropu w zakresie magazynu sztuki starożytnej



fot.6. Widok odkrywki zbrojenia dolnego w zakresie przedsionka pomiędzy magazynem ceramiki i sztuki starożytnej

Przeprowadzone pomiary krzywizny ugięcia stropu nie wykazały nadmiernych ugięć - różnica odczytów pomiędzy ścianami, a przęsłem nie więcej niż 1.5cm w przypadku pomiaru z wierzchu stropu i nie więcej niż 6mm mierząc od spodu.

Ogólna ocena konstrukcji stropu S1 jest dobra. Nie zauważono żadnych oznak nieprawidłowej pracy konstrukcji takich jak zarysowanie czy też nadmierne ugięcie (sprawdzono geodezyjnie).

**2.5.2 Strop S2 nad magazynem sztuki starożytnej (pomieszczenia 25) wierzch
~+1.35**

fot.7. Widok wierzchu stropu w poziomie +1.35 - strop nad magazynem starożytności

Wykonane odkrywki wskazały na konstrukcję stropu stalowo-ceramicznego typu Kleina co ma potwierdzenie w zachowanej dokumentacji archiwalnej. W wykonanych odkrywkach stwierdzono zastosowanie belek stalowych typu I220 i I180. Wg projektu [III] i archiwalnej dokumentacji [V] zastosowane belki to I220 w przęsłach skrajnych i I180 w przęśle środkowym. Belki w rozstawie 160-170cm. Lokalnie przy otworach w stropie od strony Al. Jerozolimskich zastosowano niższe belki ~I160.

Lokalne przewiercenia stropu wykazały na następujący układ warstw (licząc od spodu):

- tynk cementowo-wapienny około 2cm
- płyta ceglana ciężka 13cm cegła pełna tzw. cegła Kleina murowana na zaprawie cementowej, wg [V] zbrojenie bednarką 30x2mm co trzecią spoinę
- polepa grubości około 3-4cm
- przestrzeń pusta/deskowanie wysokości około 5cm opierane na belkach stalowych
- parkiet dębowy grubości 18-22mm

Całkowita grubość stropu wraz z warstwami 32cm.

W zakresie stropu wykonano układ schodów prowadzących z poziomu 0.00 na poziom +1.35. Konstrukcja schodów typu Kleina - część konstrukcji schodów jak i stropu opiera się na ścianach murowanych opartych na stropie w poziomie -1.08.

Konstrukcja stropu opiera się na poprzecznych ścianach nośnych (cegła pełna lub dziurawka) tworzących układ 3-przęsłowy - rozpiętości poszczególnych) przęseł w świetle: 3.90-2.65-3.90m. Belki w ramach danego przęsła pracują jako swobodnie

podparte (nie zakłada się częściowego utwierdzenia na podporach). Analiza schematu statycznego stropu (układ podpór) w poziomie -1.08 oraz dokumentacji [V] wskazuje na fakt późniejszego wykonania przedmiotowego stropu Kleina (początek lat 50).

Konstrukcję stropu S2 (strop typu Kleina) ocenia się jako dobrą nie zauważono żadnych oznak niewystarczającej konstrukcji stropu. Pomierzone krzywizna spodu stropu nie wykazały nadmiernych ugięć. Wg dokumentacji archiwalnej [V] strop został zaprojektowany na obciążenia:

- 400kg/m² obciążenia stałe
- 600kg/m² obciążenia użytkowe

2.5.3 Strop S3 nad magazynem sztuki starożytnej (pom. 25a) wierzch -1.08

Strop żelbetowy o konstrukcji belkowo-płytovej. Belki dwuprzęsłowe o przekroju 20x48cm, płyta grubości 12cm. Rozpiętość belek 2x6.9m, rozstaw poprzeczny około 2-2.25m. Zbrojenie dolne belek określone detektorem Profometer PM600/PM630 to 2 pręty o średnicy wg wskazań detektora 20-22mm - brak informacji na temat zbrojenia górnego nad podporą pośrednią. Zbrojenie dolne płyty to wg wskazań wspomnianego detektora pręty Ø8 w rozstawie około 10cm, co 3 pręt jest odginany w strefę górną (nad belkę). Strzemiona Ø6 co 20cm plus prawdopodobnie pręty odgięte w strefach przypodporowych.

Analiza schematu statycznego stropu i układu ścian pod nim wykazała na dodanie w okresie późniejszym układu ścian murowanych równoległych (a więc niepotrzebnych jako podpory dla przedmiotowych belek) do osi belek żelbetowych. Układ tych ścian jest zbieżny z układem ścian murowanych podpierających wyższy strop Kleina (pkt.2.5.2.) i powstał w okresie późniejszym podczas przebudowy muzeum na początku lat 50.

Przeprowadzone odkrytki warstw podłogowych wskazały na następujący układ:

- tynk cementowo-wapienny ~1.5-2cm
- płyta żelbetowa 12cm
- zaprawa wyrównawcza 2-3cm
- parkiet dębowy 18-22mm

Całkowita grubość warstw liczona od wierzchu stropu to około 4cm. Małą grubość warstw wynika prawdopodobnie z małej wysokości pomieszczenia pod wykonanym w okresie późniejszym stropem Kleina.



fot.8. Widok spodu stropu widoczne równoległe do belek ściany murowane wykonane w okresie późniejszym

Konstrukcję stropu S3 ocenia się jako dobrą nie zauważono żadnych oznak niewystarczającej konstrukcji stropu. Pomierzone krzywizna spodu stropu nie wykazały nadmiernych ugięć. Wykonane na początku lat 50 dodatkowe ściany murowane podpierające wyższy strop Kleina są dodatkowym wzmocnieniem stropu.

2.5.4 Strop S4 nad magazynem tkanin (pom. 31 i 32)

fot.9. Widok spodu stropu w zakresie magazynu tkanin

Strop żelbetowy o konstrukcji belkowo- płytowej. Belki jednoprzęsłowe o przekroju 20x48cm, płyta grubości 12cm. Rozpiętość belek w świetle 5.5m, rozstaw poprzeczny około 2m. Zbrojenie dolne belek określone detektorem Profometer PM600/PM630 to 2 pręty o średnicy wg wskazań detektora $\varnothing 28\text{mm}$, co zostało potwierdzone w wykonanej odkrywce. Zbrojenie dolne płyty to wg wskazań wspomnianego detektora pręty $\varnothing 6-8$ w rozstawie około 12-15cm, co 3 pręt jest odginany w strefę górną (nad belkę). Strzemiona $\varnothing 6$ co 20cm plus prawdopodobnie pręty odgięte w strefach przypodporowych.

Przeprowadzone odkrywki warstw podłogowych na przedmiotowym stropie wykazały następujący układ (licząc od dołu stropu):

- tynk cementowo-wapienny 1.5-2cm
 - płyta żelbetowa 12cm
 - miejscami polepa lub gruz 2-3cm
 - pustka lub legary opierane na stropie wysokości około 40mm
 - deskowanie 40mm opierane na legarach
 - parkiet 22mm oparty na deskowaniu poprzez płytę pilśniową gr. ~5mm
- Całkowita grubość warstw liczona od wierzchu stropu to około 11-12cm.

Konstrukcję stropu S4 ocenia się jako dobrą. Nie zauważono żadnych oznak niewystarczającej konstrukcji stropu. Pomierzone krzywizna spodu stropu nie wykazały na nadmierne ugięcia.

2.5.5 Strop S5 nad magazynem szkła (pom.33)

fol.10. Widok spodu stropu w zakresie magazynu szkła

Strop żelbetowy o konstrukcji belkowo-płytowej. Belki jednoprzęsłowe o przekroju 22x45cm, płyta grubości 12cm. Rozpiętość belek w świetle ~4.15m, rozstaw poprzeczny około 2m. Zbrojenie dolne belek określone detektorem Profometer PM600/PM630 to 3 pręty o średnicy wg wskazań detektora Ø16mm. Zbrojenie dolne płyty to wg wskazań wspomnianego detektora pręty Ø6-8 w rozstawie około 12-15cm, co 3 pręt jest odginany w strefę górną (nad belkę). Strzemiona Ø6 co20cm plus prawdopodobnie pręty odgięte.

Przeprowadzone odkrytki warstw podłogowych na przedmiotowym stropie wykazały następujący układ (licząc od dołu stropu):

- tynk cementowo-wapienny 1.5-2cm
- płyta żelbetowa 12cm
- miejscami polepa lub gruz 2-3cm
- pustka lub legary opierane na stropie wysokości około 40mm
- deskowanie 40mm opierane na legarach
- parkiet 22mm oparty na deskowaniu poprzez płytę pilśniową gr. ~5mm

Całkowita grubość warstw liczona od wierzchu stropu to około 11-12cm.

Konstrukcję stropu S5 ocenia się jako dobrą nie zauważono żadnych oznak niewystarczającej konstrukcji stropu. Pomierzone krzywizna spodu stropu nie wykazały na nadmierne ugięcia.

2.5.6 Strop S6 nad magazynem tkanin, korytarzem/schody oraz nad pomieszczeniem technicznym (pomieszczenie 33)

fot.11. Widok odkrywki konstrukcji stropu - widoczna pustak w miejscu kanału pustaka Ackermana oraz zbrojenie (strzemię)

Strop gęstożebrowy typu Ackermana. Wysokość konstrukcyjna stropu 26cm: 20cm pustak plus 6cm nadbetonu. Zbrojenie strzemionami $\varnothing 4.5$ w rozstawie około 20cm i prętami dolnymi $\varnothing 16$ (wg wskazań detektora Profometer).

Rozpiętość stropu w zakresie magazynu tkanin $\sim 4.15\text{m}$, w zakresie pomieszczenia technicznego 3.85m.

Układ warstw określony w odkrywce licząc od spodu:

- tynk cementowo-wapienny 1.5-2.0cm
 - strop Ackermana 26cm
 - polepa/gruz 4-5cm
 - legary grubości 32mm
 - deskowanie pełne gr.32mm
 - parkiet 22mm oparty na deskowaniu poprzez płytę pilśniową gr. $\sim 5\text{mm}$
- Całkowita grubość warstw około 15cm.

Konstrukcję stropu S6 ocenia się jako dobrą nie zauważono żadnych oznak niewystarczającej konstrukcji stropu. Pomierzone krzywizna spodu stropu nie wykazały na nadmierne ugięcia.

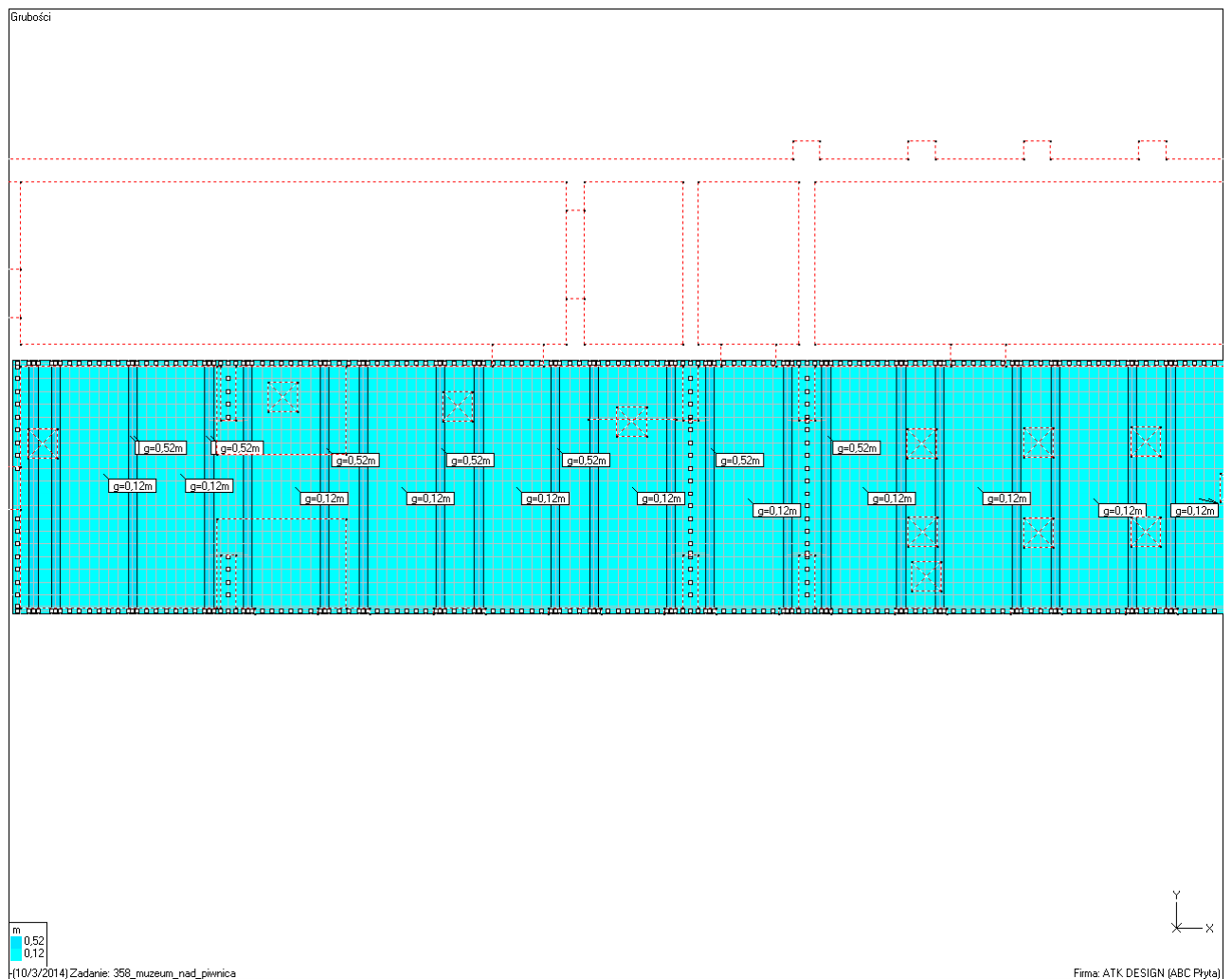
2.6 OBLICZENIA STATYCZNE

2.6.1 Strop S1 nad magazynem ceramiki i sztuki starożytnej (pomieszczenia 24, 24a i część 23)

Założenia:

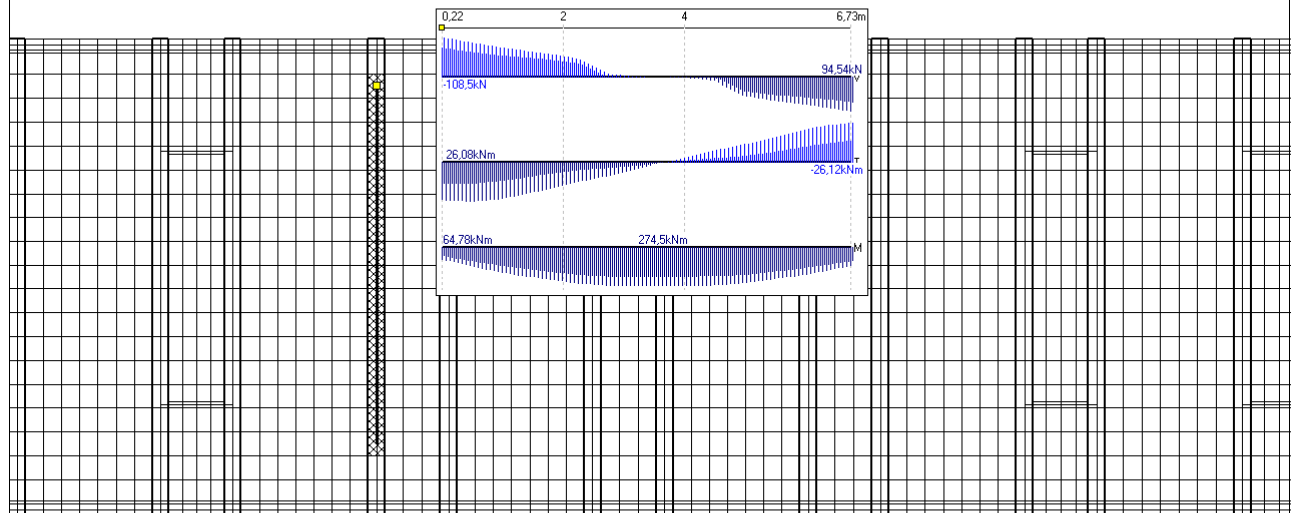
- Beton B20
- stal zbrojeniowa gładka o granicy plastyczności jak dla obecnej stali AI
- przekrój belek 30x52cm, grubość płyty 12cm
- oparcie przegubowe na ścianach
- obciążenie wg zestawienia poniżej
- ciężary poszczególnych eksponatów wg rysunku poniżej
- obciążenia statyki wykonano w programie ABC PŁYTA firmy Pro-Soft z Gliwic
- wymiarowanie zbrojenia programem Kalkulator elementów żelbetowych firmy Specbud z Gliwic.

Schemat statyczny stropu wraz z obciążeniami od eksponatów



Siły wewnętrzne w najbardziej obciążonej belce

Obwiednia - przez sumowanie (Obliczeniowe)



(9/24/2014)Zadanie: 358_muzeum_nad_piwnica

Firma: ATK DESIGN (ABC Płyta)

Wymiarowanie zbrojenia belki**DANE:**Wymiary przekroju:

Typ przekroju: teowy

Szerokość przekroju $b_w = 30.0 \text{ cm}$ Wysokość przekroju $h = 52.0 \text{ cm}$ Szerokość półki górnej $b_{eff} = 100.0 \text{ cm}$ Wysokość półki górnej $h_f = 12.0 \text{ cm}$ Parametry betonu:Klasa betonu: **B20** (C16/20) $\rightarrow f_{cd} = 10.67 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 0.87 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 29.0 \text{ GPa}$ Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$ Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

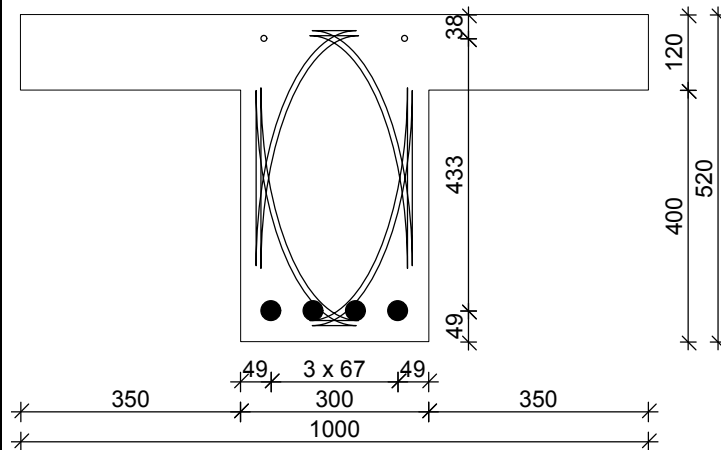
Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3.22$ Otulenie:Otulenie nominalne zbrojenia $c_{nom} = 25 \text{ mm}$ Zbrojenie główne:Klasa stali: A-I (**St3S-b**) $\rightarrow f_{yk} = 240 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 210 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 310 \text{ MPa}$ Średnica prętów dolnych $\phi_d = 32 \text{ mm}$ Strzemiona:Średnica $\phi_s = 8 \text{ mm}$ Belka (przekrój przęsłowy):Moment obliczeniowy $M_{sd} = 270.00 \text{ kNm}$ Moment charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 210.00 \text{ kNm}$ Rozpiętość efektywna belki $l_{eff} = 8.40 \text{ m}$

Współczynnik ugięcia $\alpha_k = (5/48) \times 1.00$

ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE:

Sytuacja obliczeniowa: trwała
Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0.3 \text{ mm}$
Graniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

WYNIKI - ZGINANIE (wg PN-B-03264:2002):

Zginanie (metoda uproszczona):

Zbrojenie potrzebne $A_s = 29.06 \text{ cm}^2$. Przyjęto **4 ϕ 32** o $A_s = 32.17 \text{ cm}^2$ ($\rho = 2.28\%$)
Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 270.00 \text{ kNm} < M_{Rd} = 296.80 \text{ kNm}$ (91.0%)

SGU:

Szerokość rys prostokątnych: $w_k = 0.179 \text{ mm} < w_{lim} = 0.3 \text{ mm}$ (59.7%)
Ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 24.44 \text{ mm} < a_{lim} = 8400/250 = 33.60 \text{ mm}$ (72.8%)

DANE:Wymiary przekroju:

Typ przekroju: teowy
Szerokość przekroju $b_w = 30.0 \text{ cm}$
Wysokość przekroju $h = 52.0 \text{ cm}$
Szerokość półki górnej $b_{eff} = 100.0 \text{ cm}$
Wysokość półki górnej $h_f = 12.0 \text{ cm}$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B20** (C16/20) $\rightarrow f_{cd} = 10.67 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 0.87 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 29.0 \text{ GPa}$
Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$

Otulenie:

Otulenie nominalne zbrojenia $c_{nom} = 25 \text{ mm}$

Zbrojenie:

Zbrojenie rozciągane, położone dołem: **4 ϕ 32** o $A_{sL} = 32.17 \text{ cm}^2$

Strzemiona:

Klasa stali: A-I (**St3SX-b**) $\rightarrow f_{yk} = 240 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 210 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 310 \text{ MPa}$

Średnica $\phi_s = 8 \text{ mm}$

Typ strzemion: dwucięte

Belka:

Siła poprzeczna obliczeniowa w licu podpory $V_{sd} = 117.00 \text{ kN}$

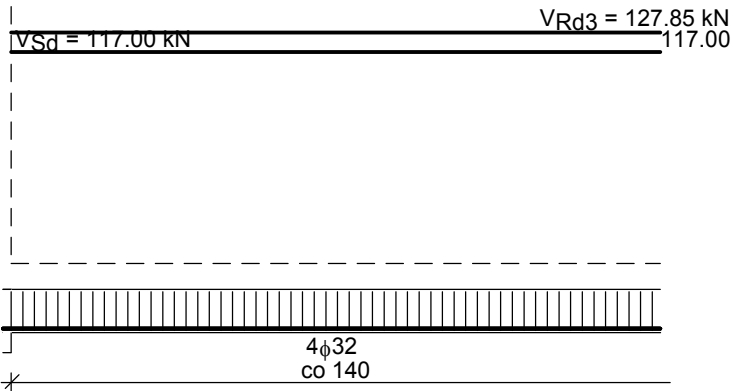
Siła poprzeczna charakterystyczna długotrwała $V_{Sk,lt} = 80.00 \text{ kN}$

Obciążenie ciągłe obliczeniowe $q_o = 0.00 \text{ kN/m}$

ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE:

Sytuacja obliczeniowa: trwała
Cotanges kąta nachylenia ściskanych krzyżulców betonowych $\cot \theta = 2.00$

WYNIKI - ŚCINANIE (wg PN-B-03264:2002):

Ścinanie:

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi **φ8 co 140 mm** na całej belce

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 117.00 \text{ kN} < V_{Rd3} = 127.85 \text{ kN}$ (91.5%)

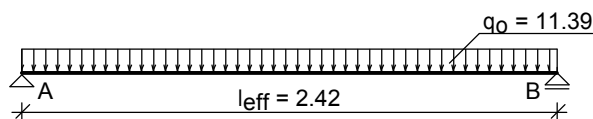
SGU:

Szerokość rys ukośnych: $w_k = 0.186 \text{ mm} < w_{lim} = 0.3 \text{ mm}$ (62.2%)

Sprawdzenie płyty żelbetowej 12cm

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m^2]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.
1.	obciążenie użytkowe	4.00	1.30	--	5.20
2.	warstwy	2.22	1.30	--	2.89
3.	Płyta żelbetowa grub.12 cm	3.00	1.10	--	3.30
Σ :		9.22	1.23		11.39

Schemat statyczny płyty:

Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{eff} = 2.42 \text{ m}$

Wyniki obliczeń statycznych:

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 8.34 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 6.75 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 6.75 \text{ kNm/m}$

Reakcja obliczeniowa $R_A = R_B = 13.78 \text{ kN/m}$

Dane materiałowe :

Grubość płyty 12.0 cm

Klasa betonu **B20 (C16/20)** $\rightarrow f_{cd} = 10.67 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 0.87 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 29.0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy betonu $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3.37$

Stal zbrojeniowa główna A-I (**St3SX-b**) $\rightarrow f_{yk} = 240 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 210 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 310 \text{ MPa}$

Pręty rozdzielcze $\phi 4.5$ co max. 30.0 cm, stal A-0 (**St0S-b**)

Otulenie zbrojenia przęsłowego $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Założenia obliczeniowe :

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0.3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie $a_{lim} = l_{eff}/200$ - jak dla stropów (tablica 8)

Wymiarowanie wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona):

Przęsło:

Zbrojenie potrzebne $A_s = 4.33 \text{ cm}^2/\text{mb}$. Przyjęto $\phi 8$ co **11.0 cm** o $A_s = 4.57 \text{ cm}^2/\text{mb}$ ($\rho = 0.48\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 8.34 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 8.78 \text{ kNm/mb}$ (94.9%)

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0.193 \text{ mm} < w_{lim} = 0.3 \text{ mm}$ (64.4%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 8.97 \text{ mm} < a_{lim} = 12.10 \text{ mm}$ (74.1%)

Podpora:

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 13.78 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 56.73 \text{ kN/mb}$ (24.3%)

Na podstawie powyższych obliczeń można stwierdzić, że:

- zbrojenie belek jest wystarczające do przeniesienia obciążeń docelowych

- zastosowane zbrojenie płyty jest wystarczające dla przyjętego "ostrożnego" schematu obustronnego podparcia przegubowego. Dodatkowym zapasem jest fakt odgięcia co 3 pręta do górnej strefy (nad belkę) co pozwala na ciągłą pracę stropu.

Reasumując konstrukcja stropu żelbetowego S1 jest w stanie przenieść bezpiecznie obciążenia od docelowych obciążeń związanych z nową aranżacją pomieszczeń parteru i ze zmianą warstw podłogowych.

W przypadku dużych obciążeń skupionych należy dążyć do opierania eksponatów bezpośrednio na belkach żelbetowych poprzez odpowiednio wykonaną podkonstrukcję stalową lub żelbetową.

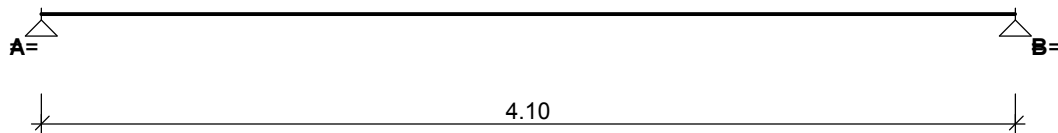
**2.6.2 Strop S2 nad magazynem sztuki starożytnej (pomieszczenia 25) wierzch
~+1.35**

Strop o konstrukcji stalowo-ceramicznej typu Kleina.

Tablica 4. obciążenia stałe strop Kleina - antresola - obciążenia projektowane na 1belkę w rozstawie 1.7m

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m
1.	kamień+klej 30mm = 0.030*26 szer. 1.70 m	1.33	1.30	--	1.73
2.	szlichta konstrukcyjna 7cm = 0.07*25 szer. 1.70 m	2.98	1.30	--	3.87
3.	cegły płyta ciężka = 0.12*18= szer. 1.70 m	3.67	1.30	--	4.77
4.	tynk 2cm = 0.02*19= szer. 1.70 m	0.65	1.30	--	0.85
5.	użytkowe 4kN/m2*1.7=	6.80	1.30	--	8.84
Σ :		15.43	1.30	--	20.06

Sprawdzenie typowej belki stalowej wykonano w programie "Belka stalowa" Pakietu Specbud.

SCHEMAT BELKI

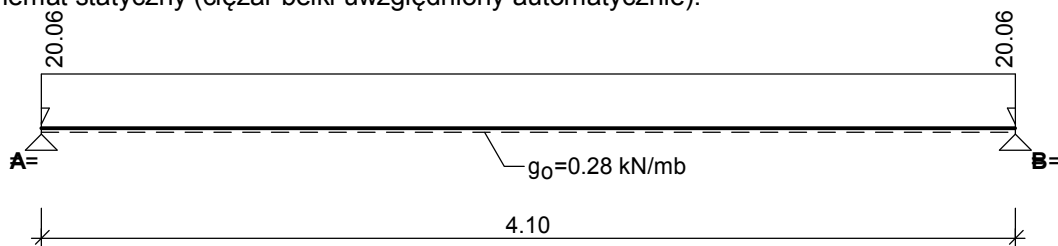
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1.10$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

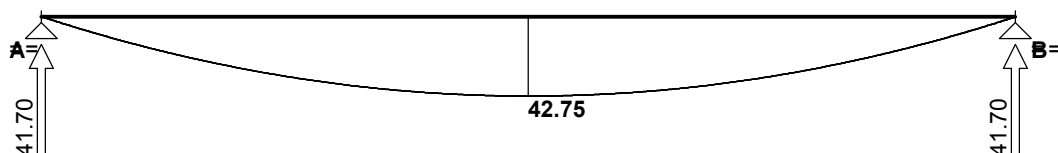
Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1.30$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):

**WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH**

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:

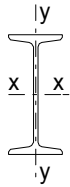


ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200Przekrój: **I 200**

$$A_v = 15.0 \text{ cm}^2, m = 26.2 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 2140 \text{ cm}^4, J_y = 117 \text{ cm}^4, J_w = 10400 \text{ cm}^6, J_T = 14.6 \text{ cm}^4, W_x = 214 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1.079$) $M_R = 49.67 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 187.05 \text{ kN}$

Nośność na zginaniePrzekrój $z = 2.05 \text{ m}$ Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1.000$ Moment maksymalny $M_{\max} = 42.75 \text{ kNm}$

$$^{(52)} M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0.861 < 1$$

Nośność na ścinaniePrzekrój $z = 0.00 \text{ m}$ Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 41.70 \text{ kN}$

$$^{(53)} V_{\max} / V_R = 0.223 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 41.70 \text{ kN} < V_o = 0.6 \cdot V_R = 112.23 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowaniaPrzekrój $z = 2.05 \text{ m}$ Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 13.16 \text{ mm}$ Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 16.40 \text{ mm}$

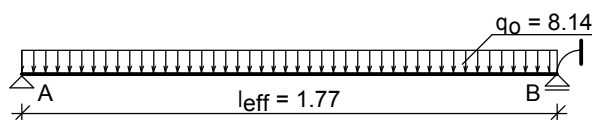
$$f_{k,\max} = 13.16 \text{ mm} < f_{gr} = 16.40 \text{ mm} \quad (80.2\%)$$

Nie sprawdza się nośności płyty ceglanej - zakłada się że płyta ceglana nie będzie obciążona płytą/posadzką żelbetową.

Sprawdzenie płyty/posadzki żelbetowej programem Płyta Jednokierunkowo Zbrojona pakietu Specbud.

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m²]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.
1.	użytkowe 4k/m ²	4.00	1.30	--	5.20
2.	kamień+klej 25mm = 0.03*26	0.78	1.30	--	1.01
3.	Płyta żelbetowa grub.7 cm	1.75	1.10	--	1.93
Σ :		6.53	1.25		8.14

Schemat statyczny płyty:Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{\text{eff}} = 1.77 \text{ m}$ **Wyniki obliczeń statycznych:**

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 2.66 \text{ kNm/m}$

Moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd,p} = 2.39 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 2.15 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 2.15 \text{ kNm/m}$

Reakcja obliczeniowa lewa $R_A = 7.20 \text{ kN/m}$ Reakcja obliczeniowa prawa $R_B = 7.20 \text{ kN/m}$

Dane materiałowe : Grubość płyty 7.0 cm

Klasa betonu **B25** (C20/25) $\rightarrow f_{cd} = 13.33 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1.00 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 30.0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy betonu $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$ Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3.43$

Stal zbrojeniowa główna A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Pręty rozdzielcze $\phi 6$ co max. 30.0 cm, stal A-IIIN (**RB500W**)

Otulinie zbrojenia przęsłowego $c_{nom} = 15 \text{ mm}$ Otulinie zbrojenia podporowego $c'_{nom} = 20 \text{ mm}$

Założenia obliczeniowe : Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0.3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie $a_{lim} = l_{eff}/200$ - jak dla stropów (tablica 8)

Wymiarowanie wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona):

Przęsło: Zbrojenie potrzebne $A_s = 1.29 \text{ cm}^2/\text{mb}$. Przyjęto **$\phi 8$ co 12.0 cm** o $A_s = 4.19 \text{ cm}^2/\text{mb}$ ($\rho = 0.82\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 2.66 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 7.81 \text{ kNm/mb}$ (34.0%)

Szerokość rys prostokątnych: $w_k = 0.052 \text{ mm} < w_{lim} = 0.3 \text{ mm}$ (17.4%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 5.57 \text{ mm} < a_{lim} = 8.85 \text{ mm}$ (62.9%)

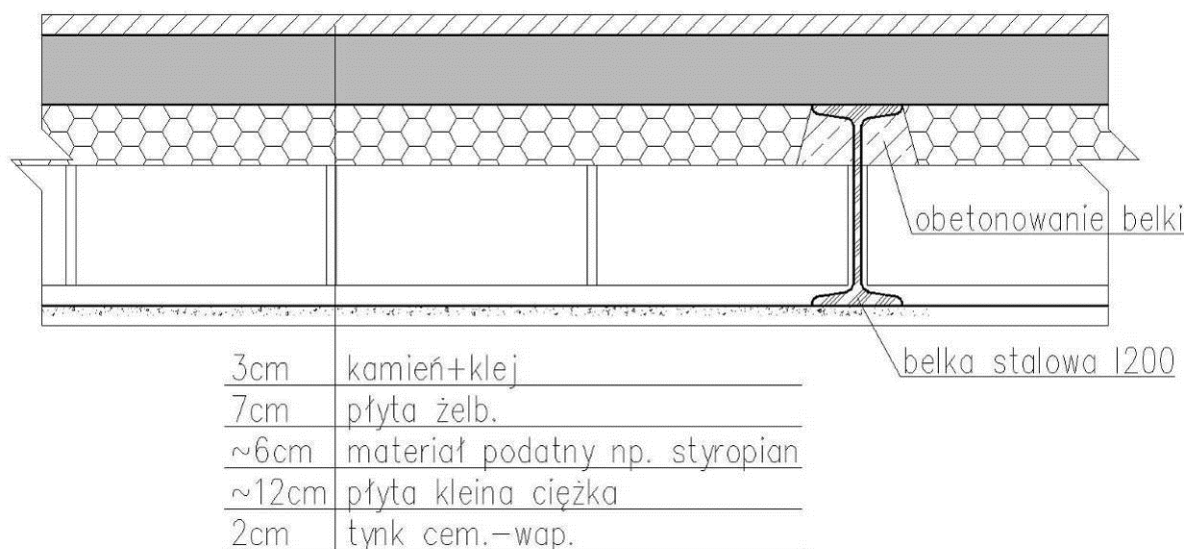
Podpora: Zbrojenie potrzebne $A_s = 1.29 \text{ cm}^2/\text{mb}$. Przyjęto **$\phi 8$ co 25.0 cm** o $A_s = 2.01 \text{ cm}^2/\text{mb}$ ($\rho = 0.44\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd,p} = 2.39 \text{ kNm/mb} < M_{Rd,p} = 3.62 \text{ kNm/mb}$ (66.1%)

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 7.20 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 37.72 \text{ kN/mb}$ (19.1%)

Reasumując obecna konstrukcja stropu S2 typu Kleina jest w stanie przenieść dodatkowe obciążenia wynikające z wymiany posadzki na kamienną. Powyższe obliczenia potwierdziły wysoką nośność stropu (600 kg/m^2 - obc. użytkowe i 400 kg/m^2 obc. stałe) wynikającą z dokumentacji [V].

Należy jednak tak wykonstruować warstwy podłogowe, aby nie dociążyć płyty ceglanej. Proponuje się wykonanie posadzki żelbetowej opierającej się na górnych półkach belek stalowych z pominięciem oparcia na płycie ceglanej (zastosowanie przekładki z podatnego materiału np. styropian).

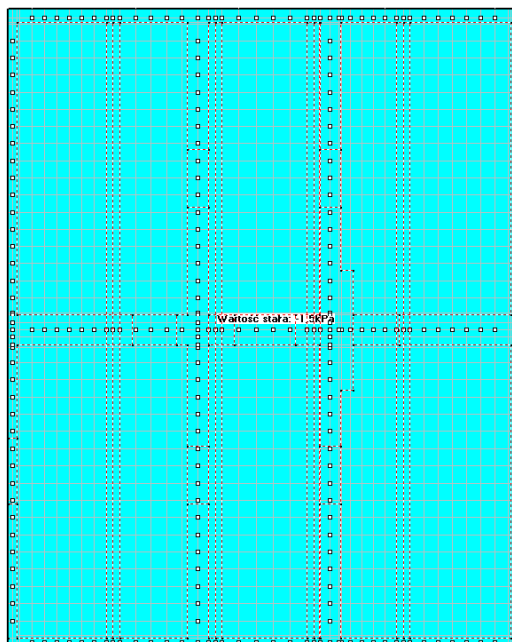


Założenia:

- ### **Schemat statyczny stropu wraz z obciążeniami od eksponatów**

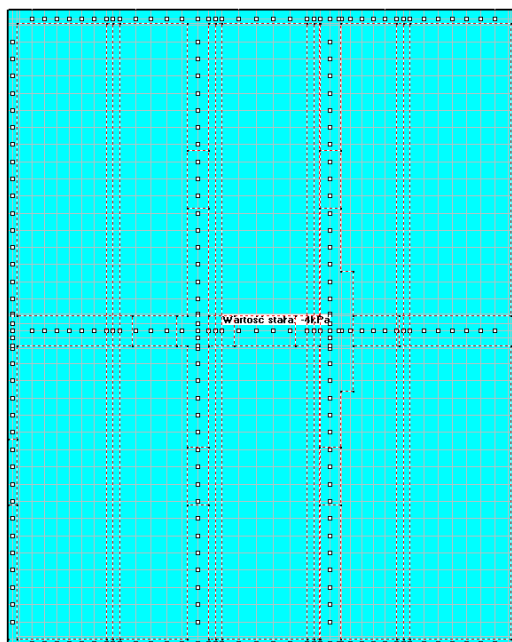


[9/25/2014] Schemat: 2 (Wykonanie posadzki)



[9/25/2014] Zadanie: strop pod antresola
[9/25/2014] Schemat: 3 (Obciążenia zmienne)

Firma: ATK DESIGN (ABC Phyla)



[9/25/2014] Zadanie: strop pod antresola

Firma: ATK DESIGN (ABC Phyla)

Figure 1: A detailed schematic diagram of a square floor slab. The slab is divided into a 4x4 grid of square panels. The columns are labeled with 'PZ' and the beams with 'g'. The dimensions of the panels are given as 'g=0.52m' and 'g=0.16m'. The slab is supported by a central column and four corner columns. The slab is shown with a grid of reinforcement bars. The diagram is labeled 'Figure 1' in the top left corner.

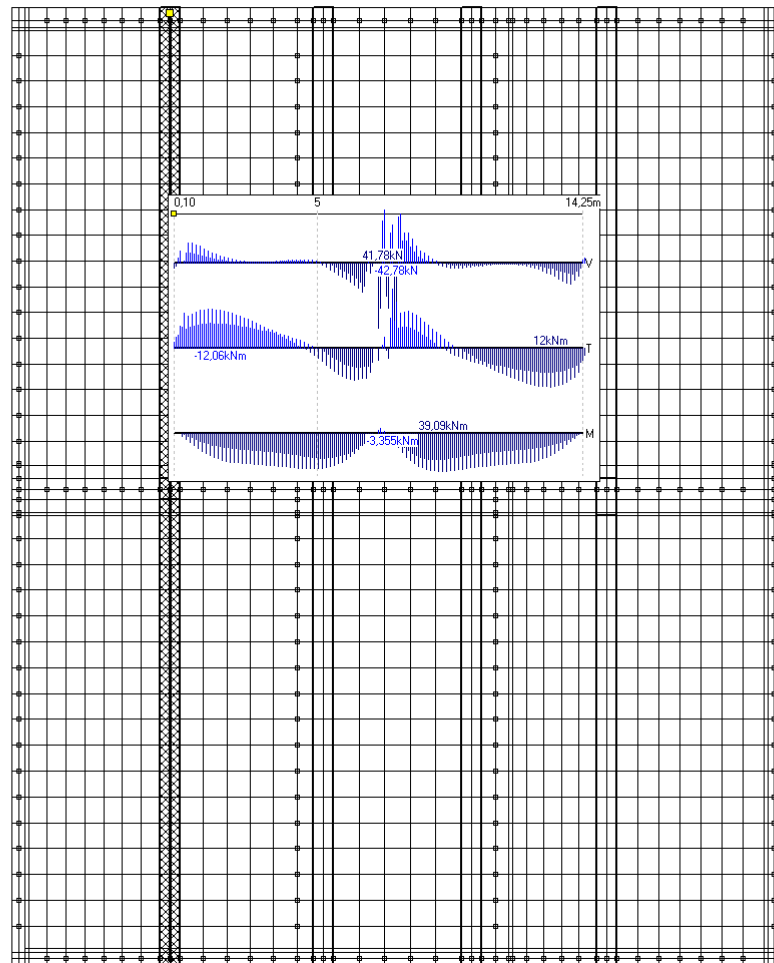
Firma: ATK DESIGN (ABC Pylta)

(9/25/2014) Zadanie: strop pod antresola

Firma: ATK DESIGN (ABC Płyta)

Sily wewnętrzne w najbardziej obciążonej belce

Obwiednia - przez sumowanie (Obliczeniowe)



(9/25/2014)Zadanie: strop_pod_antresola

Firma: ATK DESIGN (ABC Płyta)

Wymiarowanie zbrojenia belki**DANE:****Wymiary przekroju:**

Typ przekroju: teowy

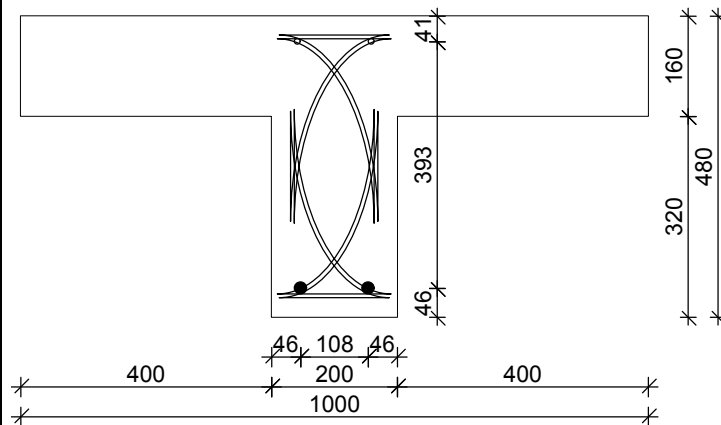
Szerokość przekroju $b_w = 20.0 \text{ cm}$ Wysokość przekroju $h = 48.0 \text{ cm}$ Szerokość półki górnej $b_{eff} = 100.0 \text{ cm}$ Wysokość półki górnej $h_f = 16.0 \text{ cm}$ **Parametry betonu:**Klasa betonu: **B20** (C16/20) $\rightarrow f_{cd} = 10.67 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 0.87 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 29.0 \text{ GPa}$ Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$ Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3.25$ **Otulenie:** Otulenie nominalne zbrojenia $c_{nom} = 30 \text{ mm}$ **Zbrojenie główne:** Klasa stali: A-I (**St3SX-b**) $\rightarrow f_{yk} = 240 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 210 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 310 \text{ MPa}$ Średnica prętów dolnych $\phi_d = 20 \text{ mm}$ **Strzemiona:** Średnica $\phi_s = 6 \text{ mm}$ **Belka** (przekrój przęsłowy):Moment obliczeniowy $M_{sd} = 39.00 \text{ kNm}$ Moment charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 32.50 \text{ kNm}$ Rozpiętość efektywna belki $l_{eff} = 6.55 \text{ m}$ Współczynnik ugięcia $\alpha_k = (5/48) \times 0.80$

ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE:

Sytuacja obliczeniowa: trwała
 Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0.3 \text{ mm}$
 Graniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$
WYNIKI - ZGINANIE (wg PN-B-03264:2002):

**Zginanie** (metoda uproszczona):

Zbrojenie potrzebne $A_s = 4.32 \text{ cm}^2$. Przyjęto **2 ϕ 20** o $A_s = 6.28 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0.72\%$)
 Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = 39.00 \text{ kNm} < M_{Rd} = 56.45 \text{ kNm}$ (69.1%)
 SGU: Szerokość rys prostokątnych: $w_k = 0.203 \text{ mm} < w_{lim} = 0.3 \text{ mm}$ (67.5%)
 Ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 6.81 \text{ mm} < a_{lim} = 30.00 \text{ mm}$ (22.7%)

Ścinanie**DANE:**

Wymiary przekroju: Typ przekroju: teowy

Szerokość przekroju $b_w = 20.0 \text{ cm}$ Wysokość przekroju $h = 48.0 \text{ cm}$

Szerokość półki górnej $b_{eff} = 100.0 \text{ cm}$ Wysokość półki górnej $h_f = 16.0 \text{ cm}$

Parametry betonu: Klasa betonu: **B20** (C16/20) $\rightarrow f_{cd} = 10.67 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 0.87 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 29.0 \text{ GPa}$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$

Otulenie: Otulenie nominalne zbrojenia $c_{nom} = 30 \text{ mm}$

Zbrojenie: Zbrojenie rozciągane, położone dołem: 2 ϕ 20 o $A_{sL} = 6.28 \text{ cm}^2$

Strzemiona: Klasa stali: A-0 (**St0S-b**) $\rightarrow f_{yk} = 220 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 190 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 260 \text{ MPa}$

Średnica $\phi_s = 6 \text{ mm}$ Typ strzemion: dwucięte

Belka: Siła poprzeczna obliczeniowa w licu podpory $V_{sd} = 43.00 \text{ kN}$

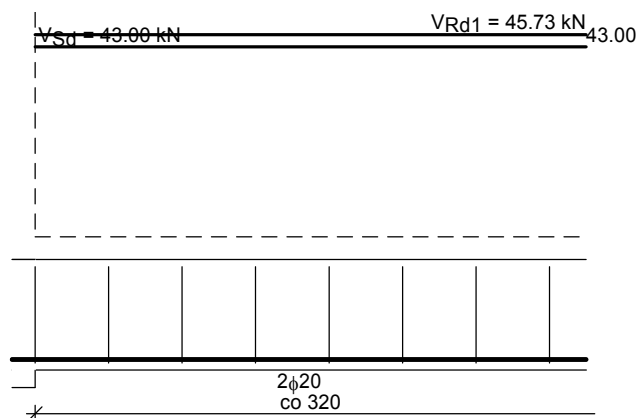
Siła poprzeczna charakterystyczna długotrwała $V_{Sk,lt} = 38.00 \text{ kN}$

Obciążenie ciągłe obliczeniowe $q_o = 0.00 \text{ kN/m}$

ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE: Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ściskanych krzyżulców betonowych $\cot \theta = 2.00$

WYNIKI - ŚCINANIE (wg PN-B-03264:2002):



Ścinanie:

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 6$ co 320 mm na całej długości belki

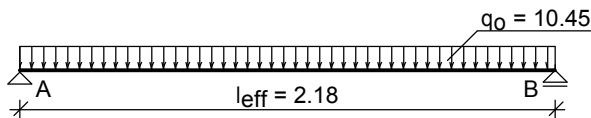
Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 43.00 \text{ kN} < V_{Rd1} = 45.73 \text{ kN}$ (94.0%)

SGU: Szerokość rys ukośnych: $w_k = 0.000 \text{ mm} < w_{lim} = 0.3 \text{ mm}$ (0.0%)

Sprawdzenie płyty żelbetowej 12cm

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m²]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.
1.	obciążenie użytkowe	4.00	1.30	--	5.20
2.	warstwy	1.50	1.30	--	1.95
3.	Płyta żelbetowa grub. 12 cm	3.00	1.10	--	3.30
Σ :		8.50	1.23		10.45

Schemat statyczny płyty:

Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{eff} = 2.18 \text{ m}$

Wyniki obliczeń statycznych:

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 6.21 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 5.05 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 5.05 \text{ kNm/m}$

Reakcja obliczeniowa $R_A = R_B = 11.39 \text{ kN/m}$

Dane materiałowe :

Grubość płyty 12.0 cm

Klasa betonu **B20** (C16/20) $\rightarrow f_{cd} = 10.67 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 0.87 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 29.0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy betonu $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3.37$

Stal zbrojeniowa główna A-I (**St3SX-b**) $\rightarrow f_{yk} = 240 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 210 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 310 \text{ MPa}$

Pręty rozdzielcze $\phi 4.5$ co max. 30.0 cm, stal A-0 (**St0S-b**)

Otulenie zbrojenia przęsłowego $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Założenia obliczeniowe :

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0.3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie $a_{lim} = l_{eff}/200$ - jak dla stropów (tablica 8)

Wymiarowanie wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona):Przęsło:

Zbrojenie potrzebne $A_s = 3.18 \text{ cm}^2/\text{mb}$. Przyjęto $\phi 8$ co 14.0 cm o $A_s = 3.59 \text{ cm}^2/\text{mb}$ ($\rho = 0.37\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 6.21 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 6.97 \text{ kNm/mb}$ (89.0%)

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0.198 \text{ mm} < w_{lim} = 0.3 \text{ mm}$ (66.0%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 5.99 \text{ mm} < a_{lim} = 10.90 \text{ mm}$ (55.0%)

Podpora:

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 11.39 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 55.83 \text{ kN/mb}$ (20.4%)

Na podstawie powyższych obliczeń można stwierdzić, że:

- zbrojenie belek jest wystarczające z dużym zapasem do przeniesienia obciążeń docelowych
- zastosowane zbrojenie płyty jest wystarczające dla "ostrożnego" schematu obustronnego podparcia przegubowego grubości stropu 12cm. Dodatkowym zapasem jest fakt odgięcia co 3 pręta do górnej

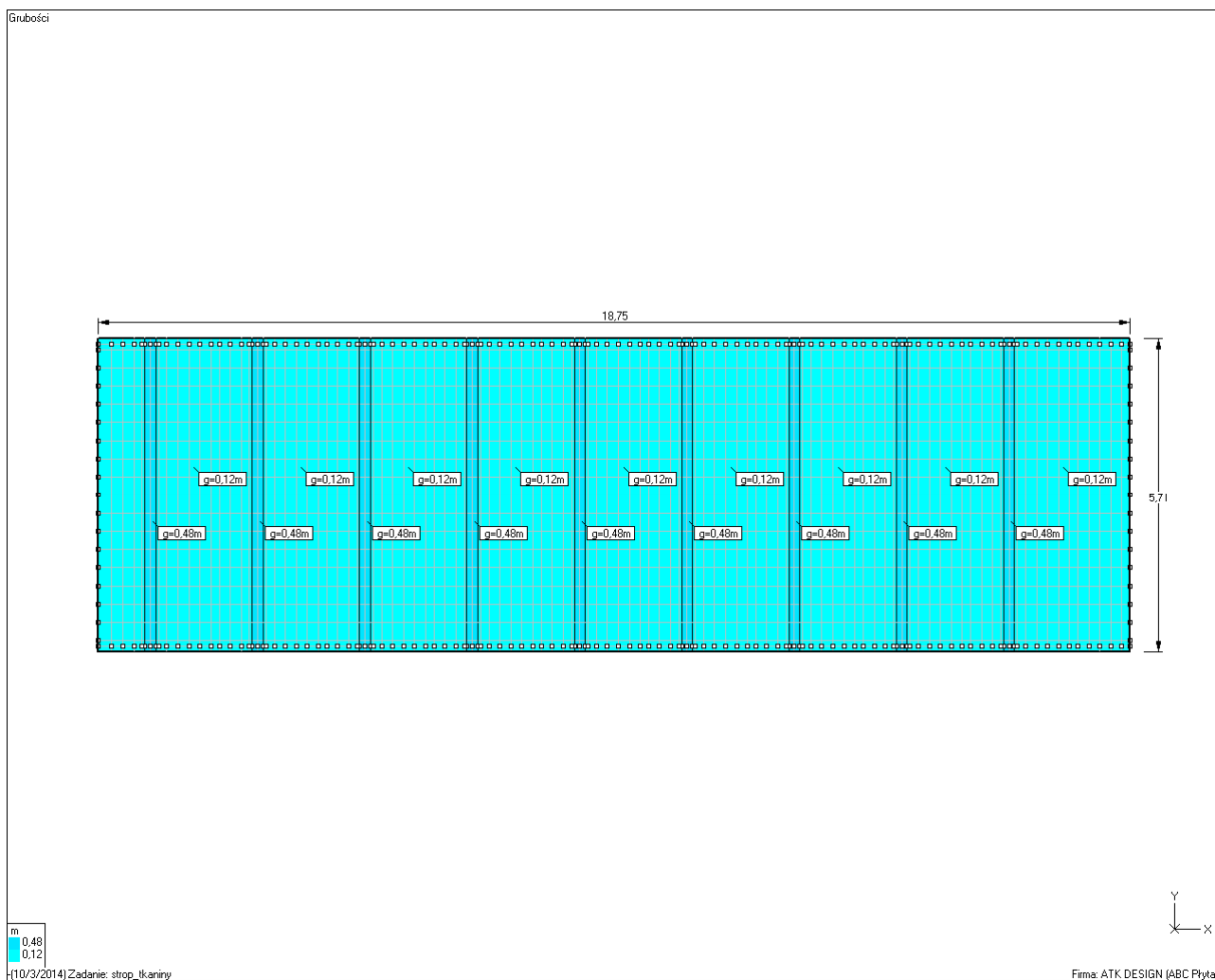
strefy (nad belkę) co pozwala na częściowo ciągłą pracę stropu. Dodatkowo na wysoką nośność stropu wpływa fakt podparcia stropu dodatkowymi ścianami nośnymi wykonanymi w latach 50 pod konstrukcję wyżej zlokalizowanego stropu Kleina.

Reasumując konstrukcja stropu żelbetowego S3 jest w stanie przenieść bezpiecznie obciążenia od docelowych obciążeń związanych z nową aranżacją pomieszczeń parteru .

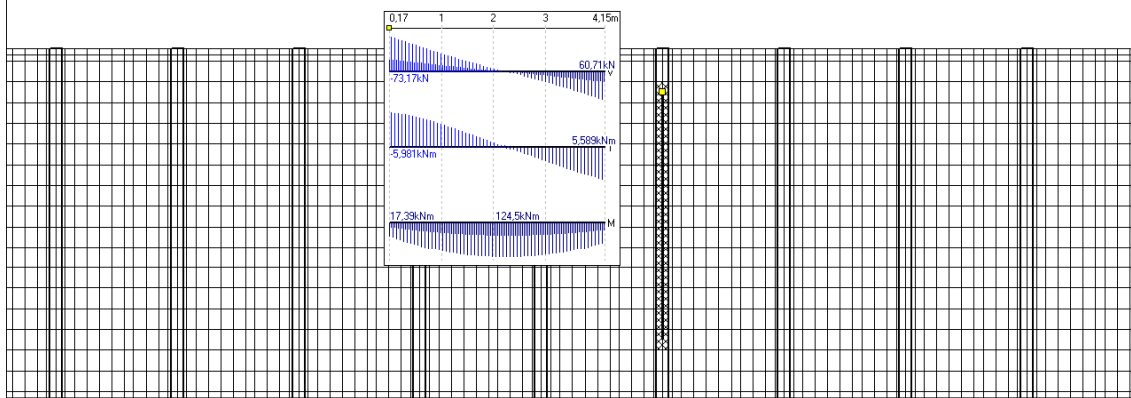
2.6.4 Strop S4 nad magazynem tkanin (pom. 31 i 32)

Założenia:

- Beton B20
- stal zbrojeniowa gładka o granicy plastyczności jak dla obecnej stali AI
- przekrój belek 20x48cm, grubość płyty 12cm
- oparcie przegubowe na ścianach
- obciążenie od wysokiej ściany działowej po zamurowaniu otworu drzwiowego
- obciążenia statyki wykonano w programie ABC PŁYTA firmy Pro-Soft z Gliwic
- wymiarowanie zbrojenia programem Kalkulator elementów żelbetowych firmy Specbud z Gliwic.

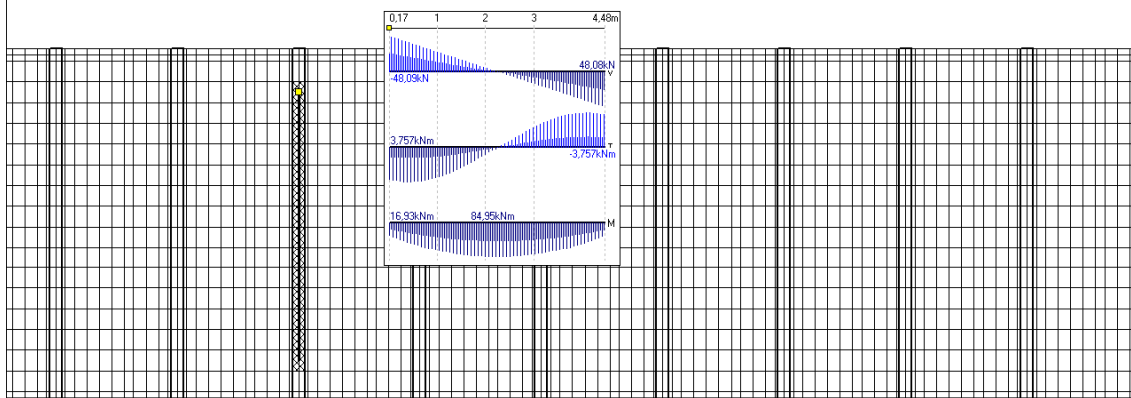


Obwiednia - przez sumowanie (Obliczeniowe)



[10/3/2014]Zadanie: strop_tkaniny

Firma: ATK DESIGN (ABC Płyta)
Obwiednia - przez sumowanie (Obliczeniowe)



[10/3/2014]Zadanie: strop_tkaniny

Firma: ATK DESIGN (ABC Płyta)

DANE:Wymiary przekroju:

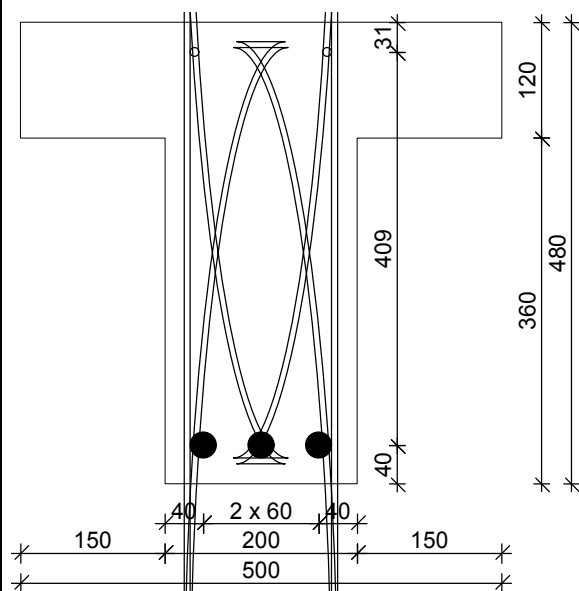
Typ przekroju: teowy

Szerokość przekroju $b_w = 20.0$ cmWysokość przekroju $h = 48.0$ cmSzerokość półki górnej $b_{eff} = 50.0$ cmWysokość półki górnej $h_f = 12.0$ cmParametry betonu:Klasa betonu: **B20** (C16/20) $\rightarrow f_{cd} = 10.67$ MPa, $f_{ctd} = 0.87$ MPa, $E_{cm} = 29.0$ GPaMaksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16$ mmWilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3.31$ Otulinie:Otulinie nominalne zbrojenia $c_{nom} = 20$ mmZbrojenie główne:Klasa stali: A-I (**St3SX-b**) $\rightarrow f_{yk} = 240$ MPa, $f_{yd} = 210$ MPa, $f_{tk} = 310$ MPaŚrednica prętów dolnych $\phi_d = 28$ mmStrzemiona:Średnica $\phi_s = 6$ mmBelka (przekrój przęsłowy):Moment obliczeniowy $M_{sd} = 124.00$ kNmMoment charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 100.00$ kNmRozpiętość efektywna belki $l_{eff} = 6.00$ mWspółczynnik ugięcia $\alpha_k = (5/48) \times 1.00$ **ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE:**

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0.3$ mmGraniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$ **WYNIKI - ZGINANIE** (wg PN-B-03264:2002):Zginanie (metoda uproszczona):Zbrojenie potrzebne $A_s = 14.34$ cm². Przyjęto **3 ϕ 28** o $A_s = 18.47$ cm² ($\rho = 2.10\%$)Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = 124.00$ kNm $<$ $M_{Rd} = 156.58$ kNm (79.2%)SGU:

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0.143 \text{ mm} < w_{lim} = 0.3 \text{ mm}$ (47.8%)
Ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 12.89 \text{ mm} < a_{lim} = 6000/200 = 30.00 \text{ mm}$ (43.0%)

DANE:Wymiary przekroju:

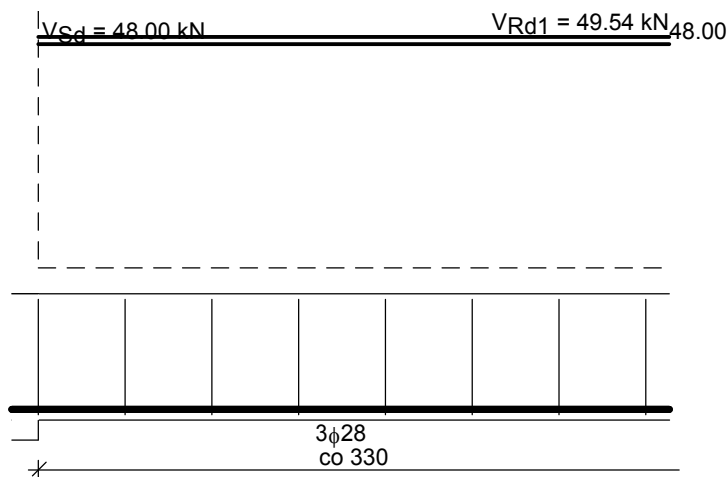
Typ przekroju: teowy

Szerokość przekroju $b_w = 20.0 \text{ cm}$ Wysokość przekroju $h = 48.0 \text{ cm}$ Szerokość półki górnej $b_{eff} = 50.0 \text{ cm}$ Wysokość półki górnej $h_f = 12.0 \text{ cm}$ Parametry betonu:Klasa betonu: **B20** (C16/20) $\rightarrow f_{cd} = 10.67 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 0.87 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 29.0 \text{ GPa}$ Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$ Otulenie:Otulenie nominalne zbrojenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$ Zbrojenie:Zbrojenie rozciągane, położone dołem: $3\phi 28$ o $A_{sL} = 18.47 \text{ cm}^2$ Strzemiona:Klasa stali: A-0 (**St0S-b**) $\rightarrow f_{yk} = 220 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 190 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 260 \text{ MPa}$ Średnica $\phi_s = 6 \text{ mm}$

Typ strzemion: dwucięte

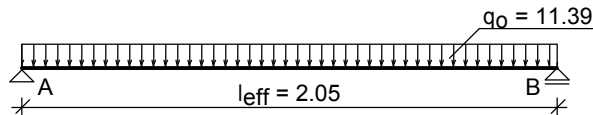
Belka:Siła poprzeczna obliczeniowa w licu podpory $V_{sd} = 48.00 \text{ kN}$ Siła poprzeczna charakterystyczna długotrwała $V_{Sk,lt} = 40.00 \text{ kN}$ Obciążenie ciągłe obliczeniowe $q_o = 0.00 \text{ kN/m}$ **ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE:**

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ściskanych krzyżulców betonowych $\cot \theta = 2.00$ **WYNIKI - ŚCINANIE** (wg PN-B-03264:2002):Ścinanie:Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 6$ co 330 mm na całej długości belkiWarunek nośności na ścinanie: $V_{sd} = 48.00 \text{ kN} < V_{Rd1} = 49.54 \text{ kN}$ (96.9%)SGU:Szerokość rys ukośnych: $w_k = 0.000 \text{ mm} < w_{lim} = 0.3 \text{ mm}$ (0.0%)

Sprawdzenie płyty żelbetowej 12cmZestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m²]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.
1.	obciążenie użytkowe	4.00	1.30	--	5.20
2.	warstwy	2.22	1.30	--	2.89
3.	Płyta żelbetowa grub.12 cm	3.00	1.10	--	3.30
Σ :		9.22	1.23		11.39

Schemat statyczny płyty:

Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{eff} = 2.05$ m

Wyniki obliczeń statycznych:

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 5.98$ kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 4.84$ kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 4.84$ kNm/m

Reakcja obliczeniowa $R_A = R_B = 11.67$ kN/m

Dane materiałowe :

Grubość płyty 12.0 cm

Klasa betonu **B20 (C16/20)** $\rightarrow f_{cd} = 10.67$ MPa, $f_{ctd} = 0.87$ MPa, $E_{cm} = 29.0$ GPa

Ciężar objętościowy betonu $\rho = 25$ kN/m³

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3.37$

Stal zbrojeniowa główna A-I (**St3SX-b**) $\rightarrow f_{yk} = 240$ MPa, $f_{yd} = 210$ MPa, $f_{tk} = 310$ MPa

Pręty rozdzielcze $\phi 4.5$ co max. 30.0 cm, stal A-0 (**St0S-b**)

Otulenie zbrojenia przęsłowego $c_{nom} = 20$ mm

Założenia obliczeniowe :

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0.3$ mm

Graniczne ugięcie $a_{lim} = l_{eff}/200$ - jak dla stropów (tablica 8)

Wymiarowanie wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona):Przęsło:

Zbrojenie potrzebne $A_s = 3.03$ cm²/mb. Przyjęto $\phi 6$ co 9.0 cm o $A_s = 3.14$ cm²/mb ($\rho = 0.32\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 5.98$ kNm/mb $< M_{Rd} = 6.20$ kNm/mb (96.5%)

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0.190$ mm $< w_{lim} = 0.3$ mm (63.2%)

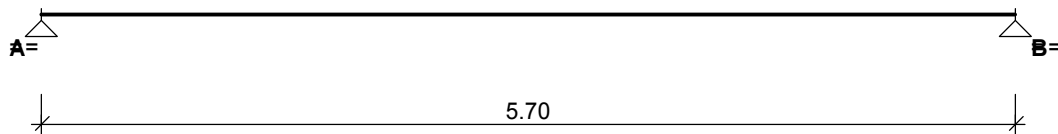
Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 5.36$ mm $< a_{lim} = 10.25$ mm (52.3%)

Podpora:

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 11.67$ kN/mb $< V_{Rd1} = 55.93$ kN/mb (20.9%)

Obliczenie wzmocnienia pod ścianę działową.**Tablica 6. ściana na stropie magazynu tkanin**

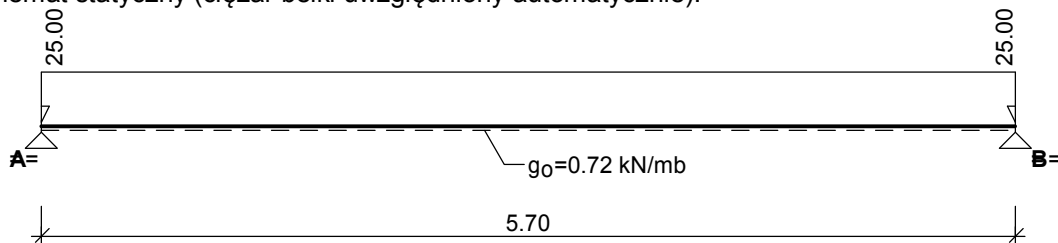
Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m
1.	Mur z cegły (cegła budowlana wypalana z gliny, pełna) grub. 12 cm, szer. 6.10 m [(18.000kN/m ³ ·0.12m)·6.10m]	13.18	1.30	--	17.13
2.	tynk obustronny w sumie 5cm = 0.05·19 szer. 6.10 m	5.79	1.30	--	7.53
Σ :		18.97	1.30	--	24.66

SCHEMAT BELKI

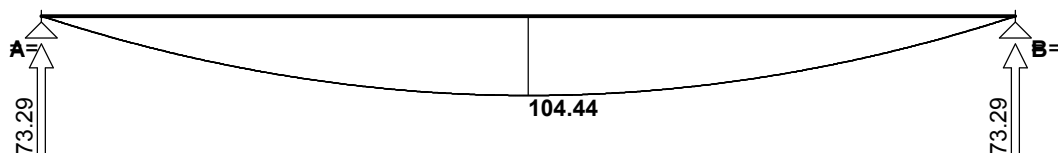
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1.10$ **OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI**Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1.30$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):

**WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH**Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:

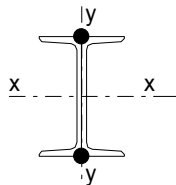
**ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA**

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **2 C 240**, połączone spoinami ciągłymi

$$A_v = 45.6 \text{ cm}^2, m = 66.4 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 7200 \text{ cm}^4, J_y = 917 \text{ cm}^4, J_w = 22700 \text{ cm}^6, J_T = 20.8 \text{ cm}^4, W_x = 600 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 $M_R = 141.81 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 568.63 \text{ kN}$

Nośność na zginanie Przekrój z = 2.85 m

$$\text{Współczynnik zwichrzenia } \varphi_L = 1.000$$

$$\text{Moment maksymalny } M_{\max} = 104.44 \text{ kNm}$$

$$^{(52)} M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0.736 < 1$$

Nośność na ścinanie Przekrój z = 0.00 m

$$\text{Maksymalna siła poprzeczna } V_{\max} = 73.29 \text{ kN}$$

$$^{(53)} V_{\max} / V_R = 0.129 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem $V_{\max} = 73.29 \text{ kN} < V_0 = 0.3 \cdot V_R = 170.59 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiernodajny

Stan graniczny użytkowania Przekrój z = 2.85 m

$$\text{Ugięcie maksymalne } f_{k,\max} = 18.51 \text{ mm}$$

$$\text{Ugięcie graniczne } f_{gr} = l_0 / 250 = 22.80 \text{ mm}$$

$$f_{k,\max} = 18.51 \text{ mm} < f_{gr} = 22.80 \text{ mm} \quad (81.2\%)$$

Jak widać z powyższych obliczeń zbrojenie belki jest minimalnie za małe do przeniesienia momentów zginających. Nośność belki zbrojonej prętami 2Ø28 wynosi około 107.5kNm<124kNm. Tak duży moment wynika z przyjęcia obciążenia liniowego od ściany działowej wraz z jej projektowanym zamurowaniem ~19kN/mb.

W belkach nieobciążonych ścianą występuje moment zginający na poziomie 85kNm<107.kNm - wielkość momentu mieści się w nośności belki. Mając na uwadze powyższe proponuje się wykonanie konstrukcji wzmacniającej strop w rejonie ściany działowej. Można rozważyć również usunięcie ściany i postawienie nowej lżejszej w technologii lekkiej gipso-kartonowej.

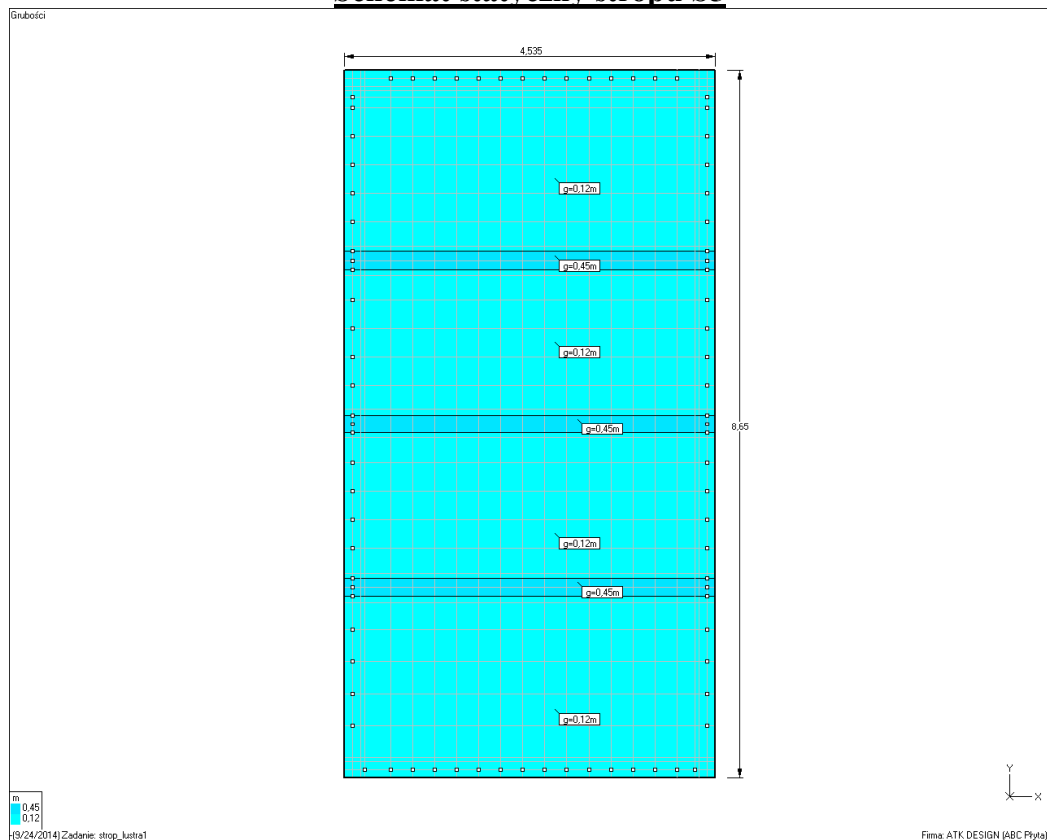
Zastosowane zbrojenie płyty jest minimalnie za małe dla "ostrożnego" schematu obustronnego podparcia przegubowego wymagane Ø6/10 < Ø6/9. Z uwagi na fakt odgięcia co 3 pręta do górnej strefy (nad belkę) można uznać, że strop ma wystarczającą nośność.

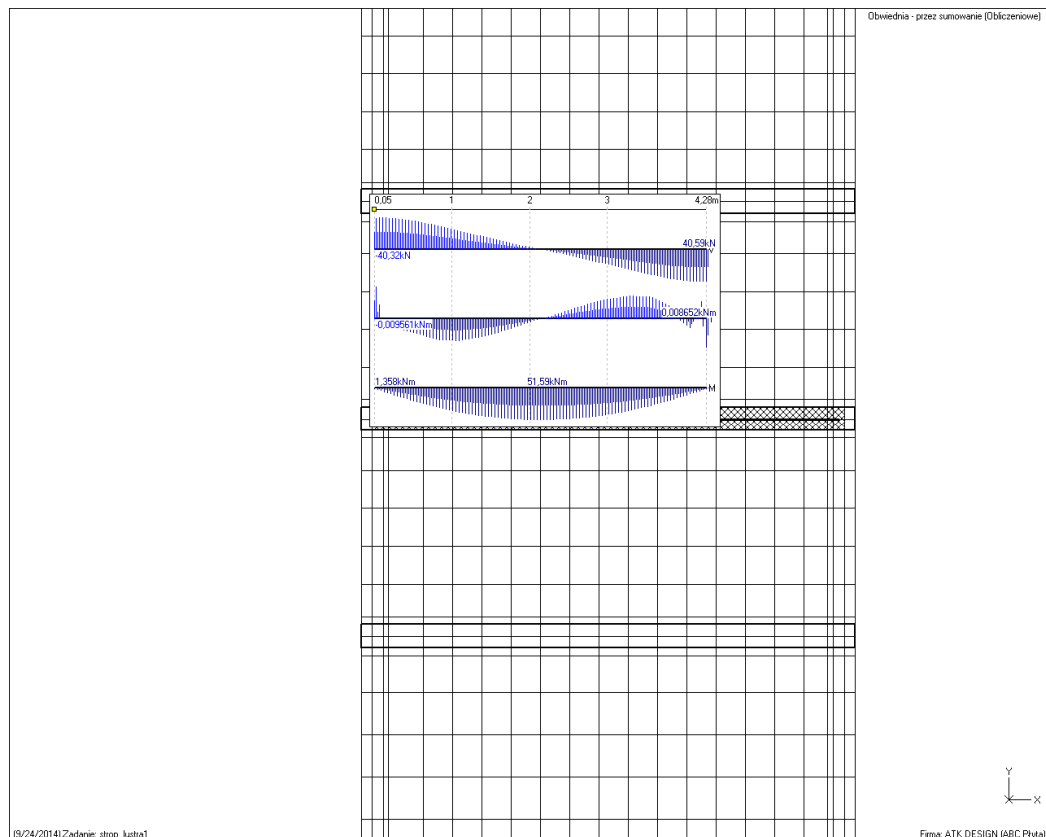
Reasumując konstrukcja stropu żelbetowego S4 jest w stanie przenieść bezpiecznie obciążenia od docelowych obciążeń związanych z nową aranżacją pomieszczeń parteru. Wyjątkiem jest strefa będąca pod wpływem obciążenia od ściany działowej wraz z jej projektowanym zamurowaniem. W strefie tej należy wykonać konstrukcję wzmacniającą strop lub rozebrać ścianę i wykonać ją w lżejszej technologii np. gipso-kartonowej.

2.6.5 Strop S5 nad magazynem szkła (pom.33)**Założenia:**

- Beton B20
- stal zbrojeniowa gładka o granicy plastyczności jak dla obecnej stali AI
- przekrój belek 22x45cm, grubość płyty 12cm
- oparcie przegubowe na ścianach
- obciążenie warstwami podłogowymi wg zestawienia poniżej
- ciężary poszczególnych eksponatów wg rysunku poniżej
- obciążenia statyki wykonano w programie ABC PŁYTA firmy Pro-Soft z Gliwic
- wymiarowanie zbrojenia programem Kalkulator elementów żelbetowych firmy Specbud z Gliwic.

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	posadzka kamienna na kleju przyjęto 3cm= 0.03*26	0.78	1.30	--	1.01
2.	szlichta 5cm = 0.05*22	1.10	1.30	--	1.43
3.	Styropian grub. 10 cm [0.45kN/m ³ *0.10m]	0.05	1.30	--	0.07
4.	ciężar stropu automatycznie przyjmuje program obliczeniowy	0.00	1.00	--	0.00
5.	tynek cementowo-wapienny 0.015*19=	0.29	1.00	--	0.29
Σ :		2.22	1.26	--	2.80

Schemat statyczny stropu S5

Sily wewnętrzne w najbardziej obciążonej belce**Wymiarowanie zbrojenia belki****DANE:**Wymiary przekroju:

Typ przekroju: teowy

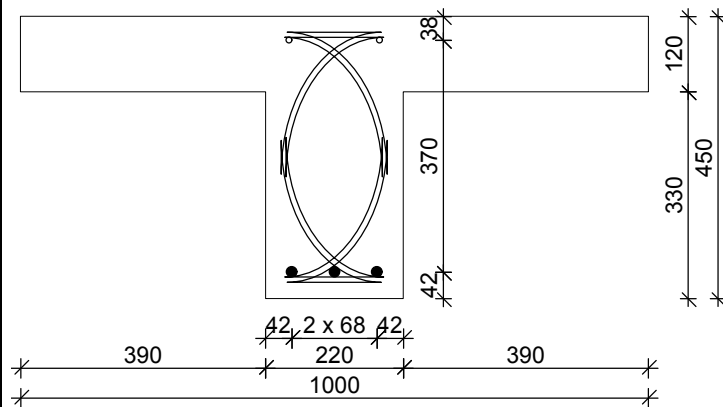
Szerokość przekroju $b_w = 22.0 \text{ cm}$ Wysokość przekroju $h = 45.0 \text{ cm}$ Szerokość półki górnej $b_{eff} = 100.0 \text{ cm}$ Wysokość półki górnej $h_f = 12.0 \text{ cm}$ Parametry betonu:Klasa betonu: **B20** (C16/20) $\rightarrow f_{cd} = 10.67 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 0.87 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 29.0 \text{ GPa}$ Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$ Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

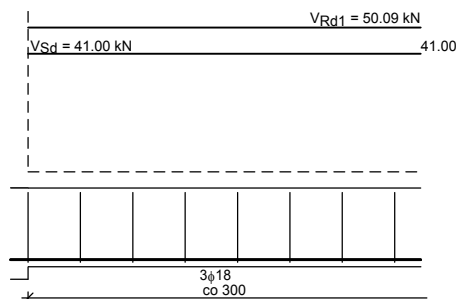
Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3.32$ Otulenie:Otulenie nominalne zbrojenia $c_{nom} = 25 \text{ mm}$ Zbrojenie główne:Klasa stali: A-I (**St3S-b**) $\rightarrow f_{yk} = 240 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 210 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 310 \text{ MPa}$ Średnica prętów dolnych $\phi_d = 18 \text{ mm}$ Strzemiona:Średnica $\phi_s = 8 \text{ mm}$ Belka (przekrój przęsłowy):Moment obliczeniowy $M_{sd} = 51.60 \text{ kNm}$ Moment charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 43.00 \text{ kNm}$ Rozpiętość efektywna belki $l_{eff} = 4.13 \text{ m}$ Współczynnik ugięcia $\alpha_k = (5/48) \times 1.00$ **ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE:**

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0.3 \text{ mm}$ Graniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

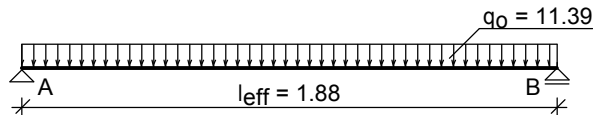
WYNIKI - ZGINANIE (wg PN-B-03264:2002):Zginanie (metoda uproszczona):Zbrojenie potrzebne $A_s = 6.11 \text{ cm}^2$. Przyjęto $3\phi 18$ o $A_s = 7.63 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0.85\%$)Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = 51.60 \text{ kNm} < M_{Rd} = 64.20 \text{ kNm}$ (80.4%)SGU:Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0.204 \text{ mm} < w_{lim} = 0.3 \text{ mm}$ (67.9%)Ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 4.52 \text{ mm} < a_{lim} = 4130/200 = 20.65 \text{ mm}$ (21.9%)**DANE:**Wymiary przekroju:Typ przekroju: teowy Szerokość przekroju $b_w = 22.0 \text{ cm}$ Wysokość przekroju $h = 45.0 \text{ cm}$ Szerokość półki górnej $b_{eff} = 100.0 \text{ cm}$ Wysokość półki górnej $h_f = 12.0 \text{ cm}$ Parametry betonu: Klasa betonu: **B20** (C16/20) $\rightarrow f_{cd} = 10.67 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 0.87 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 29.0 \text{ GPa}$ Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$ Otulenie: Otulenie nominalne zbrojenia $c_{nom} = 25 \text{ mm}$ Zbrojenie: Zbrojenie rozciągane, położone dołem: $3\phi 18$ o $A_{sL} = 7.63 \text{ cm}^2$ Strzemiona: Klasa stali: A-I (**St3SX-b**) $\rightarrow f_{yk} = 240 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 210 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 310 \text{ MPa}$ Średnica $\phi_s = 6 \text{ mm}$ Typ strzemion: dwucięteBelka: Siła poprzeczna obliczeniowa w licu podpory $V_{sd} = 41.00 \text{ kN}$ Siła poprzeczna charakterystyczna długotrwała $V_{Sk,lt} = 36.00 \text{ kN}$ Obciążenie ciągłe obliczeniowe $q_o = 0.00 \text{ kN/m}$ **ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE:**

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ściskanych krzyżulców betonowych $\cot \theta = 2.00$ **WYNIKI - ŚCINANIE** (wg PN-B-03264:2002):Ścinanie:Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 6$ co 300 mm na całej długości belkiWarunek nośności na ścinanie: $V_{sd} = 41.00 \text{ kN} < V_{Rd1} = 50.09 \text{ kN}$ (81.8%)SGU:Szerokość rys ukośnych: $w_k = 0.000 \text{ mm} < w_{lim} = 0.3 \text{ mm}$ (0.0%)

Sprawdzenie płyty żelbetowej 12cmZestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m²]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.
1.	obciążenie użytkowe	4.00	1.30	--	5.20
2.	warstwy	2.22	1.30	--	2.89
3.	Płyta żelbetowa grub.12 cm	3.00	1.10	--	3.30
Σ :		9.22	1.23		11.39

Schemat statyczny płyty:

Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{eff} = 1.88$ m

Wyniki obliczeń statycznych:

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 5.03$ kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 4.07$ kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 4.07$ kNm/m

Reakcja obliczeniowa $R_A = R_B = 10.70$ kN/m

Dane materiałowe : Grubość płyty 12.0 cm

Klasa betonu **B20** (C16/20) $\rightarrow f_{cd} = 10.67$ MPa, $f_{ctd} = 0.87$ MPa, $E_{cm} = 29.0$ GPa

Ciężar objętościowy betonu $\rho = 25$ kN/m³ Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3.37$

Stal zbrojeniowa główna A-I (**St3SX-b**) $\rightarrow f_{yk} = 240$ MPa, $f_{yd} = 210$ MPa, $f_{tk} = 310$ MPa

Pręty rozdzielcze $\phi 4.5$ co max. 30.0 cm, stal A-0 (**St0S-b**)

Otulinie zbrojenia przęsłowego $c_{nom} = 20$ mm

Założenia obliczeniowe : Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0.3$ mm

Graniczne ugięcie $a_{lim} = l_{eff}/200$ - jak dla stropów (tablica 8)

Wymiarowanie wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona):

Przęsło: Zbrojenie potrzebne $A_s = 2.56$ cm²/mb. Przyjęto **$\phi 8$ co 14.0 cm** o $A_s = 3.59$ cm²/mb ($\rho = 0.37\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 5.03$ kNm/mb $< M_{Rd} = 6.97$ kNm/mb (72.2%)

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0.000$ mm $< w_{lim} = 0.3$ mm (0.0%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 1.44$ mm $< a_{lim} = 9.40$ mm (15.3%)

Podpora:

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 10.70$ kN/mb $< V_{Rd1} = 55.83$ kN/mb (19.2%)

Na podstawie powyższych obliczeń można stwierdzić, że:

- zbrojenie belek jest wystarczające do przeniesienia obciążeń docelowych

- zastosowane zbrojenie płyty jest minimalnie za małe dla

"ostrożnego" schematu obustronnego podparcia przegubowego

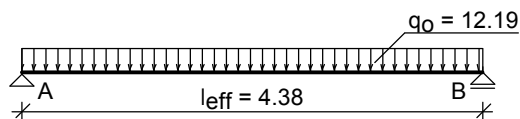
wymagane $\phi 6/15 < \phi 6/14$. Z uwagi jest fakt odgięcia co 3 pręta do górnej strefy (nad belkę) można uznać, że strop ma wystarczającą nośność.

Reasumując konstrukcja stropu żelbetowego S5 jest w stanie przenieść bezpiecznie obciążenia od docelowych obciążeń związanych z nową aranżacją pomieszczeń parteru .

2.6.6 Strop S6 nad magazynem tkanin, korytarzem/schody oraz nad pomieszczeniem technicznym (pomieszczenie 33)Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m²]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.
1.	warstwy posadzkowe	2.22	1.30	--	2.89
2.	użytkowe 4kN/m ²	4.00	1.30	--	5.20
3.	Strop Ackermana 20 cm + nadbeton 6 cm	3.73	1.10	--	4.10
Σ :		9.95	1.23		12.19

Schemat statyczny stropu

Rozpiętość obliczeniowa stropu $l_{eff} = 4.38$ m**Wyniki obliczeń statycznych:**Dla 1 mb stropu:Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 29.23$ kNm/mMoment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 23.86$ kNm/mMoment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 23.86$ kNm/mReakcja obliczeniowa $R_A = R_B = 26.69$ kN/mDla 1 żebra:Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 9.06$ kNmMoment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 7.40$ kNmMoment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 7.40$ kNmReakcja obliczeniowa $R_A = R_B = 8.28$ kN**Założenia obliczeniowe :**

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0.3$ mmGraniczne ugięcie $a_{lim} = l_{eff}/200$ - jak dla stropów (tablica 8)**Wymiarowanie wg PN-B-03264:2002 :**Przęsło:

Zginanie: (metoda uproszczona)

Zbrojenie potrzebne $A_s = 2.22$ cm². Przyjęto **1φ18 co 31 cm** o $A_s = 2.54$ cm² ($\rho = 0.89\%$)Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 9.06$ kNm < $M_{Rd} = 10.34$ kNm (87.7%)

Ścinanie:

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami $\phi 4.5$ co max. 150 mm na całej długości stropuWarunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 8.28$ kN < $V_{Rd1} = 11.68$ kN (70.9%)

SGU:

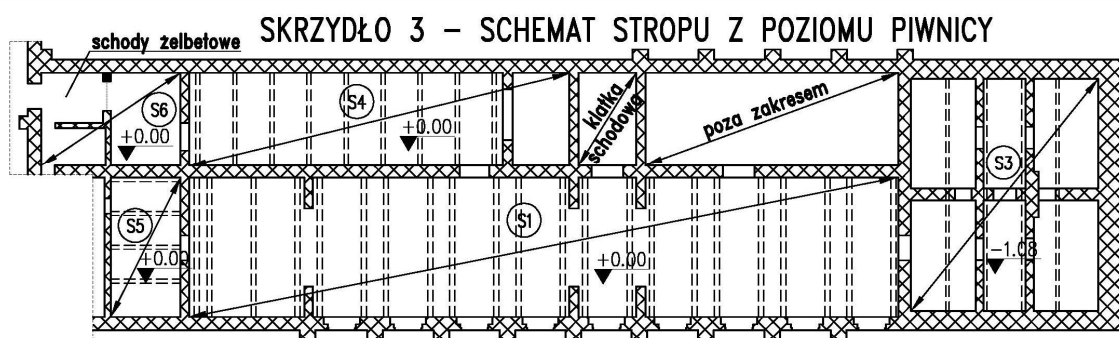
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0.211$ mm < $w_{lim} = 0.3$ mm (70.3%)Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 13.14$ mm < $a_{lim} = 21.90$ mm (60.0%)

Strop posiada wystarczającą nośność do przeniesienia nowych warstw podłogowych oraz obciążeń użytkowych 4kN/m².

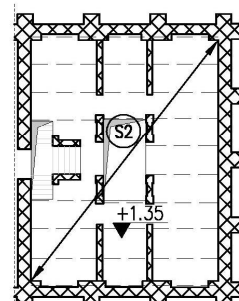
3 WNIOSKI

1. Przeprowadzona analiza przedmiotowych stropów wykazała na dobry stan ich konstrukcji. Stropy w chwili obecnej nie wykazują żadnych oznak niewystarczającej pracy konstrukcji takich jak zarysowanie, pękanie ścian działowych opartych na tych stropach lub też nadmiernych ugięć. Wykonane pomiary geodezyjne stropów wykazały ugięcia niższe niż wynikające z obliczeń statycznych. Fakt ten może świadczyć o częściowym utwierdzeniu konstrukcji stropów w ścianach konstrukcyjnych (w obliczeniach sprawdzających zakładano przegubowe oparcie).
2. Przeprowadzone określenie wielkości zbrojenia stropów żelbetowych oraz przekrojów elementów stalowych stropów Kleina wykonano w odkrywkach oraz za pomocą detektorów PROFOMETER PM600/PM630 i Bosch Wall scanner D-tect150. Określone zbrojenie wraz z określoną klasą betonu pozwoliły na obliczeniowe określenie nośności stropów w fazie docelowej uwzględniającej nową aranżację galerii sztuki starożytnej. Przeprowadzone obliczenia wykazały wystarczającą nośność stropów na planowane obciążenia. W przypadku stropów Kleina z uwagi na potrzebę nieobciążania płyty ceglanej posadzkę należy wykonać w postaci płyty wieloprzęsłowej opierającej się tylko na górnych półkach istniejących dwuteowych belek stalowych. Potrzeba nieobciążania płyty ceglanej wynika z doświadczeń autorów. Nośność płyt ceglanych wynika z nośności cegły i bednarki która z czasem (strop ma ponad 60 lat) dość łatwo koroduje zmniejszając istotnie nośność płyty ceglanej. Dotychczasowe obciążenie płyty ceglanej nie było duże, większość obciążeń z posadzki była przenoszona bezpośrednio na belki stalowe za pomocą legarów drewnianych. Wykonanie szlichty opierającej się bezpośrednio na płycie ceglanej zmieniło by istotnie jej obciążenie.
3. Nośność poszczególnych stropów żelbetowych pozwala na dowolne ustalanie drogi transportowej ciężkich rzeźb kamiennych których maksymalny ciężar wraz z wózkiem transportowym wg obecnych danych nie przekroczy 45kN (4500kg). Przy planowaniu tras transportu rzeźb należy przestrzegać jednak następujących zasad:
 - transport powinien odbywać się po usunięciu warstw posadzkowych stropów tzn. transport należy przeprowadzić po konstrukcji stropu. Transport po obecnej konstrukcji drewnianej podłogi w zasadzie jest niewykonalny
 - w miarę możliwości trasę transportową należy lokalizować jak najdalej od przęsła stropów tak, aby minimalizować ugięcia stropów
 - w przypadku stropów Kleina transport jest możliwy jedynie po odpowiednio zaprojektowanej konstrukcji (torowisku). Wynika to ze specyfiki stropu który po usunięciu warstwy podłogowych nie stanowi płaskiej powierzchni po której można swobodnie przemieszczać ciężkie eksponaty wózkiem transportowym.

- transport sarkofagu numer **237636** na strop numer S3 należy przeprowadzić podczas rozbiórki schodów wykorzystując powiększony otwór pomiędzy stropami. Alternatywnie można umieścić sarkofag poprzez zdemontowane okno parteru i zdemontowany fragment stropu - rozwiązanie analogiczne do rozwiązania w opracowaniu [III].
4. **Wszelkie prace związane ze zmianą posadzek na kamienne należy przeprowadzać po przetransportowaniu najcenniejszych eksponatów w ich docelowe miejsca.**
 5. Warstwy podłogowe na poszczególnych stropach powinny być jak najlżejsze tak aby niepotrzebnie nie dociażyć konstrukcji stropów. Dopuszczalne całkowite ciężary warstw podłogowych opisano dla poszczególnych stropów w następnej części wniosków. Każdorazowo przy określaniu warstw docelowych stropu należy dokonać bilansu ciężaru warstw z uwzględnieniem istniejącego tynku o ciężarze około 30kg/m^2 .
 6. Podane nośności stropów to wartości charakterystyczne bez uwzględniania współczynników bezpieczeństwa.
 7. W stropach dopuszcza się wykonywanie otworów na przejścia instalacyjne. Otwory w przypadku stropów belkowo płytowych należy lokalizować w płytach - nie dopuszcza się otworowania w zakresie belek żelbetowych. Otworowania w zakresie stropu Ackermana należy lokalizować w świetle belek tzn. w zakresie pustaka Ackermana. Otwory w zakresie stropów Kleina należy wykonywać poza belkami stalowymi w zakresie płyty ceglanej. Otwory należy wykonywać jako okrągłe za pomocą wiertnic. Pojedyncze otwory do średnicy $\varnothing 150\text{mm}$ można wykonywać bez konsultacji z konstruktorem. Większe ilości otworów zlokalizowanych w bliskim sąsiedztwie lub otwory o średnicy ponad 150mm powinny być konsultowane z konstruktorem.
 8. Nośności stropów przedstawiono w podziale na poszczególne obszary stropów nazywane kolejno S1, S2, S3, S4, S5 i S6 zgodnie z poniższym rzutem.



- Ⓢ1 Strop nad magazynem ceramiki i sztuki starożytnej
- Ⓢ2 Strop antresoli
- Ⓢ3 Strop nad magazynem sztuki starożytnej
- Ⓢ4 Strop nad magazynem tkanin
- Ⓢ5 Strop nad magazynem luster
- Ⓢ6 Strop nad biurem magazynu tkanin

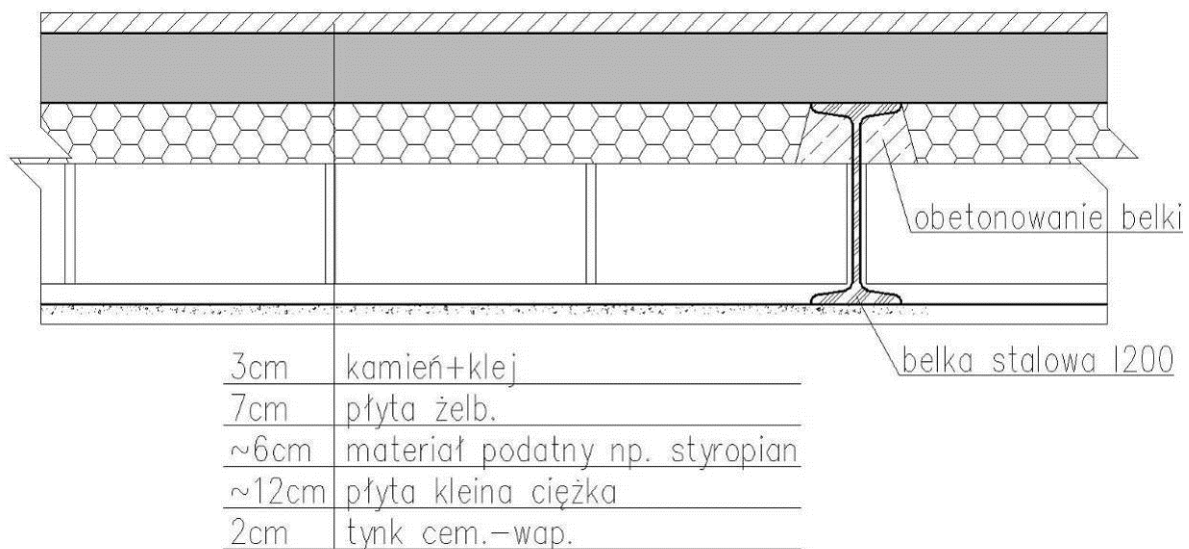


Strop S1 - strop belkowo-płytowy

- nośność stropu na obciążenia użytkowe 400kg/m^2
- dopuszczalny ciężar warstw wykończeniowych wraz z tynkiem około 250kg/m^2
- strefa oparcia kolumny wraz z projektowaną ścianą powinna być wzmocniona konstrukcją przenoszącą obciążenia bezpośrednio na belki - patrz dołączony rysunek ET-02
- dopuszczalne obciążenia liniowe od nowoprojektowanych ścian wg dołączonego rys. ET-02

Strop S2 - strop Kleina

- nośność stropu (belek stalowych) na obciążenia warstwami około 500kg/m^2
- nośność stropu (belek stalowych) na obciążenia użytkowe 500kg/m^2
- zaleca się nie dociążać płyty ceglanej poprzez odpowiednie wykonanie posadzki (patrz szkic poniżej) Proponuje się wykonanie posadzki żelbetowej opierającej się na górnych półkach belek stalowych z pominięciem oparcia na płycie ceglanej (zastosowanie przekładki z podatnego materiału np. styropian).
- pod eksponaty w rejonie schodów należy wykonać odpowiednią konstrukcją wsporczą przenoszącą obciążenia na ściany z pominięciem płyty ceglanej

**Strop S3 - strop belkowo-płytowy**

- nośność stropu na obciążenia użytkowe 400kg/m^2
- dopuszczalny ciężar warstw wykończeniowych wraz z tynkiem około 250kg/m^2

Strop S4 - strop belkowo-płytowy

- nośność stropu na obciążenia użytkowe 400kg/m^2
- dopuszczalny ciężar warstw wykończeniowych wraz z tynkiem około 250kg/m^2
- niewystarczającą nośność stropu w rejonie oparcia ściany działowej po zamurowaniu otworu drzwiowego. Zalecane usunięcie ściany i wykonanie w lżejszej wersji gips-kartonowej lub wzmocnienie wg detalu na rysunku ET-02

Strop S5 - strop belkowo-płytowy

- dopuszczalna nośność stropu na obciążenia użytkowe 400kg/m^2
- dopuszczalny ciężar warstw wykończeniowych wraz z tynkiem około 250kg/m^2

Strop S6 - strop Ackermana

- dopuszczalna nośność stropu na obciążenia użytkowe 400kg/m^2
- dopuszczalny ciężar warstw wykończeniowych wraz z tynkiem około 250kg/m^2

Podane powyżej nośności stropów lokalnie mogą być przekroczone pod warunkiem wykonania analogicznych jak w pkt.2.6. obliczeń statycznych uwzględniających schemat statyczny stropu, klasę betonu i zbrojenie.

4 DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA

Strop S1



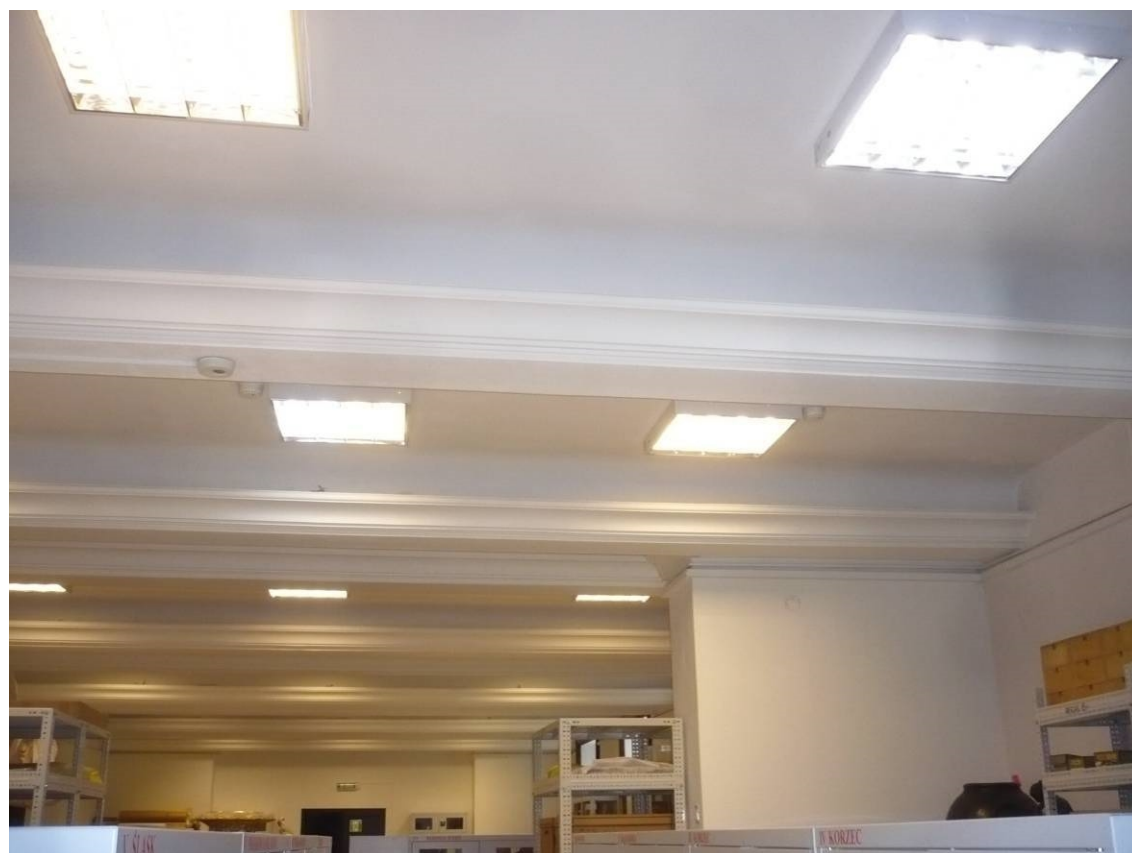
Fot. 12 - widok wierzchu stropu S1



Fot. 13 - wierzch stropu S1 z widoczną tymczasową ścianką działową. Strop żelbetowy żebrowy



Fot. 14 - widok wierzchu stropu S1. Strop żelbetowy żebrowy



Fot. 15 - widok belek stropu S1



Fot. 16 - widok typowych belek stropu S1



Fot. 17 - odkrywka posadzki stropu S1



Fot. 18 - odkrywka zbrojenia żebra stropu S1

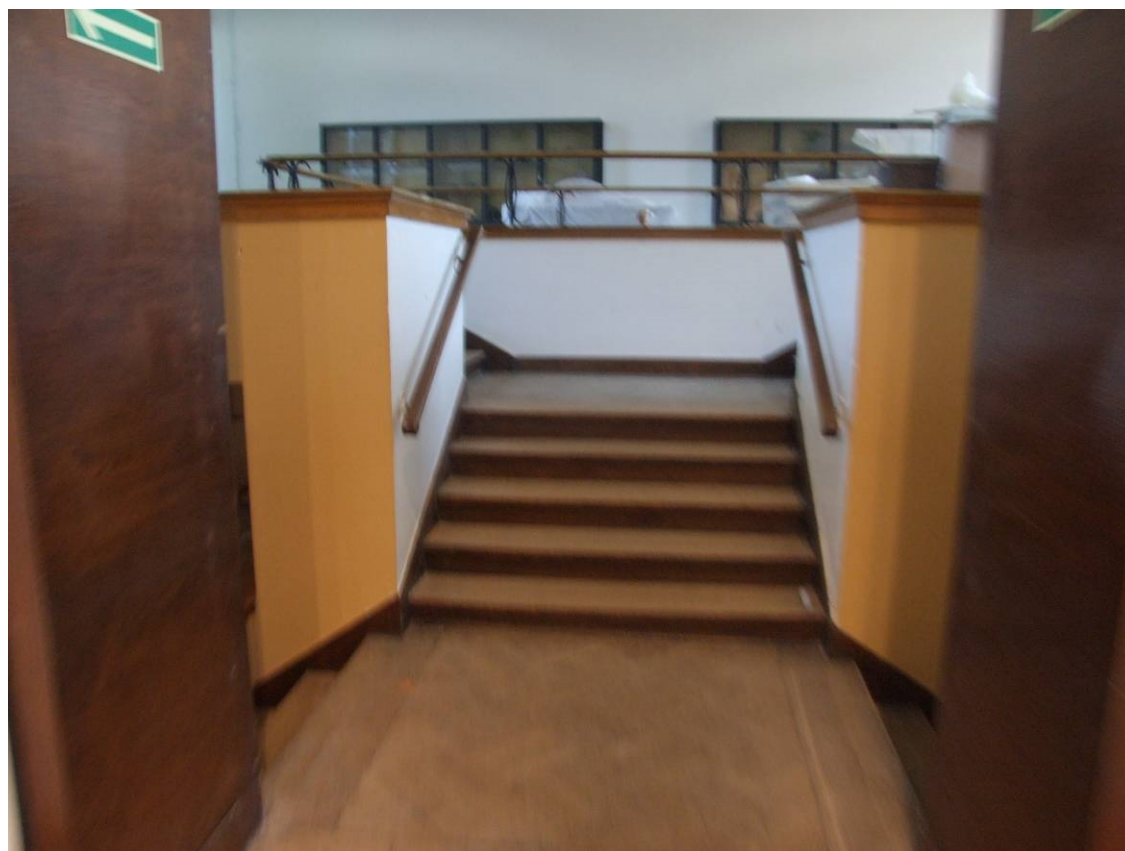


Fot. 19 - odkrywka zbrojenia żebra stropu S1



Fot. 20 - oznaczone zbrojenie dole płyty, przy żebrze, w stropie S1

Strop S2



Fot. 21 - widok schodów na antresole (strop S2)



Fot. 22 - widok ogólny wierzchu stropu S2. Strop Kleina



Fot. 23 - wierzch stropu S2 z widocznym cokółem przy schodach. Strop Kleina



Fot. 24 - odkrywka belki dwuteowej stropu S2 (antresoli). Strop Kleina



Fot. 25- widok belki skrajnej stropu S2 (Kleina)

Strop S3



Fot. 26 - wierzch stropu S3 (przestrzeń pod antresolą). Widoczny strop S2 - Kleina (powyżej) oraz strop żelbetowy S3 - żebrowy (poniżej)



Fot. 27 - widok wierzchu stropu S3. Strop żelbetowy żebrowy



Fot. 28 - Belka stropu S3. Lewe przęsło



Fot. 29 - Przęsło środkowe stropu S3



Fot. 30 - Wiercenie stropu S3

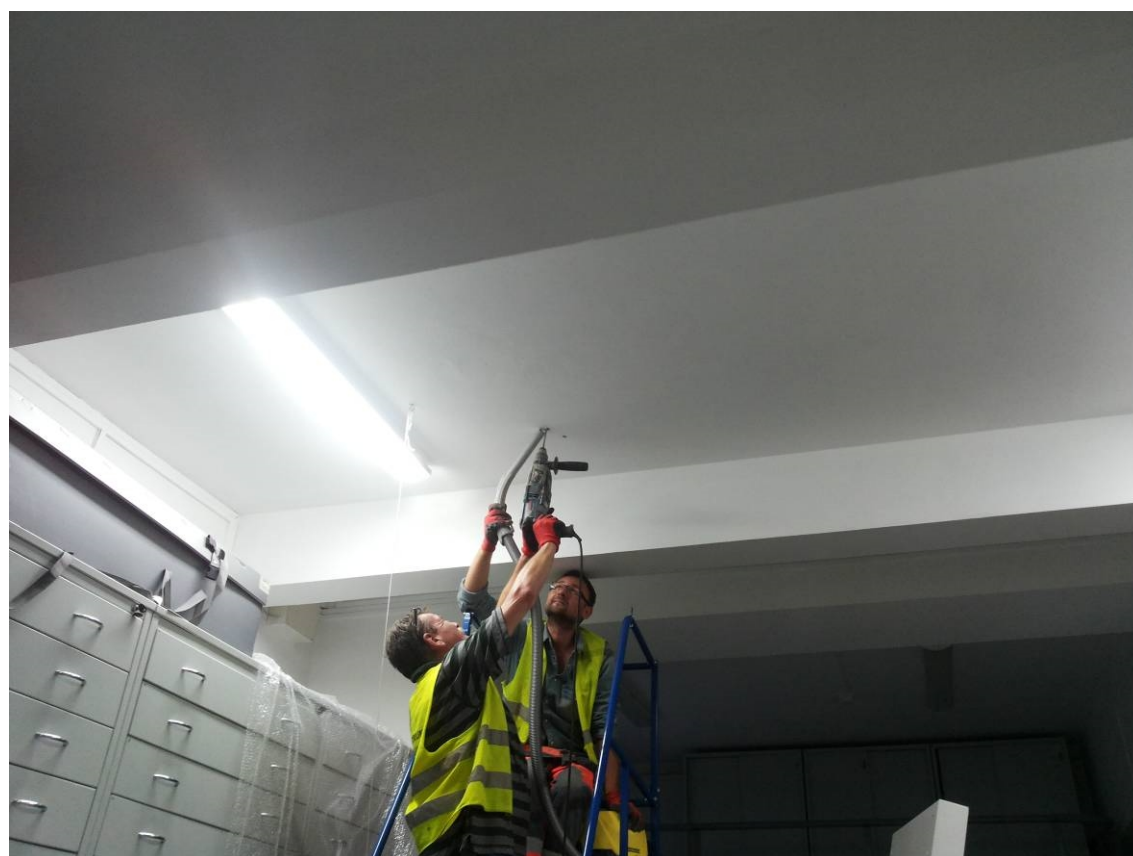
Strop S4



Fot. 31 - widok wierzchu stropu S4. Strop żelbetowy żebrowy



Fot. 32 - widok typowych belek stropu S4



Fot. 33 - wiercenie stropu S4



Fot. 34 - odkrywka posadzki stropu S4



Fot. 35 - zbrojenia belki - widoczny pręt Ø28 i strzemię Ø6

Strop S5



Fot. 36 - widok belek stropu S5

Strop S6



Fot. 37 - widok wierzchu stropu S6. Z prawej widoczne schody żelbetowe.



Fot. 38 - odkrywka warstw podłogowych oraz stropu S6 (gęstożebrowego Ackermana). Otwór w pustaku z widokiem zbrojenia.

EKSPERTYZA TECHNICZNA		Muzeum Narodowe											
5 ZAŁĄCZNIKI													
5.1 Z1 Wyniki badań sklerometrycznych													
<u>Dziennik Pomiarów Sklerometrycznych Młotkiem SCHMIDTA</u>													
Obiekt:		Ekspertyza techniczna stropu parteru skrzydła nr 3 w budynku Muzeum Narodowego przy Al. Jerozolimskich 3, 00-495 Warszawa											
Element:		Strop nad magazynem Tkanin (odkrywka O8)											
Typ młotka:		typ „N” firmy „Proceq”											
Miejsce	Odczyty R										Ilość odczytów	Odczyt średni Li	$\sum [Li - L\acute{s}r]^2$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
O8	58	53	53	55	52	58	46	54	50	53	10	53,2	113,6
O8	53	53	47	53	46	53	50	50	55	55	10	51,5	88,5
średnia liczba odbicia			Lśr	52,35	[-]								
liczba miejsc			n	2,00	[-]								
Odchylenie standardowe liczb odbicia			Sl	12,87	[-]								
Współczynnik zmienności liczb odbicia			vl	24,60	%								
Wytrzymałość Rśr dla młotka typu N wg wzoru 29			Rśr	62,30	Mpa								
Współczynniki poprawkowe wg. Tab 7 i 8													
stan wilgotności betonu			1,00	[-]									
wiek betonu			0,60	[-]									
Rśr*			37,4	Mpa									
tmin			1,64	[-]									
Wytrzymałość minimalna			Rmin	41,2	Mpa								
Wytrzymałość minimalna skorygowana			Rmin*	24,7	Mpa								
$\sim = f_{c,cube}^G = 20MPa \Rightarrow \text{Beton B20}$													
* - wartość parametru skorygowana Obliczenia wykonano zgodnie z "Instrukcją Stosowania Młotków Schmidta do nieniszczącej kontroli jakości betonu w konstrukcji", ITB, Warszawa 1977													
strona 74													

EKSPERTYZA TECHNICZNA		Muzeum Narodowe											
<u>Dziennik Pomiarów Sklerometrycznych Młotkiem SCHMIDTA</u>													
Obiekt:		Ekspertyza techniczna stropu parteru skrzydła nr 3 w budynku Muzeum Narodowego przy Al. Jerozolimskich 3, 00-495 Warszawa											
Element:		Strop nad magazynem Tkanin, ackermana (odkrywka O7)											
Typ młotka:		typ „N” firmy „Proceq”											
Miejsce	Odczyty R										Ilość odczytów	Odczyt średni Li	$\sum [Li - L\acute{s}r]^2$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
O7	37	40	35	35	42	43	36	38	37	41	10	38,4	76,4
średnia liczba odbicia			Lśr	38,40	[-]								
liczba miejsc			n	1,00	[-]								
Odchylenie standardowe liczb odbicia			Sl	9,00	[-]								
Współczynnik zmienności liczb odbicia			vl	23,40	%								
Wytrzymałość Rśr dla młotka typu N wg wzoru 29			Rśr	38,00	Mpa								
Współczynniki poprawkowe wg. Tab 7 i 8													
stan wilgotności betonu			1,00	[-]									
wiek betonu			0,60	[-]									
			Rśr*	22,8	Mpa								
			tmin	1,64	[-]								
Wytrzymałość minimalna			Rmin	23,2	Mpa								
Wytrzymałość minimalna skorygowana			Rmin*	13,9	Mpa								
$\sim = f_{c,cube}^G = 10 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Beton B10}$													
* - wartość parametru skorygowana Obliczenia wykonano zgodnie z "Instrukcją Stosowania Młotków Schmidta do nieniszczącej kontroli jakości betonu w konstrukcji", ITB, Warszawa 1977													
strona 75													

5.2 Załącznik Z3- kopia tabeli obciążeń użytkowych z "Kalendarza Przeglądu Budowlanego na rok 1938" - Warszawa 1938

1700		Obciążenia		1701	
Uwaga 1: Zastosowanie przy tym typie stropu, płyty żelbetonowej nie wpływa na ciężar stropu, gdyż przy zmniejszeniu ciężaru płyty zwiększa się ciężar podspł. " z cegły pełnej 13 cm grubości, ciężar stropu zwiększa się o 40 kg/m ² to jest wynosi 440 "		Uwaga 2: Przy zastosowaniu płyty „Kleina” z cegły pełnej 13 cm grubości, ciężar stropu zwiększa się o 40 kg/m ² to jest wynosi 440 "		Obciążenia podane pod a) i b) uwzględniają działanie wstrząsów i sił wiatrowych. Jeżeli zachodzi możliwość obciążeń dynamicznych o wpływie większym niż w powyższych granicach, należy to uwzględnić, zwiększając odpowiednio obciążenie użytkowe.	
c) Strop żelbetonowy gęstożebrowy.		d) Strop żelbetonowy gęstożebrowy.		a) Tabela obciążeń użytkowych stropów.	
Ciężar jednostkowy stropu żelbetonowego gęstożebrowego można przyjmować w przybliżeniu przy grubości płyty d cm i wysokości h _p cm według wzoru:		Ciężar jednostkowy stropu żelbetonowego gęstożebrowego można przyjmować w przybliżeniu przy grubości płyty d cm i wysokości h _p cm według wzoru:		b) Inne obciążenia.	
$g = 22 d + 11 h_p \text{ kg/m}^2$		$g = 22 d + 11 h_p \text{ kg/m}^2$		1. Naciśk położony na poręcze balkonów w budynkach mieszkalnych i biurowych	
Przy wysokości pustaków 16 cm i grubości płyty 4 cm całkowity ciężar przybliżony stropu gęstożebrowego wynosi:		Przy wysokości pustaków 16 cm i grubości płyty 4 cm całkowity ciężar przybliżony stropu gęstożebrowego wynosi:		2. Dachy płaskie o nachyleniu mniejszym niż 1 : 20, o ile mogą być obciążone przez ludzi, łącznie ze śniegiem i wiatrem	
1. Posadzka dębowa 19 kg/m ²		1. Posadzka dębowa 19 kg/m ²		3. Przy obliczaniu pokrycia dachu w miejscach, na których może stanąć człowiek, należy uwzględnić ciężar skupu (człowiek z narzędziami)	
2. Słupa podłoga i legary 30 "		2. Słupa podłoga i legary 30 "		4. Trybuny widowiskowe	
3. Tynk 1 ÷ 1,5 cm średnio 20 "		3. Tynk 1 ÷ 1,5 cm średnio 20 "		5. Stropy pod przejazdami	
4. Płyta 22,4 88 "		4. Płyta 22,4 88 "		6. Stropy w garażach dla pojazdów osobowych do 2500 kg wagi	
5. Pustaki i żebra 11,16 176 "		5. Pustaki i żebra 11,16 176 "		7. Stropy w budynkach i lokalach fabrycznych oraz magazynach	
razem okrągło 330 kg/m ²		razem okrągło 330 kg/m ²		*) Jest to najmniejsze dopuszczalne obciążenie stropów. Obliczenie należy przeprowadzić uwzględniając przewidziany rozkład obciążeń i ciężary jednostkowe podane w § 1.	
Uwaga do a, b i c: W razie zmiany poszczególnych elementów (np. użycia zamiast posadzki dębowej, posadzki terrakotowej), należy do powyższych wartości dodać względne odlicz różnicę ciężarów jednostkowych zmienionych elementów.		Uwaga do a, b i c: W razie zmiany poszczególnych elementów (np. użycia zamiast posadzki dębowej, posadzki terrakotowej), należy do powyższych wartości dodać względne odlicz różnicę ciężarów jednostkowych zmienionych elementów.		Uwaga: Zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 29.IV.1938 r. (Dz. Ust. Nr. 32 poz. 278) stropy nad ostatnią kondygnacją należy obliczać na obciążenie użytkowe co najmniej 200 kg/m ² .	
§ 3. CIĘŻAR JEDNOSTKOWY DACHÓW.		§ 3. CIĘŻAR JEDNOSTKOWY DACHÓW.		Ciężar płaszczyzny dachu należy przyjmować w zależności od materiałów drewnianych i konstrukcji tychże.	
Ciężar płaszczyzny dachu należy przyjmować w zależności od materiałów drewnianych i konstrukcji tychże.		Ciężar płaszczyzny dachu należy przyjmować w zależności od materiałów drewnianych i konstrukcji tychże.		W normalnych wypadkach można przyjmować ciężar w i ciężar g w m i m ² rzutu poziomego:	
Ciężar w i ciężar g w m i m ² rzutu poziomego:		Ciężar w i ciężar g w m i m ² rzutu poziomego:		dewianianych o rozpiętościach większych (ponad 20 m)	
stalowych spawanych lekkich 20 ÷ 30 kg/m ²		stalowych spawanych lekkich 20 ÷ 30 kg/m ²		" ciężkich 30 ÷ 40 "	
" nitowych lekkich 15 ÷ 25 "		" nitowych lekkich 15 ÷ 25 "		" ciężkich 15 ÷ 20 "	
" łukowych do rozpięć 40 m 20 ÷ 30 "		" łukowych do rozpięć 40 m 20 ÷ 30 "		" do rozpięć 60 m 15 ÷ 25 "	
" kątów płaszczyznych 10 ÷ 25 "		" kątów płaszczyznych 10 ÷ 25 "		§ 4. OBCIĄŻENIE UŻYTKOWE.	
W obliczeniach przy mówić należy obciążenia użytkowe w wysokościach wskazanych niżej pod a) i b).		W obliczeniach przy mówić należy obciążenia użytkowe w wysokościach wskazanych niżej pod a) i b).		W budowlach o charakterze specjalnym, niewymienionych w przepisach, lub narażonych na obciążenia odcienne od normalnie spotykanych, należy uzasadnić przyjęcie obciążeń każdorazowo osobno.	

6 RYSUNKI

ET-01 - Rysunek inwentaryzacji i odkrywek. Rzuty, przekroje.

ET-02 - Rysunek wzmocnień. Rzuty, przekroje.